

**UNIVERSIDAD DE GRANADA**

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**

**DEPARTAMENTO DE ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS**



**SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA LA MEJORA DE  
LA COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL  
BASADOS EN TECNOLOGÍAS DE  
LOCALIZACIÓN DE DISPOSITIVOS MÓVILES**

**SERGIO JOSÉ RÍOS AGUILAR**

**Granada, 2013**

**PROGRAMA OFICIAL DE DOCTORADO  
EN CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**

Editor: Editorial de la Universidad de Granada  
Autor: Sergio José Ríos Aguilar  
D.L.: GR 625-2014  
ISBN: 978-84-9028-851-1



SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA LA MEJORA DE LA  
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL  
BASADOS EN TECNOLOGÍAS DE LOCALIZACIÓN  
DE DISPOSITIVOS MÓVILES

*Por*

Sergio José Ríos Aguilar

*Dirigido por*

Dr Francisco Javier Lloréns Montes

TESIS

Depositada en la

UNIVERSIDAD DE GRANADA

En cumplimiento parcial de los requisitos  
para la obtención del título de

DOCTOR

Departamento de Organización de Empresas

2013



La Tesis  
Depositada en la  
Universidad de Granada

*Por*

**Sergio José Ríos Aguilar**

*Ha sido aprobada por*

---

**Prof. Francisco Javier Lloréns Montes**

*Catedrático del Departamento de Organización de Empresas.*

*Universidad de Granada, España*

*Director de Tesis*



*Tribunal de Tesis*

-----  
*Prof.*  
*Departamento*  
*Universidad de*



## DECLARACIÓN DE RESPETO DE DERECHOS DE AUTOR

El doctorando SERGIO JOSÉ RÍOS AGUILAR y el director de la tesis FRANCISCO JAVIER LLORENS MONTES garantizamos, al firmar esta tesis doctoral, que el trabajo ha sido realizado por el doctorando bajo la dirección del director de la tesis y hasta donde nuestro conocimiento alcanza, en la realización del trabajo, se han respetado los derechos de otros autores a ser citados, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

Granada, 2 de Septiembre de 2013

Director de la Tesis

Doctorando

Fdo.: Francisco Javier Lloréns Montes

Fdo.: Sergio José Ríos Aguilar



## AGRADECIMIENTOS

*“El agradecimiento es la parte principal de un hombre de bien”*

*(Francisco de Quevedo)*

Sin duda, uno de los capítulos más complejos de un trabajo como el de la presente Tesis Doctoral es el de los agradecimientos, por la dificultad que supone sintetizar en breves líneas un sentimiento de gratitud tan grande que tengo hacia las personas que me han ayudado en este largo camino y han supuesto un apoyo incuestionable e incondicional.

De forma muy especial quiero dejar constancia de mi enorme agradecimiento al Dr. Francisco Javier Lloréns Montes, Director de la presente Tesis y, sobre todo, amigo. Son muchos los años disfrutando de su personal trato y afecto, así como del permanente ejemplo que me brinda con sus siempre innovadoras y motivadoras inquietudes y su capacidad de trabajo. Gracias, de corazón.

Para mis padres y hermanos, David y César, la razón de ser de casi todo lo importante de mi vida, y que de una forma u otra han padecido mi crónica falta de tiempo durante la elaboración del presente estudio. Y muy en especial, al nuevo miembro de la familia, mi queridísimo sobrino Sergio, quien en unos pocos años será capaz de leer estas líneas y que ojalá otros cuantos años después quiera verse en esta misma tesitura de tener que escribir el capítulo de agradecimientos de su propia Tesis Doctoral.



## TABLA DE CONTENIDOS

LISTA DE FIGURAS .....	XV
LISTA DE TABLAS .....	XIX
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA MONITORIZACIÓN Y CONTROL.....	1
1.2 TRABAJO MÓVIL Y CONTROL: COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL .....	4
1.3 CONTROL DE LA FUERZA MÓVIL DE VENTAS.....	6
1.4. PROBLEMAS DE LA MONITORIZACIÓN DE LA FUERZA LABORAL MÓVIL.....	8
1.5 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	10
1.6 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	13
<b>REVISIÓN DE LITERATURA E HIPÓTESIS .....</b>	<b>19</b>
2.1 INTRODUCCIÓN .....	19
2.2 CONSUMERIZACIÓN DE LAS TI EN EL ÁMBITO EMPRESARIAL .....	21
2.2.1 <i>Cambio de enfoque en los procesos empresariales basados en TI.....</i>	<i>23</i>
2.2.2 <i>Ventajas de la consumerización en las empresas.....</i>	<i>24</i>
2.2.3 <i>Estrategias empresariales para la Consumerización de las TI.....</i>	<i>27</i>
2.3 BYOD, TECNOLOGÍAS MÓVILES Y LA NUEVA NATURALEZA MÓVIL DEL TRABAJO .....	30
2.3.1 <i>Ventajas de la estrategia BYOD para dispositivos móviles en la empresa.....</i>	<i>33</i>
2.3.2 <i>Inconvenientes y posibles efectos colaterales de la estrategia BYOD para           dispositivos móviles en la empresa .....</i>	<i>35</i>
2.4 SITUACIÓN ACTUAL DE LA TELEFONÍA MÓVIL EN ESPAÑA.....	37
2.5 SERVICIOS MÓVILES BASADOS EN LOCALIZACIÓN .....	40

2.5.1 Tecnologías para la localización de terminales móviles.....	45
2.5.2 Servicios de emergencia E-911 y EU112 .....	50
2.6 OPCIONES TECNOLÓGICAS PARA EL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN	
MÓVIL EMPRESARIAL.....	56
2.6.1 Ventajas e inconvenientes de apps y webs móviles: análisis de literatura.....	58
2.6.2 Costes de desarrollo, despliegue y mantenimiento.....	60
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>65</b>
3.1 INTRODUCCIÓN .....	65
3.2 INSTRUMENTOS .....	67
3.3 DISEÑO DE PRUEBAS DE CAMPO Y RECOLECCIÓN DE DATOS .....	69
3.3.1 Emplazamiento.....	70
3.3.2 Recolección de datos y Dilución de Precisión (DOP).....	73
3.4 MÉTODO DE PROCESAMIENTO DE DATOS.....	76
3.4.1 Pruebas empíricas de verificación de cumplimiento de la FCC .....	78
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>81</b>
4.1 RESULTADOS SOBRE PRECISIÓN .....	81
4.2 RESULTADOS PARA LA EXACTITUD .....	88
Fuente: Elaboración propia .....	93
4.2.1 Resultados de exactitud horizontal 2dRMS .....	94
4.3 RESUMEN .....	96
<b>SISTEMA DE INFORMACIÓN Y PROTOTIPO .....</b>	<b>99</b>
5.1 INTRODUCCIÓN .....	99

5.2 DESCRIPCIÓN Y COMPONENTES DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN .....	101
5.3 ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN .....	102
5.4 REQUISITOS FUNCIONALES .....	104
5.4.1 <i>Requisitos Funcionales de Aplicación Web Móvil</i> .....	105
5.4.2 <i>Requisitos Funcionales de la aplicación Web de Cuadro de Mando</i> .....	106
5.5 PROTOTIPO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN.....	107
5.6 PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	111
5.6.1 <i>Resultados de exactitud en pruebas realizadas en condiciones reales para el dispositivo Samsung Galaxy SII (Android)</i> .....	114
5.6.2 <i>Resultados de exactitud en pruebas realizadas en condiciones reales para el dispositivo Apple iPhone 4 (iOS)</i> .....	115
5.6.3 <i>Verificación de requisitos de exactitud exigidos por la FCC</i> .....	116
5.7 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	119
5.8 RESUMEN .....	123
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>125</b>
6.1 CONCLUSIONES .....	125
6.2 IMPLICACIONES .....	128
6.3 LIMITACIONES.....	130
6.4 LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN .....	131
<b>APÉNDICES .....</b>	<b>133</b>
A.1 MUESTRAS ADQUIRIDAS CON DISPOSITIVO ANDROID.....	133
A.2 MUESTRAS ADQUIRIDAS CON DISPOSITIVO IOS .....	140

A3. MUESTRAS ADQUIRIDAS EN LA EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO CON DISPOSITIVO ANDROID, ORDENADAS POR EXACTITUDES PARA VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS EXIGENCIAS DE EXACTITUD DE LA FCC. ....	147
A4. MUESTRAS ADQUIRIDAS EN LA EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO CON DISPOSITIVO IOS, ORDENADAS POR EXACTITUDES PARA VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS EXIGENCIAS DE EXACTITUD DE LA FCC. ....	150
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>153</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Técnicas para monitorización en el entorno laboral.....	8
Figura 2. Estrategias empresariales para abordar la consumerización de las TI .....	30
Figura 3. Antigüedad del usuario en el uso de Smartphones en España .....	39
Figura 4. Cuotas de Sistemas Operativos y Fabricantes en ventas en España y en la UE5 .....	40
Figura 5. Vértices Geodésicos en la provincia de Granada .....	71
Figura 6. Vértice Geodésico del IGN. Punta El Santo (Motril).....	71
Figura 7. Imagen aérea del Vertice Geodésico en la Catedral de Granada .....	74
Figura 8. Vértice Geodésico 100970, Catedral de Granada. Fuente:IGN .....	74
Figura 9. Valores de Dilución de Precisión para las pruebas del día 13/8/2012 .....	75
Figura 10. Resumen de datos de precisión y test de normalidad para valores obtenidos con dispositivo Android .....	83
Figura 11. Resumen de datos de precisión y test de normalidad para valores obtenidos con dispositivo iOS .....	83
Figura 12. Representación de los valores de precisión de las muestras de cada dispositivo en torno a su media muestral.....	85
Figura 13. Prueba t de dos muestras para la media de precisión de los dispositivos Galaxy SII e iPhone .....	86
Figura 14. Prueba de desviación estándar de 2 muestras para datos de precisión de Galaxy SII e iPhone 4 .....	87

Figura 15. Resultados de pruebas de normalidad para las muestras de exactitud de ambos orígenes de datos .....	88
Figura 16. Resumen de datos de exactitud y test de normalidad para valores obtenidos con dispositivo Galaxy S II .....	89
Figura 17. Resumen de datos de exactitud y test de normalidad para valores obtenidos con dispositivo iOS .....	90
Figura 18. Prueba t de dos muestras para la media de exactitud de los dispositivos Galaxy SII e iPhone .....	91
Figura 19. Prueba de desviación estándar de 2 muestras para datos de exactitud de Galaxy SII e iPhone 4 .....	92
Figura 20. Representación comparada de las componentes de error X e Y para ambos dispositivos sujetos a estudio .....	93
Figura 21. Arquitectura del Sistema de Información para el control basado en comportamiento de la fuerza laboral.....	103
Figura 23. Pantalla de solicitud de credenciales de usuario para el acceso al Sistema de Información .....	108
Figura 22. Pantalla de inicio de la aplicación Web Móvil del Sistema de Información.....	108
Figura 24. Pantalla de fichaje en la Web Móvil del Sistema de Información .....	108
Figura 25. Pantalla de inicio de sesión en la aplicación de Cuadro de Mando del Sistema de Información .....	109
Figura 26. Pantalla con el listado de los integrantes de la fuerza laboral registrados en el Sistema .....	109
Figura 27. Pantalla de la aplicación Web de Cuadro de Mando, con información relativa a los fichajes diarios realizados por un empleado desplazado .....	110

Figura 28. Pantalla de la aplicación Web de Cuadro de Mando, con información detallada de un fichaje, georreferenciado en un mapa.....	110
Figura 29. Representación del error horizontal (precisión) obtenido en las pruebas reales con la aplicación web móvil .....	112



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Caracterización de la consumerización de las TI. ....	22
Tabla 2. Tasa de penetración de Smartphones en la UE5.....	38
Tabla 3. Aplicaciones LBS y nivel de exactitud de localización que las hace viables.....	44
Tabla 4. Cuadro comparativo de los distintos métodos de localización.....	50
Tabla 5. Exigencias de exactitud en localización de dispositivos móviles desde los que se solicita asistencia al servicio de emergencias E-911 .....	53
Tabla 6. Análisis DAFO del modelo de desarrollo móvil basado en Aplicaciones Web .....	61
Tabla 7. Análisis DAFO del modelo de desarrollo móvil basado en aplicaciones nativas.....	62
Tabla 8. Identificación de muestras de valores de error horizontal para su comparación con los umbrales del 67% y 95% establecidos por la FCC para un nivel de confianza del 90% .....	80
Tabla 9. Resultados de pruebas de normalidad para las muestras de precisión de ambos orígenes de datos .....	82
Tabla 10. Requisitos Funcionales Aplicación Web Móvil: Autenticación de usuario .....	105
Tabla 11. Requisitos Funcionales Aplicación Web Móvil: Geolocalización .....	105
Tabla 12. Requisitos Funcionales Aplicación Web Móvil: Fichaje .....	106
Tabla 13. Requisitos Funcionales Aplicación Web de Cuadro de Mando: Autenticación de usuario.....	106
Tabla 14. Requisitos Funcionales Aplicación Web de Cuadro de Mando: Consulta de integrantes de fuerza laboral .....	106

Tabla 15. Requisitos Funcionales Aplicación Web de Cuadro de Mando: Consulta de fichajes diarios de un empleado .....	107
Tabla 16. Requisitos Funcionales Aplicación Web de Cuadro de Mando: Consulta georreferenciada de fichajes.....	107
Tabla 17. Extracto de tabla de exactitudes obtenidas en pruebas reales de la aplicación web móvil usando el dispositivo Android.....	117
Tabla 18. Extracto de tabla de exactitudes obtenidas en pruebas reales de la aplicación web móvil usando el dispositivo iOS.....	118

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### **1.1 Sistemas de Información para monitorización y control**

En la actualidad, está amplia y comúnmente aceptada la idea de que las empresas deben utilizar Sistemas de Información que les permitan coleccionar y sistematizar toda la información disponible y a su alcance, de modo que ésta ayude a posibilitar la ejecución con éxito de su estrategia de negocio.

La necesidad de las empresas de sobrevivir en mercados cada vez más competitivos las obliga a intentar comprender mejor la relación causa-efecto de sus acciones sobre la rentabilidad, siendo necesario tener información que las guíe en el proceso de mejora de su rendimiento competitivo (Bradley, 1998; D'Aveni, 1994; Lahoz y Camarotto, 2012).

Las mediciones de rendimiento relativas a tiempos, calidad y productividad complementan a las financieras, y permiten introducir mejoras en los procesos operativos. Haciendo referencia a la importancia del tiempo como factor clave en el rendimiento de la ejecución de tareas, Ballard y Seibold, (2004) identificaron diez dimensiones del tiempo en el entorno de trabajo: flexibilidad, linealidad, ritmo, puntualidad, retraso, planificación, separación, urgencia, escasez y perspectivas temporales de presente y futuro. Entre ellas, la puntualidad toma un papel central y de gran relevancia. En efecto, esta dimensión, a nivel macroscópico se puede utilizar para evaluar la compleción de un trabajo en plazo, y a nivel microscópico, hace referencia al hecho de llegar al sitio apropiado a la hora adecuada para iniciar una tarea específica en ámbito laboral. Numerosas tareas, por su propia naturaleza e implicaciones sobre terceras tareas, se deben realizar con puntualidad. (Yuan, Archer, Connelly, y Zheng, 2010)

Por otra parte, las ausencias de puntualidad y el absentismo, suelen señalarse entre los obstáculos más persistentes que afectan a la competitividad empresarial. En efecto, suelen ser causa directa de la aparición de horas extraordinarias, provocan retrasos en entregas, insatisfacción en clientes, así como una disminución en la moral de los trabajadores de quienes se espera que cubran la ausencia (Campbell, Ganco, Franco, & Agarwal, 2012).

Así pues, la detección temprana, la valoración efectiva y una intervención rápida son cruciales a la hora de gestionar los retrasos y ausencias en el lugar de trabajo, y permiten prevenir que se conviertan en un problema serio para la competitividad de las empresas.

Habitualmente, para lograr dicha detección se requieren inversiones en Tecnologías de la Información<sup>1</sup>, entre otras para la adquisición e implantación de Sistemas de Control de Acceso y Presencia, que suelen ser bastante costosos, tanto por los costes iniciales (equipos de identificación física mediante lectura de tarjetas o identificación biométrica), como por el mantenimiento de los equipos y software que constituyen el back-end del sistema, por no hablar de los posibles costes derivados de la integración con los Sistemas de Información pre-existentes (Kauffman, Techatassanasoontorn, & Wang, 2011; Sen, Raghu, & Vinze, 2009).

Por otra parte, este tipo de sistemas se demuestran ineficaces cuando se trata de extender el control a la fuerza laboral móvil o desplazada, que, en el caso de numerosas empresas del sector servicios, suele constituir un porcentaje elevado de la plantilla por la propia naturaleza de su negocio. En esta situación más bien lo que se precisa es una "prueba de presencia en tiempo" en lugares preestablecidos (Kumar & Pandya, 2012)

Sirvan a modo de ejemplo las necesidades de control y seguimiento de flotas de empresas de reparto, de agentes de ventas realizando labores comerciales visitando a clientes, o de servicios médicos de visita domiciliaria. En estos casos, la solución suele basarse en equipar a cada trabajador desplazado con un costoso equipo de seguimiento, propietario (lo que redundaría en dependencias de un proveedor) y normalmente embarcado en el vehículo de la empresa -lo que no permite el control de quienes no disponen de él para sus actividades- (Kuntz, Montavont, Schreiner, Binet, & Noël, 2011) .

---

<sup>1</sup> En adelante, TI

## **1.2 Trabajo móvil y control: competitividad empresarial**

Diversos estudios caracterizan el trabajo móvil como aquél que requiere un desplazamiento físico entre ubicaciones o bien una actividad temporal fuera de un entorno de trabajo fijo. Tradicionalmente, las tareas a realizar por parte de los trabajadores se analizan según la dimensiones de su complejidad asociada, como por ejemplo, el carácter no repetitivo o no rutinario de las tareas, o las interdependencias de las mismas (Vakkari, 2003).

Sin embargo, para el trabajo móvil, estas dimensiones por sí solas no capturan todas las características de una tarea: el contexto es de gran importancia, y es, de hecho, la característica esencial que distingue el trabajo móvil del estacionario (Yuan et al., 2010). La información de tiempos -fecha y hora- y la ubicación son los elementos fundamentales de este nuevo contexto.

Balasubraman, Peterson, y Jarvenpaa, (2002) sugieren que se puede describir una actividad empresarial específica en términos de su grado de limitación o flexibilidad espacial y temporal. Junglas y Watson, (2003) también concluyen que las dimensiones de dependencia temporal y espacial son necesarias para describir las tareas empresariales de naturaleza móvil. Otros estudios hacen especial hincapié en el concepto de criticidad temporal, definido como la importancia con la que una tarea debe realizarse con prontitud (urgencia). (Gebauer, Sahe, y Gribbins, 2010; Junglas y Watson, 2003)

La implantación de soporte para el trabajo móvil, mediante la introducción de Sistemas de Información Móvil (dispositivos móviles y aplicaciones especialmente diseñadas para el entorno móvil), que hagan posible el control de las mencionadas dimensiones espacial y temporal del trabajo móvil, permite proporcionar una ventaja competitiva a las empresas y mejorar la productividad laboral (Yuan et al., 2010)

Liang y Wei, (2004) clasificaron las aplicaciones móviles empresariales en seis categorías, categorizadas en orden de importancia: (i) Servicios con criticidad temporal, (ii) Servicios basados en localización y sensibles a la localización, (iii) Servicios basados en identidades, (iv) Servicios de comunicaciones ubicuas y de entrega de contenidos, (v) Servicios de simplificación de procesos de negocio y, por último, (vi) Oficinas móviles.

Como puede apreciar, en los Sistemas de Información Móvil, la criticidad temporal es uno de los aspectos más relevantes, en tanto que permite a las empresas responder rápidamente a los requisitos y necesidades cambiantes del mercado (Balasubraman et al., 2002), posibilitando un rápido feedback (Jarvenpaa, Lang, Takeda, y Tuunainen, 2003) y haciendo posible la inmediatez en la respuesta (Siau y Shen, 2003) Asimismo, la información de ubicación que proporcionan y permiten gestionar estos sistemas es otra componente esencial, complementando al de información de tiempos, que debidamente gestionada, permite lograr mejoras en la competitividad empresarial (Liang y Wei, 2004; Yuan y Zhang, 2003)

### **1.3 Control de la fuerza móvil de ventas**

Tomando como referencia el control de la fuerza móvil de ventas de una empresa, la Dirección de ventas puede elegir entre dos sistemas para realizar las tareas de control: control de resultados y control del comportamiento (Kuster Boluda y Canales Ronda, 2006). En términos generales, los sistemas de control basados en los resultados, son de fácil implantación y utilizan indicadores fácilmente entendibles como: cifra de ventas, beneficios netos alcanzados, número de pedidos etc, (Eisenhardt, 1985; Miguel Molina y Benet, 2012).

Sin embargo, como consecuencia de las características del entorno actual, el vendedor se convierte en un elemento clave para la supervivencia de la empresa y sus tareas se reorientan a la consecución de objetivos a largo plazo, reduciendo en lo posible el margen de actuaciones individuales no necesariamente alineadas con los objetivos de la empresa. (Miguel Molina & Benet, 2012) Es por ello, que las empresas están concediendo una creciente importancia a la necesidad de controlar comportamientos más que resultados a corto plazo.

La principal ventaja del control del comportamiento radica en la posibilidad que los directivos tienen de implantar unos mecanismos de actuación adecuados a los objetivos empresariales, creando una estrategia común entre la empresa y sus vendedores tanto a corto como a largo plazo (Anderson & Oliver, 1987; Cravens, Ingram, LaForge, & Young, 1993; Miguel Molina & Benet, 2012).

En línea con este control de comportamientos, un Sistema de Información Móvil puede abrir a la Dirección la posibilidad –muy valorada- de conocer la gestión que los vendedores realizan de su tiempo de trabajo, no sólo para detectar desviaciones o usos no aceptables del mismo, sino también para intentar diseñar procesos de venta que faciliten la realización efectiva de las tareas de venta y asistencia a los clientes. (Kuster Boluda & Canales Ronda, 2006)

Así, entre las variables empleadas por las empresas por controlar el comportamiento caben destacar: número de visitas por día/periodo y las relativas a la gestión del tiempo: puntualidad, tiempo medio dedicado a visitas, tiempo de venta vs tiempo de no venta...etc, siendo una de las más importantes la puntualidad. (Dalrymple & Cron, 1998; Kuster Boluda & Canales Ronda, 2006)

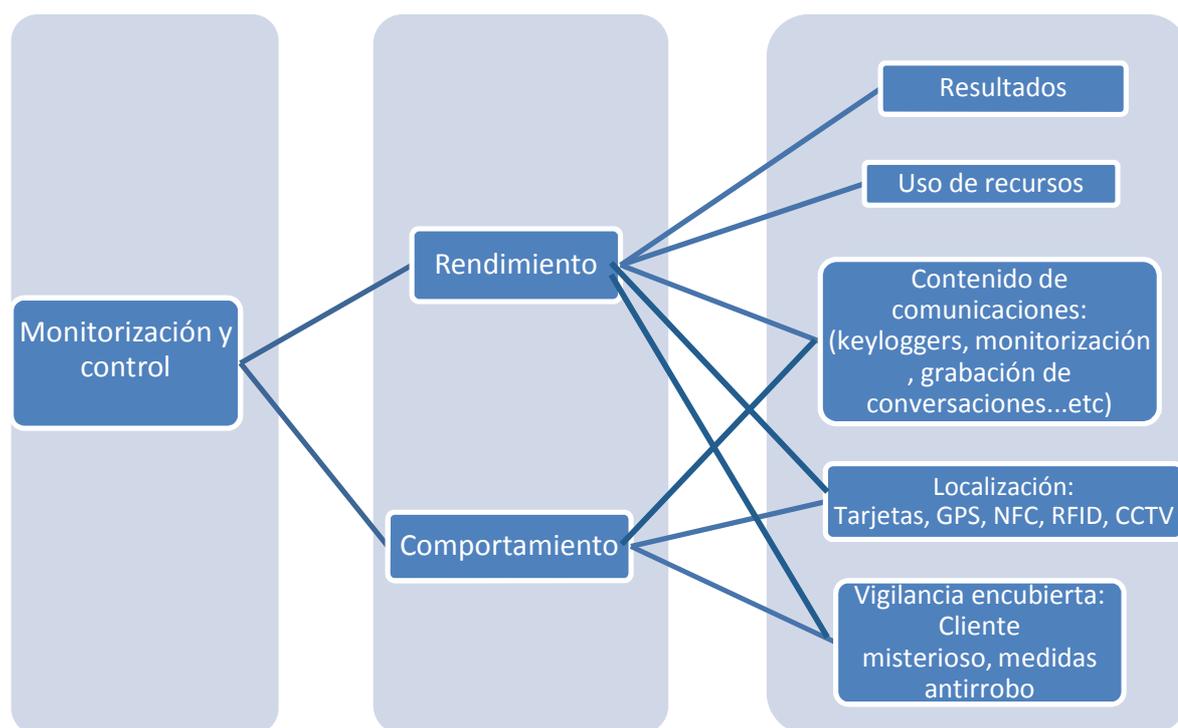
En la Figura 1 se resumen algunas técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por la dirección para la monitorización<sup>2</sup>. Por supuesto, pueden existir otras formas de monitorización en el entorno de trabajo, que pueden ser igual de omnipresentes y mucho menos fácilmente identificables o reguladas. Por otra parte, en los procesos productivos en marcha, lo deseable y probable es que la monitorización de comportamientos se lleve a cabo en tiempo real. (Ball, 2010)

---

<sup>2</sup> Los denominados keyloggers son programas no detectables que permiten guardar la información de cuanto se teclaea en un ordenador. La monitorización de un ordenador se puede realizar tomando capturas de la pantalla o viéndola en tiempo real de forma remota (Nord, McCubbins, & Nord, 2006). Las tecnologías NFC (Near Field Communications) y RFID (Radio Frequency IDentification) se utilizan típicamente en tarjetas sin contacto para control de accesos, y permiten detectar el paso de los portadores por determinadas zonas de la empresa, donde haya sensores instalados a tal efecto. El uso de CCTV (Circuitos cerrados de TV) permite la monitorización mediante cámaras de video.

En cualquier caso, (Darmon & Martin, 2011) afirman que los sistemas basados en el comportamiento van a requerir un mayor número de herramientas de control y más personas para la supervisión.

Figura 1. Técnicas para monitorización en el entorno laboral



Fuente: Adaptado de Ball (2010) y Regan (1998)

#### 1.4. Problemas de la monitorización de la fuerza laboral móvil

La monitorización en el trabajo es, en primer lugar, una necesidad, y en segundo lugar, un elemento normal y que se da por descontado en la vida laboral. Los empleados esperan que su rendimiento sea analizado, se establezcan objetivos y se obtenga información sobre sus actividades y quehaceres; de hecho, esto se considera una buena práctica de gestión.(Ball, 2010; DeNisi & Griffin, 2013; Mathis & Jackson, 2010)

Las controversias surgen, generalmente en tres situaciones: (i) Cuando la monitorización va más allá de lo que es razonable o necesario, (ii) Cuando se demanda información sumamente exacta y precisa acerca de cómo usan su tiempo los empleados y (iii) Cuando la aplicación o sistema de monitorización compromete la práctica del trabajo y afecta negativamente a los niveles existentes de control, autonomía y confianza (Ball, 2005, 2010; Stanton, 2000)

Así, pues, para evitar la aparición de las situaciones (i) y (ii), lo apropiado es determinar el grado de granularidad en la monitorización de tiempo y ubicación, de modo que exista un equilibrio razonable entre las necesidades de información por parte de la empresa y la percepción del carácter intrusivo del sistema de monitorización por parte del trabajador (Junglas, Johnson, & Spitzmüller, 2008)

Por otra parte, la asistencia, el grado de puntualidad, y la conducta son aspectos importantes del rendimiento laboral individual y a menudo se consideran producto del contexto laboral, satisfacción laboral incluida (Zeffane, Ibrahim, & Mehairi, 2008). La satisfacción laboral es un claro indicador predictivo de cuánta presión y estrés puede gestionar un empleado en el cumplimiento de sus tareas. Si los empleados disfrutan con su trabajo, serán probablemente más efectivos gestionando los factores de estrés que con seguridad deberán gestionar y por tanto minimizarán su absentismo y retrasos. Si están satisfechos con su trabajo, normalmente tendrán un amortiguador positivo para gestionar los demás factores de estrés que seguro se encontrarán. Numerosos estudios apoyan esta idea y han demostrado que la

satisfacción laboral está inversamente relacionada con el absentismo y comportamientos como los retrasos (Brewer & Lee, 2005; Judge, Thoresen, Bono, & Patton, 2001).

Es por todo ello que, de forma lateral, el uso de un Sistema de Información Móvil para el control ubicuo de presencia puede ser de ayuda inestimable a la hora de detectar este tipo de situaciones de insatisfacción laboral, a fin de introducir elementos correctivos para paliar o revertir la situación, tratando de reducir así el impacto en la competitividad que esta situación implica.

### **1.5 Definición del problema**

En el contexto económico actual, cobra importancia capital para una empresa mejorar su competitividad, racionalizando al máximo la inversión necesaria para lograrlo. Como se ha puesto de manifiesto, disponer de un Sistema de Información Móvil que permita el control –racional y no intrusivo- de la fuerza laboral es uno de los medios directos y efectivos para conseguir dicha mejora.

Se han detectado dos situaciones concomitantes únicas que pueden posibilitar que las PYMEs y empresas de tamaño medio dispongan de un Sistema de Información para el control de presencia, tanto para la fuerza de trabajo local como desplazada, con unos costes muy reducidos y con necesidad mínima de infraestructura:

(A) El recientemente alcanzado nivel de madurez de las tecnologías de localización de terminales<sup>3</sup> móviles, usando de forma transparente distintos mecanismos de posicionamiento (A-GPS, GPS, WiFi e identificación de Célula). Esta madurez tecnológica está además apoyada por la eclosión de dispositivos móviles de tipo Smartphone, con distintos sistemas operativos y con conectividad en banda ancha, ya disponibles en el mercado y que integran todas las anteriores tecnologías.

En el caso de España, se da además la especial circunstancia de ser el país europeo con mayor tasa de penetración de dispositivos móviles de tipo Smartphone, casi 9 puntos superior a la media de la UE5, y además se tiene la tasa de crecimiento interanual más elevada de la UE5.

(B) La actual y cada vez más imparable tendencia BYOD ("Bring Your Own Device") consistente en permitir a los empleados el uso de sus propios dispositivos de comunicación móvil (smartphones, tablets...etc) en la empresa, como herramienta complementaria que admite su función dual como dispositivo personal de uso privado y dispositivo de acceso a los Sistemas de Información de la empresa.

En la abundante literatura analizada, existe consenso unánime sobre la necesidad de disponer de Sistemas de Información empresariales que faciliten el camino de mejora en el rendimiento competitivo (Bradley, 1998; D'Aveni, 1994; de Assis Lahoz & Camarotto, 2012b; Ives & Learmonth, 1984), y se pone el foco particularmente en los Sistemas de Información Móvil (Yuan et al., 2010). Sin embargo, prácticamente toda la literatura está

---

<sup>3</sup> En el Sector de Telecomunicaciones se suele usar "terminal" como sinónimo de "dispositivo". La RAE define terminal como "Máquina con teclado y pantalla mediante la cual se proporcionan datos a una computadora o se obtiene información de ella".

referida a Sistemas de Información Móviles utilizando dispositivos propiedad de las empresas, estrictamente controlados por la función de TI, y se ha detectado un número escasamente relevante de publicaciones que contemplan el nuevo paradigma BYOD que está cambiando radicalmente el panorama de las TI móviles, sobre todo en el ámbito de los costes y el ROI asociados.

Por otra parte, en el ámbito del control de la fuerza laboral como vía de mejora competitiva, se han encontrado en la literatura numerosas publicaciones y libros que ofrecen un fuerte respaldo a la idea de que el control es más efectivo para los intereses de la empresa a medio y largo plazo cuando éste se basa en comportamientos (Anderson & Oliver, 1987; Cravens et al., 1993; Miguel Molina & Benet, 2012).

De forma casi invariable, el foco de estos estudios son las grandes empresas, apoyándose en la idea subyacente de que los sistemas basados en el comportamiento tienen una notablemente mayor exigencia en lo referente al número de herramientas de control y de personas para la supervisión –lo que implica grandes inversiones- (Darmon & Martin, 2011), aparentemente descartando la posibilidad de que las PYMEs se beneficien de este mecanismo de control, lo que supone una clara confrontación con la tesis de que es precisamente en estas pequeñas y medianas empresas donde existe un mayor recorrido de mejora de competitividad cuando se implantan Sistemas de Información (Qureshil, Kamal, & Wolcott, 2009). Por otra parte, apenas se han encontrado referencias a modelos de Sistemas de Información que aúnen las Tecnologías Móviles con el control de la fuerza laboral basada en comportamientos.

En el cuerpo de conocimiento proporcionado por la literatura hay también consenso en que los criterios más efectivos del control basado en comportamiento son los que recogen las dimensiones de ubicación y tiempo (Balasubraman et al., 2002; Jarvenpaa et al., 2003; Liang & Wei, 2004; Yuan & Zhang, 2003). Sin embargo, no se han encontrado apenas referencias a las características que ha de tener un Sistema de Información Móvil para obtener en movilidad los datos de ubicación y tiempo contemplando el modelo BYOD, en el que uno de los desafíos más relevantes es la universalidad a la hora de recoger la necesaria información de dimensiones espacial y temporal de manera transparente al usuario, dada la amplia variedad de dispositivos que se han de contemplar. Por otra parte, tampoco se han encontrado apenas referencias sobre los criterios a seguir para considerar como válido un dato de ubicación en términos de exactitud, aplicada al control basado en comportamiento de la fuerza laboral.

## **1.6 Objetivos del estudio**

### *Objetivo General:*

Se analizará la viabilidad del uso de los propios dispositivos móviles de tipo smartphone de los trabajadores -siguiendo el paradigma BYOD- como elemento válido para el control de presencia por parte de las empresas (tanto para la fuerza laboral desplazada como para la estacionaria), y diseñar un Modelo de Sistema de Información para el Control de la Presencia apoyándose exclusivamente en la aplicación de tecnologías de localización basadas en terminal, y siguiendo un criterio de minimización de costes y de universalidad de acceso.

### *Objetivos particulares*

- Determinar la conveniencia de aplicar los conceptos de consumerización de las TI y BYOD como mecanismo para reducir costes e incrementar el ROI de la implantación de un Sistema de Información móvil para el control de la fuerza laboral basado en comportamiento.
- Estudiar el Estado del Arte de las distintas tecnologías de localización física que se pueden utilizar en los dispositivos móviles, así como sus márgenes operativos en lo referente a la calidad (precisión y exactitud) de los datos de ubicación obtenidos.
- Estudiar el Estado del Arte de las distintas alternativas tecnológicas actualmente viables para el desarrollo de la aplicación móvil que debe utilizarse como parte del Sistema de Información Móvil en los propios dispositivos de los empleados, atendiendo al criterio de universalidad de acceso (acorde con el paradigma BYOD).
- Establecer referencias cualitativa y cuantitativas adecuadas para los grados de exactitud necesarios para la información de ubicación que se deben exigir en los distintos escenarios para el control de la fuerza laboral desplazada en las empresas, examinando para ello las normativas más exigentes sobre la calidad de los datos de ubicación que estén vigentes a nivel internacional.

- Analizar cuantitativamente la precisión de las tecnologías de localización de móviles con dispositivos reales (iOS<sup>4</sup> y Android<sup>5</sup>) bajo diferentes condiciones de conectividad y entornos físicos.
- Diseñar un Modelo de Sistema de Información Móvil empresarial para el control de presencia (basado en comportamiento, con datos de ubicación y tiempos) y desarrollar la base para una prueba de concepto.
- Analizar viabilidad de ofrecer el Sistema de Información como un servicio en la "nube" (sistema cloud<sup>6</sup>) para minimizar costes.
- Diseñar y desarrollar un prototipo que permita evaluar cuantitativamente el comportamiento del Sistema de Información en distintas situaciones de uso real, y permita obtener información valiosa sobre la aplicabilidad de las exigencias y condicionantes propuestos para el Sistema de Información.

---

<sup>4</sup> iOS es un sistema operativo móvil desarrollado por Apple Inc, y controla el funcionamiento de dispositivos como el iPhone, iPad, iPod y AppleTV

<sup>5</sup> Android es un sistema operativo para dispositivos móviles, inicialmente desarrollado por la empresa Android Inc, y actualmente propiedad de Google Inc, que ha liberado el código como open source bajo la licencia Apache para permitir a otros fabricantes su utilización, adaptación y mejora.

<sup>6</sup> La "nube" o sistema cloud es un modelo de computación en el que los recursos (almacenamiento, aplicaciones, servicios) están en servidores accesibles vía Internet, de forma ubicua, y para su utilización no se requiere más infraestructura que la que permite la conectividad. Un ejemplo es el servicio Dropbox para el almacenamiento de archivos.

### *Contribuciones*

Los resultados obtenidos confirman que actualmente ya es viable para las empresas la implantación de un Sistema de Información móvil para el control de la fuerza laboral desplazada, que les permita ganar competitividad, reduciendo al tiempo costes e incrementando el ROI, adoptando para ello el paradigma BYOD, que permite a los empleados utilizar sus propios dispositivos móviles de tipo smartphone en el ámbito laboral. A diferencia de otros estudios, se han examinado los condicionantes necesarios para que dicho Sistema de Información sea viable trabajando sobre datos reales del sector de las telecomunicaciones en España y aprovechando sus especiales características.

Asimismo, el presente estudio proporciona una referencia cuantitativa sobre la exigencia de la calidad de los datos de ubicación que ha de tener un Sistema de Información para el control de la fuerza laboral en su componente de localización. A diferencia de estudios previos, no sólo se evaluó empíricamente la calidad de los datos de posición obtenidos por los dispositivos móviles en un entorno perfectamente controlado, sino que además se han contrastado con los obtenidos en un uso en condiciones totalmente heterogéneas por parte de los empleados, como corresponde a situaciones más realistas y propias de la actividad empresarial, utilizando un prototipo del Sistema de Información, desarrollado *ad hoc*.

### *Organización del estudio*

El presente estudio se ha organizado en cinco capítulos: Introducción, Revisión de literatura, Metodología, Análisis y finalmente, Discusión/Conclusiones. En la introducción principalmente se plantean las necesidades de control basado en comportamiento de la fuerza laboral móvil como medio para incrementar la competitividad. En el segundo capítulo, de revisión de literatura, se examinan los paradigmas de la consumerización de las TI y su particularización para dispositivos móviles, BYOD, así como los distintos modelos tecnológicos para la provisión de servicios móviles basados en localización con carácter universal e independiente de la plataforma y sistema operativo del dispositivo, en estrecha vinculación con el estado actual del mercado de la telefonía móvil en España. Las hipótesis formuladas en este estudio se plantearon sobre la base de la teoría y modelos de control basado en comportamiento de la fuerza laboral, y las lagunas existentes en estudios anteriores, sobre todo en relación a su aplicabilidad al nuevo paradigma BYOD. Para examinar estas hipótesis, en el capítulo correspondiente a la metodología se desarrolla un método preciso, y se expone un elaborado proceso de recolección de datos, incluyendo la definición de la población, recogida y transformación de muestras. En el capítulo de análisis se realizan análisis estadísticos para aportar evidencias confirmatorias de las hipótesis. Por último, en el capítulo de discusión y conclusiones, se abordan las ventajas e inconvenientes del presente estudio, incluyendo sus contribuciones a las teorías actuales, sus limitaciones, y sugerencias para futuras investigaciones.



# CAPÍTULO 2

## REVISIÓN DE LITERATURA E HIPÓTESIS

### 2.1 Introducción

En el presente capítulo se abordará el concepto de la Consumerización de las TI, y su estado actual, así como el paradigma BYOD, haciendo una revisión de la literatura al respecto, examinando las ventajas e inconvenientes que para las organizaciones supone la adopción de éste último.

A continuación se analizará la situación actual de la telefonía móvil en España, y se podrá comprobar que se trata de un mercado especial, en el que los valores de los indicadores clave analizados superan ampliamente a los homólogos referidos a la media para la UE5.

Estos resultados, sumados a la adopción del modelo BYOD como estrategia de TI en la empresa, permiten asegurar que se dan las condiciones para la implantación de un Sistema

de Información para el control de la fuerza laboral basado en comportamiento, que haga un uso no intrusivo de tecnologías para la obtención de la información de ubicación de empleados a partir de sus propios dispositivos móviles.

A continuación se hace una revisión en la literatura sobre las características de los Servicios Basados en Localización -que utilizan necesariamente la ubicación de un dispositivo móvil para proporcionar valor-, y se determinan los distintos niveles de exigencia cualitativa de exactitud en función de las características intrínsecas de la aplicación. Conforme a estos resultados, y atendiendo a las características del Sistema de Información propuesto, para su viabilidad se establece como obligatorio alcanzar el nivel de exigencia de exactitud “Alta”.

Para cuantificar estos niveles de exigencia de exactitud, se ha realizado una revisión de la literatura y normativas existentes al respecto. Se ha encontrado que de entre las normativas en vigor a nivel mundial, la dictada por la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) de los EEUU, relativa a la exactitud de la localización de llamadas con origen móvil al Servicio de Emergencia E911, y que es de obligado cumplimiento para los operadores móviles del país, es la más específica y estricta, y además proporciona un cuerpo metodológico para los procesos de verificación de cumplimiento. Para el Sistema de Información propuesto, se considerarán como referencia cuantitativa los valores de exactitud más exigentes presentes y de futuro que propone la citada normativa, como interpretación del anteriormente mencionado nivel de exigencia de exactitud “Alta”.

Por último, se hace un análisis del estado del arte de las opciones tecnológicas para el desarrollo de Sistemas de Información Móvil Empresariales, haciendo especial hincapié en

criterios de costes de desarrollo, despliegue y mantenimiento de los mismos. Se desprende de este análisis que existe una solución que minimiza costes a la vez que maximiza la universalidad de acceso desde distintos dispositivos móviles, lo que la convierte en candidata idónea para su aplicación en el desarrollo del Sistema de Información para el control de la fuerza laboral basado en comportamiento.

## **2.2 Consumerización de las TI en el ámbito empresarial**

La consumerización de las Tecnologías de la Información hace referencia al uso recursos de TI de consumo, como pueden ser dispositivos y software, cuya propiedad pertenece a los empleados, que los usan no sólo en su esfera privada sino también en el ámbito laboral.

El término fue acuñado con la intención de poner en valor el uso creciente de las TI de consumo a nivel laboral en el ámbito empresarial (Moschella, Neal, Opperman, & Taylor, 2004). Otros estudios enfocan la consumerización como el abandono de las TI empresariales convencionales –tanto hardware como software- a favor de tecnologías de consumo, capaces de proporcionar mayor libertad y una mejor experiencia de usuario (Murdoch, Harris, & Devore, 2010). También se define como la “adopción de aplicaciones, herramientas y dispositivos de consumo en el entorno laboral” (Harris, Ives, & Junglas, 2012). Es más, Harris, Ives, y Junglas, (2011) establecen la propiedad de los dispositivos y aplicaciones como criterio distintivo. En la Tabla 1 se encuadra la consumerización en términos de propiedad y ámbito de aplicación de las TI involucradas.

En diversos estudios, la consumerización queda definida como un nuevo escenario en el que los trabajadores “invierten sus propios recursos para adquirir, aprender a usar y usar de forma efectiva un amplio abanico de tecnologías de consumo y las herramientas software asociadas”, en el contexto laboral. (Niehaves, Köffer, & Ortbach, 2013)

Hudson, (2012) matiza las definiciones proporcionadas por Harris et al., (2012) indicando que según estos últimos, en la consumerización de las TI cabría la posibilidad de que fuese el proceso del gobierno de TI tradicional de la empresa quien adquiriese los medios de TI de consumo para sus trabajadores, y propone el uso de la expresión “*TI de consumo como TI corporativo*” como diferenciada de “consumerización”, a fin de recalcar que la iniciativa parte exclusivamente del empleado, que adquiere su tecnología de consumo y la aplica en el ámbito laboral usando software encontrado en internet, para cumplir su cometido laboral. No se ha encontrado literatura posterior que haga hincapié en esta diferenciación terminológica.

Tabla 1. Caracterización de la consumerización de las TI.

		Ámbito de utilización	
		Privado	Laboral
Propiedad	Del empleado	Uso de TI privada para propósitos privados (ej: acceso a redes sociales, con móvil o tablet personal)	<b>Consumerización</b> (ej. Uso de Smartphone personal para acceso a correo corporativo, o información de la empresa en la nube)
	De la empresa	Uso de TI de la empresa para propósitos personales (por ej, acceso a banca electrónica desde un portátil de la empresa)	Uso convencional de TI de la empresa para trabajar (por ej, acceso al correo corporativo, a sistemas CRM, ERP..etc)

Fuente: Adaptado de Niehaves et al.(2013) y Murdoch et al. (2010)

En sentido amplio, la consumerización de las TI puede tomar distintas formas y apariencias: a nivel de dispositivos puede referirse a smartphones, tablets, portátiles convertibles, etc. A nivel software puede hacer referencia a servicios cloud como Dropbox, SkyDrive o Google Drive, a servicios de comunicación como Skype, Google Talk o bien a redes sociales profesionales como LinkedIn. Incluso puede tomar formas más sutiles, como la necesidad de un directivo de acceder a la red corporativa usando su iPad personal, o a la iniciativa de un trabajador de proporcionar formación interna o de marketing vía YouTube.

### **2.2.1 Cambio de enfoque en los procesos empresariales basados en TI**

Según Niehaves et al., (2013) el sentido tradicional del flujo de difusión tecnológica desde las empresas hacia la esfera privada y doméstica está revertiéndose a un ritmo vertiginoso de modo cada vez más orientado por el trabajador en su rol privado de consumidor, que elige las TI disponibles en el mercado de consumo.

Así, uno de los elementos esenciales de la consumerización es el cambio de paradigma de la innovación en las TI, pasando de usar un enfoque top-down a un enfoque bottom-up. En este contexto, aparece en el ámbito empresarial un ciclo de vida inverso de adopción tecnológica: los empleados aportan al entorno laboral su experiencia con las tecnologías de consumo, y directa o indirectamente presionan a sus empresas para que adopten las nuevas tecnologías (Moore, 2011)

Así entendida, la consumerización está cambiando las reglas del juego en el ámbito de las TI. El territorio soberano de las TI corporativas y de los fabricantes de TI empresarial está

siendo erosionado por el mercado de consumo, los consumidores, y sus redes sociales, siendo así que los límites de la red corporativa de una organización están cada vez menos claramente definidos.

Todo ello lleva a afirmar que la consumerización de las TI constituye un significativo elemento facilitador de cambio que está redefiniendo en términos prácticos y efectivos la relación entre los empleados y la organización de las TI en la empresa (Harris et al., 2011). Examinando las pocas publicaciones relevantes existentes sobre el tema, se puede apreciar que aún existe poca investigación científica realizada en este campo, y muchos de los estudios disponibles han sido realizados por grandes firmas de consultoría, cuyo foco es, en términos generales, ofrecer bien una visión actual del fenómeno, o bien consejos normativos a la alta dirección, sobre todo al nivel CIO, para un tratamiento adecuado de la problemática asociada.

### **2.2.2 Ventajas de la consumerización en las empresas**

Dentro de la literatura científica relativa a la consumerización, se han detectado coincidencias claras en cuanto a las ventajas que supone la consumerización de las TI para las empresas, como son:

1. **Satisfacción del empleado.** Según un estudio realizado por Gens, Levitas y Segal, (2011), la mitad de las organizaciones basadas en TI, identifican la satisfacción del empleado como una de las principales ventajas de la consumerización. Hoy día, el disfrute de tecnologías de consumo tiene un papel importante en todos los grupos de

edad de empleados, pero el efecto es aún más intenso en el segmento de trabajadores más jóvenes (Venkatesh, Thong, y Xu, 2012). Los empleados aprecian en gran medida la conveniencia de trabajar con la última tecnología, que se corresponde con la que usan fuera del ámbito laboral, y que mejor se ajusta a las características de su trabajo (Harris et al., 2012). Con estas premisas, se puede afirmar que la motivación y satisfacción laboral derivadas de la consumerización de las TI constituye un importante activo para las organizaciones (Niehaves et al., 2013).

2. **Velocidad de adopción.** Puesto que la consumerización de las TI implica que los usuarios finales ya conocen una tecnología, debido a que la utilizan cotidianamente en el ámbito personal, las empresas no tienen que proporcionar sesiones de formación, y pueden iniciar de inmediato la implantación tecnológica (Murdoch et al., 2010; Niehaves et al., 2013).
  
3. **Aumento de la competencia laboral del empleado.** La literatura sugiere que existe una influencia positiva de la consumerización de las TI en el grado de competencia, esto es, la capacidad de resolver problemas con mayor facilidad cuando usan TI privadas (Dell e Intel, 2011). Esto se debe a que los usuarios finales perciben que sus aplicaciones y dispositivos de consumo son más sencillos de usar y más intuitivos y el conocimiento y destrezas adquiridas con su uso pueden ser fácilmente transferidas y usadas en un contexto laboral (Harris et al., 2011; Murdoch et al., 2010). Además, se ha encontrado una significativa correlación positiva entre la competencia percibida y la facilidad de uso percibida (Roca y

Gagné, 2008): Si una tecnología se percibe como más fácil de usar, la competencia general percibida en relación a esta tecnología también crecerá. Además, de acuerdo con la Teoría de la Autodeterminación, los factores sociales-contextuales que conducen a un sentimiento de competencia pueden incrementar de forma positiva la motivación intrínseca hacia la tarea (Ryan y Deci, 2000), lo que en última instancia es un factor que contribuye a la competitividad empresarial.

4. **Disponibilidad del empleado.** Las empresas desean disponer de una fuerza laboral, suficientemente flexible como para estar disponible cuando aparezcan las necesidades de negocio. Lo cierto es que aunque una parte considerable de la fuerza laboral aprecia los procedimientos del trabajo flexible, no menos cierto es que se puede inducir una carga de trabajo superior para los empleados (Dell e Intel, 2011). Si los empleados utilizan sus dispositivos personales para comunicaciones relacionadas con el trabajo, el “tiempo personal” deja de estar claramente definido, como dejan de estarlo los límites entre la vida privada y el horario laboral. En este escenario, los empresarios saben que los empleados pueden trabajar fuera del horario laboral, y es más probable que se les puedan asignar tareas en esos momentos. Gens et al., (2011) y Niehaves et al., (2013) coinciden en sus análisis en que más del 80% de los departamentos de TI de las empresas consultadas afirman que la consumerización de las TI incrementa la carga de trabajo del empleado.
  
5. **Autonomía del empleado.** Los empleados normalmente asocian la consumerización de las TI con un mayor grado de libertad al tener la posibilidad de elegir sus propias herramientas (Harris et al., 2012; Murdoch et al., 2010). En

consecuencia, existe una mayor autonomía e independencia para los empleados, puesto que toman decisiones de TI por su cuenta o buscan de forma autónoma soporte técnico cuando lo precisan. Y lo que es más importante para la competitividad empresarial, Ke y Zhang, (2010) señalan la influencia de la autonomía sobre la motivación y el esfuerzo orientado a la tarea.

### **2.2.3 Estrategias empresariales para la Consumerización de las TI**

La serie de ventajas anteriormente enumeradas sugieren que las políticas corporativas deberían ajustarse en el sentido de contemplar el fenómeno de la consumerización de las TI. El problema es que los departamentos de TI, que hasta el momento solían quienes dispensaban y gestionaban en exclusiva el hardware y software de la empresa, ahora deberán hacer frente al reto que suponen empleados que hacen uso de smartphones, tablets, así como de los millones de apps que están disponibles para estos dispositivos en sus respectivas tiendas de aplicaciones.

Las estrategias adoptadas deberán tener también en cuenta la introducción frecuente de nuevos productos, distintas versiones de sistemas operativos, el uso de sistemas públicos de almacenamiento en la nube, y un incremento notable de los riesgos de seguridad (Harris et al., 2012)

En la literatura se han encontrado tres enfoques principales como estrategias empresariales para afrontar la consumerización de las TI (Ver Figura 2). Las dos primeras estrategias tienen unas características diferenciadas y contrapuestas bastante explícitas, mientras que la tercera toma elementos de ambas:

- **La estrategia “laissez-faire”**, que implica una tolerancia explícita y sin límites del uso de dispositivos y software de consumo en el entorno laboral (y que también puede entenderse como simple ignorancia del fenómeno, cuando esta tolerancia no es explícita). En este caso, las empresas no disponen de políticas específicas en vigor; otras pueden tenerlas pero no fuerzan su cumplimiento. Aunque se puede argumentar que en realidad no se trata de una estrategia, en cualquier caso es del agrado de numerosos empleados (Harris et al., 2012). Esta estrategia puede reducir la inversión empresarial en infraestructura de TI, pero puede llevar aparejada una mayor preocupación sobre la seguridad de los datos, así como relativa a la estandarización y compatibilidad de la tecnología (Boomer, 2012; Budak, 2012; Gale, 2012).
- **La estrategia de control estricto**, es una estrategia autoritaria con la que las organizaciones controlan estrechamente el uso de dispositivos de consumo. Estas empresas delimitan estrictamente el alcance y número de dispositivos y aplicaciones de consumo utilizadas dentro de sus límites. Entre los principales motivos para seguir esta estrategia está el ahorro de costes anticipado (logrado mediante la estandarización), un mantenimiento más sencillo, así como medidas de seguridad

simplificadas (Forrester, 2012). En cualquier caso, este enfoque lleva aparejada una elevada inversión en dispositivos y software que siempre se ha de tener en consideración (Stanton & Stam, 2006; Weckert, 2005). En la práctica, esta estrategia se aplica cuando se deben cumplir determinadas regulaciones, normalmente para contratación en ámbitos específicos tanto del sector público (por ej. Defensa) como del sector privado.

- **Estrategias intermedias.** En un punto intermedio de las dos anteriores, y se aplican en empresas donde la dirección admite en distintos grados el uso por parte de los empleados de las TI de consumo para actividades y necesidades relacionadas con el trabajo, admitiendo su potencial y aceptando lo inevitable de su utilización. Puede tomar muchas formas, por ejemplo, ampliando el abanico de dispositivos de consumo admitidos, como puede ser añadir determinados móviles Android o el iPhone a la lista de dispositivos aceptables. Otras empresas, en lugar de aprobar el uso de dispositivos concretos, ponen el foco en los requisitos técnicos que han de cumplir los dispositivos de los empleados para su uso en la red corporativa (por ejemplo, tipo y nivel de cifrado, gestión de contraseñas y bloqueo remoto) (Forrester, 2012). Las empresas que siguen esta estrategia normalmente exigen que los empleados se adhieran a una política de uso aceptable que permite a la empresa eliminar todos los datos del dispositivo en caso de pérdida o marcha del empleado (Boomer, 2012).

Figura 2. Estrategias empresariales para abordar la consumerización de las TI



Fuente: Adaptado de Harris et al., (2012)

### 2.3 BYOD, tecnologías móviles y la nueva naturaleza móvil del trabajo

Uno de los primeros indicadores de que una empresa está involucrada en la adopción de la consumerización de las TI es la aplicación de programas BYOD (“Bring Your Own Device”, “Traiga su propio dispositivo”) que permiten –y en muchos casos incentivan y fomentan- el uso de los dispositivos personales de los empleados (Hislop & Axtell, 2011; Keyes, 2013).

El concepto BYOD sustituye al modelo anterior, UWYT (“Use What You are Told”, “Use lo que se le ha dicho”). Este modelo, previo a la aparición de la Consumerización de las TI, es justamente el opuesto a BYOD, y se basa en un control estricto por parte de la empresa

sobre los dispositivos que se pueden usar para el acceso a los Sistemas de Información corporativos (Singh, 2012)

El movimiento BYOD está fuertemente respaldado por otras tendencias como la mayor venta de smartphones, las crecientes demandas de trabajadores de la generación X –y posteriores- que requieren y esperan acceso a información en cualquier momento y lugar y la del creciente número de directivos y altos cargos que desean utilizar su smartphone personal para trabajar (Trend Micro, 2011).

Según Bernnat, Acker, Bieber, y Johnson, (2010), “El trabajo ya no es un lugar al que se acude y después se abandona, sino una actividad continua”. En efecto, actualmente la mayoría de los empleados –especialmente en el sector servicios- ya no están únicamente vinculados a su puesto de trabajo físico, sino que constituyen una fuerza laboral móvil, que se desplaza y pese a ello siguen teniendo la posibilidad de conectar con sus compañeros y clientes, para poder realizar su trabajo (Johns & Gratton, 2013). Esta flexibilidad móvil trae consigo numerosos beneficios, entre los que se encuentran:

- **Aprovechamiento de tiempos muertos.** Las tecnologías móviles y la conectividad permiten a los trabajadores móviles hacer un uso más eficiente de los tiempos que tradicionalmente se hubieran considerado como “muertos”, como por ejemplo los desplazamientos al centro de trabajo o las esperas en aeropuertos. En el pasado, estos tiempos muertos podrían ser causantes de frustración y ser considerados como un serio problema o limitación, en particular cuando había plazos de entrega próximos. Las tecnologías móviles proporcionan a los empleados la posibilidad u

oportunidad de seguir involucrados de forma productiva en el trabajo en esas ocasiones (Axtell, 2011).

- **Mayor flexibilidad y control.** El trabajo móvil se asocia frecuentemente a un trabajo más flexible, en el que las personas pueden trabajar en distintos instantes en distintos lugares –lo que puede facilitar el equilibrio entre trabajo y vida personal– en lugar de estar restringidas a unos horarios concretos y puesto de trabajo concreto (Axtell, 2011). Los trabajadores con mayor libertad de planificación, que pueden ajustar los tiempos de sus exigencias laborales para encajarlos con sus necesidades personales y familiares tienen una mayor satisfacción laboral, un mayor bienestar psicológico, y un mayor compromiso con su trabajo (Kossek, Lautsch, y Eaton, 2006)

Por otra parte, en el informe final de un estudio global relevante sobre la evolución de la fuerza laboral (TNS, 2011), se concluye que el incremento del uso de tecnologías de movilidad, y en especial el soporte de BYOD para los trabajadores, constituye una decisión estratégica clave en el ámbito de la eficiencia operativa, para la supervivencia en mercados fuertemente competitivos.

De hecho, el nivel de comprensión acerca del potencial del acceso móvil a los recursos de la empresa para obtener una ventaja competitiva está creciendo rápidamente, y las empresas están reconociendo que los beneficios vendrán de la mano de una hábil integración de smartphones y tablets en los procesos de negocio (Foster, 2012). Cada vez más, la competitividad de una empresa depende de la capacitación de los trabajadores móviles para

ser productivos en cualquier lugar, así como de una respuesta rápida a las exigencias del mercado (Trend Micro, 2011).

### **2.3.1 Ventajas de la estrategia BYOD para dispositivos móviles en la empresa**

Además de las ventajas ya señaladas como propias de la Consumerización de las TI en las empresas, en la literatura se encuentran numerosas ventajas adicionales, específicas para las tecnologías móviles involucradas en una estrategia BYOD empresarial:

- **Ahorro en inversión en TI.** La empresa elude gastos en hardware y en tarifas de datos de banda ancha móvil (Lahiri, Dewan, & Freimer, 2012). Los empleados adquieren sus dispositivos, contratan su tarifa de datos en banda ancha móvil y configuran por su cuenta la conectividad, todo ello con recursos propios (Kim & Han, 2009; Kuo & Yen, 2009; Sawyer, Allen, & Lee, 2003) Esto libera a la empresa de la obligación de gestionar un inventario de dispositivos móviles, y, sobre todo, evita la gestión de contratos de datos con operadores móviles (Boomer, 2012). Todo ello, indirectamente, facilita a las empresas centrarse en decisiones estratégicas, más que dedicar tiempo a operaciones (Singh, 2012). Lo importante de BYOD es el ROI que la empresa obtiene: es prácticamente todo retorno, sin casi inversión (Steinert-Threlkeld, 2011)
- **Los empleados son más productivos.** Cuando pueden usar sus propios dispositivos, pasan a ser directa o indirectamente empleados móviles, y se observa un incremento en la eficiencia y productividad (Boomer, 2012) . Según el estudio

iPass (Axtell, 2011) los empleados que usan dispositivos móviles tanto para trabajo como para uso personal dedican más de 240 horas extra anuales que aquellos que no lo hacen.

- **Alivio de la función de TI.** Los empleados ya están familiarizados con los dispositivos móviles y saben usarlo, puesto que los utilizan a diario para cubrir sus propias necesidades de comunicación, conectividad y acceso a servicios en vidas personales. Y precisamente por tratarse de dispositivos personales, los empleados son siempre más proclives a dedicar su propio tiempo a averiguar cómo funcionan y cómo sacarles más partido, que si se tratase de una actividad estrictamente relacionada con el trabajo. Se reduce por tanto drásticamente el tiempo de formación en TI de los empleados (Singh, 2012) y además supone una liberación importante de problemas clásicos a la función de TI de la empresa, relacionados con el soporte, mantenimiento y resolución de incidencias. (Boomer, 2012)
- **Ciclos de actualización tecnológica más cortos.** Resulta mucho más sencillo para los usuarios cambiar a la última versión del software o actualizar el propio dispositivo en un plazo de tiempo que habitualmente no sería posible en las empresas (Singh, 2012)
- **Satisfacción de los empleados.** Se observa que en general, dar la opción a los empleados de elegir su dispositivo móvil de acceso incrementa su satisfacción laboral. Ciertamente para muchas personas, los dispositivos móviles, aparte de su

función tecnológica, se han convertido en accesorios de moda y diferenciadores que pueden transmitir elementos de la propia personalidad. Como con cualquier otro complemento, es importante poder tener la capacidad de elegir. (Harris et al., 2012; Venkatesh et al., 2012)

### **2.3.2 Inconvenientes y posibles efectos colaterales de la estrategia BYOD para dispositivos móviles en la empresa**

Uno de los beneficios implícitos para la empresa de la aplicación de una estrategia móvil basada en BYOD es que se puede contactar con el empleado 24 horas al día, puesto que la mayoría de los usuarios no apagan sus dispositivos móviles. Según el informe iPass, la mayoría de los empleados trabajan horas extra como resultado de este incremento de flexibilidad, haciéndolo además en casi cualquier momento libre del día. Axtell, (2011) indica en su análisis que puede producirse un deterioro en el normal equilibrio entre trabajo y vida personal, y puede suponer una mayor presión por parte de compañeros de trabajo para permanecer conectado, y posiblemente una menor productividad debida al desgaste que supone esta extensión de horas de trabajo.

Turel, Serenko, y Bontis, (2011) realizaron un estudio empírico centrado en el uso móvil del correo corporativo, en el que se revela que los empleados que incrementaron su nivel de adicción al correo móvil percibieron una sobrecarga de trabajo, así como conflictos entre tecnología y ámbito familiar. La percepción de sobrecarga de trabajo lleva asociada además un cierto impacto negativo en el compromiso laboral (Spira y Feintuch, 2005).

Lo cierto es que en los últimos años, el trabajo diario ha cambiado sustancialmente debido al propio uso de las TI. En efecto, la jornada laboral está ahora llena de interrupciones. Se ha perdido el control de la planificación de la jornada laboral, puesto que el uso del correo electrónico, redes sociales corporativas y aplicaciones de trabajo en equipo suponen que aunque los empleados estén mejor conectados, es más probable que sean interrumpidos en sus tareas, más aún si se usan dispositivos móviles (Hislop y Axtell, 2011). En un entorno tradicional de oficina, las personas pueden ver si un compañero está en situación de poder ser interrumpido, pero en un entorno de trabajo virtual no siempre es el caso.

White, (2012) concluye en su investigación que se pueden producir interrupciones con intervalos que oscilan entre los 4 y 11 minutos, y que raramente es posible trabajar por más de 10 minutos en una tarea específica sin desconectarse deliberadamente de todos los canales de comunicación, y ello corriendo el trabajador el riesgo de dejar de ser considerado como trabajador de equipo. Existe una fuerte tendencia a mostrar un alto grado de respuesta a las interrupciones como muestra de compromiso del trabajador con la empresa, pero la investigación reciente muestra que cada interrupción puede tener un impacto significativo en la productividad en momentos posteriores (Mark, Gudith, y Klocke, 2008). Si se incrementan las interrupciones en el entorno móvil, la ganancia neta en productividad pudiera ser significativamente menor de lo esperado o prometido (I.Focus, 2012).

Por otra parte, las interrupciones se deberían considerar como un efecto colateral inevitable, que no tiene directamente que ver con la adopción de la estrategia BYOD por parte de la empresa, por el simple hecho de que los empleados llevan siempre consigo sus

smartphones personales y siguen permanentemente conectados con su esfera personal mediante aplicaciones de mensajería y redes sociales(Wareham, Busquets, & Austin, 2009). Según Spira y Feintuch (2005) los trabajadores más jóvenes, que están especialmente inclinados a llevar dispositivos de última generación con ellos allá donde vayan, podrían argumentar que el tiempo trabajado fuera de la oficina podría ser una compensación por las interrupciones que sufren cuando tendrían que estar trabajando con normalidad.

## **2.4 Situación Actual de la Telefonía Móvil en España**

En relación con el estado actual de la telefonía móvil y servicios móviles, en España se dan circunstancias únicas, que pueden ser plenamente explotadas por las Empresas y PYMEs en sus operaciones.

En efecto, en términos de penetración de la telefonía móvil en España, el 94.3% de la población posee un teléfono móvil, cuota que llega al 99% entre los jóvenes de 25 a 34 años (Fundación Telefónica, 2012).

Por otra parte, según datos de ComScore (2012), en España se ha alcanzado la tasa de penetración de smartphones o móviles inteligentes más alta de la UE5 (España, Italia, Reino Unido, Francia y Alemania), de un 63.2%. El crecimiento interanual ha sido de un 14.8%, también el más alto de la UE5. (Tabla 2)

Tabla 2. Tasa de penetración de Smartphones en la UE5

Penetración de Smartphones (% de usuarios de móvil)	Octubre 2011	Octubre 2012	Variación Interanual
UE5	41.6%	54.6%	13%
España	48.4%	63.2%	14.8%
Reino Unido	48.1%	62.3%	14.2%
Francia	38.1%	51.4%	13.3%
Italia	42.1%	51.2%	9.1%
Alemania	34.2%	48.4%	14.2%

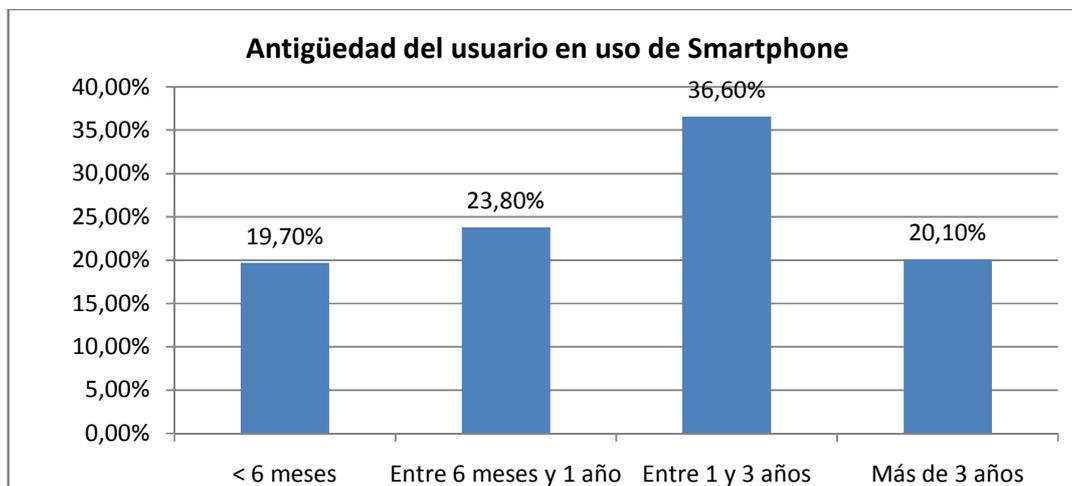
*Fuente: adaptado de ComScore (2012)*

Además, la decimotercera edición del Informe de la Sociedad de la Información en España (Fundación Telefónica, 2012), señala que en el último año se ha producido una renovación sin precedentes del parque de teléfonos móviles: casi un 20% de los propietarios de smartphones adquirió su dispositivo hace menos de 6 meses, y sólo una quinta parte de los usuarios de móviles inteligentes disponen de uno desde hace más de tres años (Figura 3).

Todo esto nos permite afirmar que actualmente en España el parque de dispositivos móviles es uno de los más avanzados del mundo, con todo lo que implica en posibilidades de aplicación directa al mundo empresarial.

De forma complementaria, los ciudadanos españoles superan muy ampliamente la media europea en posesión de dispositivos tecnológicos directamente relacionados con movilidad, por ejemplo en el caso concreto de los tablets la cuota llega a ser del 14% frente al 7% de la media europea (TNS, 2012).

Figura 3. Antigüedad del usuario en el uso de Smartphones en España



Fuente: Adaptado de Fundación Telefónica, (2012)

Este fenómeno no está restringido al ámbito de los ciudadanos, sino que también resulta de aplicación al ámbito de las empresas. A nivel global, e independiente del operador, la banda ancha móvil es el servicio de comunicaciones que más crecimiento ha experimentado en España en el último año entre autónomos y PYMEs, produciendo una variación interanual de un 39%, fundamentalmente debida a la necesidad de conexión móvil a Internet, que experimenta un crecimiento del 62,7% en el mismo periodo (Fundación Telefónica, 2012).

En cuanto a la distribución del mercado móvil por plataformas -Sistemas Operativos- y fabricantes, se confirma la singularidad del mercado español a nivel mundial (KWP, 2013), puesto que la cuota que alcanzan las ventas de nuevos smartphones basados en Android llega al 93.5%, más de 25 puntos por encima de la media de la UE5 (Tabla 2).

Se observa por tanto la tendencia por la que se consolidan como sistemas mayoritarios Android (Google) e iOS (Apple), llegando a un 96,7% en los tres meses anteriores a Marzo de 2013 (Figura 4. Cuotas de Sistemas Operativos y Fabricantes en ventas en España y en la UE5 (Figura 4), aunque es de esperar que esta cuota conjunta se vaya moderando de nuevo, por el impacto de la paulatina introducción de nuevos Sistemas Operativos para dispositivos móviles en el mercado (Windows Phone 8, Blackberry 10, Firefox OS, Tizen...etc), que abrirá una mayor diversidad en el parque de terminales móviles.

Figura 4. Cuotas de Sistemas Operativos y Fabricantes en ventas en España y en la UE5

Sistemas Operativos de nuevos smartphones (%)	Fabricante	España	EU5
Android	Google et al.	93.5 %	68.8%
iOS	Apple	3.2%	19.4%
Symbian	Nokia	1.5%	1.6%
Blackberry OS	RIM/Blackberry	0.2%	2.7%
Windows Phone	Microsoft	1.3%	6.5%
Otros	Otros	0.3%	1.1%

Fuente: Adaptado de KWP (2013)

## 2.5 Servicios móviles basados en localización

Con el fin de conformar el contexto adecuado para el modelo de Sistema de Información que se propondrá para el control de la fuerza laboral basado en comportamiento, utilizando los propios dispositivos móviles de los empleados se examinan a continuación los servicios que se pueden utilizar para obtener la ubicación de dichos empleados, como parte del Sistema de Información.

Los Servicios Basados en Localización (LBS<sup>7</sup>) se pueden definir de forma genérica como servicios que integran la posición (geográfica, de red o conceptual) de un dispositivo móvil con otra información de contexto relevante, proporcionando al usuario un valor añadido<sup>8</sup> (Figge, 2004; Karimi, 2013).

Existen diversos enfoques para la clasificación de los servicios LBS. Una de las principales distinciones se realiza en torno a si son servicios orientados a personas o a dispositivos (Brimicombe & Li, 2009; Schiller & Voisard, 2004)

- Las aplicaciones LBS **orientadas a personas** son todas aquellas en las que el propósito principal de la aplicación es determinar la ubicación de a una persona o usar la posición de una persona para ofrecer un servicio de valor añadido (Figge, 2004; Küpper, 2005). En este caso la persona objeto de la localización puede controlar el servicio y decide explícitamente cuándo se obtiene y se utiliza la información de su ubicación (por ejemplo, un empleado de mantenimiento de parques y jardines, que envía una notificación de una incidencia, junto con su ubicación)

---

<sup>7</sup> Location Based Services, en adelante LBS

<sup>8</sup> Por ejemplo, el servicio LBS más básico obtiene la ubicación del usuario y la combina con información cartográfica, mostrando la ubicación del usuario en un mapa, junto con otros puntos de interés cercanos (farmacias, gasolineras...etc)

- Las aplicaciones LBS **orientadas a dispositivos** son externas al usuario, que no controla directamente el servicio (Karimi, 2013; Küpper, 2005) . Por ejemplo, aplicaciones de monitorización continua para la gestión de flotas o de recuperación de vehículos robados. En este caso, es un dispositivo normalmente embarcado en vehículos el que sin intervención humana y de forma autónoma, permite la localización a un tercero.

Por otra parte, las aplicaciones LBS se pueden clasificar como reactivas o proactivas, según el grado de intervención del sujeto de la localización (Brimicombe & Li, 2009):

Una **aplicación LBS reactiva**<sup>9</sup> es aquella que siempre es activada explícitamente por el usuario. En este caso, la interacción entre el empleado usuario de un Sistema de Información basado en localización y el servicio LBS es siempre del mismo tipo: el usuario invoca el servicio desde un terminal móvil, solicitando entonces ciertas funciones o determinada información, y para ello el servicio obtiene la información de localización necesaria, la procesa y entrega los resultados contextualizados al usuario (por ejemplo, la lista de farmacias de guardia más próximas). Así, un servicio LBS reactivo se caracteriza por la interacción necesaria entre usuario y servicio (Karimi, 2013). Si se trata de actividades de monitorización continua, conllevan un elevado tráfico de datos que conviene regular en términos de frecuencia de actualización (Gök & Ulusoy, 2000)

---

<sup>9</sup> También denominadas de tipo “Pull”

Por el contrario, una **aplicación LBS proactiva**<sup>10</sup> se inicializa automáticamente siempre que se produce un evento de localización predefinido, por ejemplo, si un empleado usuario del Sistema de Información se acerca a, entra en o abandona una determinada zona o punto de interés para la empresa. Una buena muestra de este tipo de servicio sería un servicio de marketing móvil que enviase (con su consentimiento previo) un mensaje a un cliente con alguna oferta promocional cuando éste se acerque a una de las tiendas de una cadena de distribución comercial minorista. Así, en los servicios proactivos, la interacción entre el usuario y el servicio es asíncrona, no prevista de antemano por el usuario, por lo que se requiere que las aplicaciones realicen necesariamente una monitorización continua del usuario para detectar eventos de localización(Küpper, 2005).

Por último, también se pueden clasificar las aplicaciones LBS según el grado de exactitud exigida al dato de la posición geográfica para que sean utilizables. Por supuesto, la viabilidad de algunos de estos servicios dependerá fuertemente de la disponibilidad de determinadas tecnologías de localización que contemplen dichos niveles de exactitud y precisiones<sup>11</sup>. En la Tabla 3 se muestran algunas aplicaciones y el grado de precisión requerido.

---

<sup>10</sup> También denominadas de tipo “Push”

<sup>11</sup> Por ejemplo, de nada valdría intentar crear un servicio de localización que guiase paso a paso a un peatón con su móvil hasta el cajero automático más cercano de la red de su entidad bancaria si la tecnología usada para localizarle físicamente sólo puede ofrecer una exactitud equivalente a 1km

Tabla 3. Aplicaciones LBS y nivel de exactitud de localización que las hace viables.

Aplicación	Exigencia de exactitud	Aplicación	Exigencia de exactitud
Noticias locales	Baja	Comercio móvil	Media a Alta
Direcciones/Guiado	Alta	Emergencias	Alta
Información Tráfico	Baja	Seguimiento activos valiosos o sensibles	Alta
Punto de Interés (POI)	Media a Alta	Seguimiento infantil	Media a alta
Páginas Amarillas	Media a Baja	Publicidad local	Media a Alta
Navegación vehículo	Media a Alta	Juegos	Media
Navegación personal	Alta	Gestión de flotas	Baja

Fuente: Adaptado de Schiller & Voisard, (2004)

A efectos de implicaciones para la empresa de la utilización de servicios LBS para el control de la fuerza laboral, según Ball (2010) uno de los indicadores básicos para el control de la fuerza laboral desplazada es el de la presencia o no en un lugar previamente establecido o bien la señalización de la presencia en emplazamientos inicialmente no previstos. Sin embargo, no se han encontrado en la literatura estudios que cuantifiquen la calidad necesaria del dato de ubicación geográfica que permita dilucidar si se verifica el cumplimiento de dicha presencia.

Por otra parte, se ha observado que el uso de tecnologías de monitorización con frecuencia puede ser causa de efectos y comportamientos no deseados (Stanton, 2000), y en particular la monitorización continua de los empleados, con la cobertura geográfica proporcionada por las tecnologías móviles incrementa la ocurrencia de dichos efectos (Weckert, 2005). En este sentido, parece razonable señalar que un Sistema de Información diseñado para tratar

de evitar estos comportamientos debería utilizar tecnologías de localización de tipo reactivo y de carácter no intrusivo (evitando la monitorización continua).

Con estos antecedentes, se enuncia la siguiente hipótesis:

*H1: La implantación de un sistema LBS móvil de tipo reactivo y no intrusivo que satisfaga el nivel exigencia de exactitud “Alta” influye positiva y significativamente en el control basado en comportamiento de la fuerza laboral*

En la situación actual, y como consecuencia de los múltiples beneficios que aporta la información de localización, la gran mayoría de operadores móviles considera que ésta es “el tercer activo”, además de la voz y la transmisión de datos. Y ello se traduce en considerables inversiones tanto para obtenerla, utilizarla y comercializarla (Ghose, Goldfarb, & Han, 2012; Kumar Madria, Mohania, Bhowmick, & Bhargava, 2002).

### **2.5.1 Tecnologías para la localización de terminales móviles**

Una vez examinada la literatura en relación a los posibles tipos de aplicaciones basadas en localización, es el momento de hacer lo propio sobre las tecnologías que físicamente hacen posible dicha localización, principalmente en el sentido de conocer sus grados de precisión y exactitud para determinar cuáles de ellas son viables como parte de un Sistema de Información para el control basado en comportamiento de la fuerza laboral, o cuáles no lo son.

Existen dos tipos de tecnologías físicas de localización de dispositivos móviles:

En la **localización basada en red**, es la infraestructura del propio operador móvil (MNO<sup>12</sup>) la que realiza la localización<sup>13</sup>. Esta información de localización siempre está disponible si el dispositivo móvil del empleado está operativo y conectado a la red del operador, y es totalmente independiente del tipo de dispositivo móvil empleado, incluso si no es un Smartphone.

Según lo indicado por diversas fuentes de la literatura, por ejemplo Elnahas y Adly, (2000), Ho (2012) y Towns, (2012) este tipo de solución es la que habitualmente se usa en Sistemas de Información empresariales en los que se necesita realizar una gestión y seguimiento de flotas de vehículos, y tiene tres inconvenientes: (i) dependencia absoluta del operador móvil, que es quien controla la información de localización (ii) derivado de lo anterior, obliga a que el todo el parque de terminales móviles de los empleados tenga servicio con dicho operador, y (iii) el servicio, que tiene un coste recurrente fijado por el propio operador, normalmente se ofrece “como es”, sin posibilidad de adaptación o de modificaciones para integrarlo con los Sistemas de Información de la empresa (Brimicombe & Li, 2009; Karimi, 2013; Küpper, 2005).

---

<sup>12</sup> Mobile Network Operator, operador de red con red de acceso –antenas- propia (en España: Movistar, Orange, Vodafone y Yoigo)

<sup>13</sup> El operador, para poder dar servicio de telefonía móvil y datos a sus usuarios, necesariamente los tiene permanentemente localizados (como mínimo sabe qué antena se está usando para la comunicación).

En la segunda opción, **la localización basada en terminal**, son los propios terminales de los empleados los que, de forma totalmente autónoma realizan los cálculos necesarios para obtener la posición (Karimi, 2013; Küpper, 2005). Esto es posible porque el hardware especial necesario (por ejemplo, circuitos receptores de señales GPS y otros sensores) ya está integrado de fábrica en una mayoría de terminales móviles, incluso de gama media.

Aunque diversos estudios (Johns & Gratton, 2013; Karimi, 2013; Kuntz et al., 2011) abordan el uso de Sistemas de Información con localización basada en terminal usando la tecnología GPS, casi la totalidad hace referencia a sistemas de seguimiento de flotas usando dispositivos GPS embarcados en los vehículos. Únicamente Towns, (2012) hace referencia tangencial al uso de la misma en los dispositivos móviles de los empleados, pero se centra en cuestiones legales de obtención de consentimiento informado.

No se han encontrado en la literatura referencias a la aplicación de las tecnologías de localización basadas en terminal para el control de la fuerza laboral usando los terminales móviles de los propios empleados, quizás debido a lo reciente del movimiento BYOD, que lo hace posible, eliminando para la empresa los costes de los dispositivos móviles necesarios.

Así, con estos antecedentes, se plantea la siguiente hipótesis:

*H2: Un Sistema de Información empresarial para el control basado en comportamiento de la fuerza laboral es siempre viable usando únicamente tecnologías de localización basada en terminal para obtener la información de ubicación del empleado*

Debido a la relevancia del papel que juega la tecnología GPS en el Sistema de Información propuesto, se ha hecho un análisis de la literatura, fundamentalmente técnica, para resumir sus principales características, ventajas e inconvenientes:

Dada su cobertura global y elevado grado de exactitud, el uso de la tecnología GPS<sup>14</sup> como medio de localización basado en terminal constituye la opción más interesante entre las diversas tecnologías de localización (Karimi, 2013). El Sistema de Posicionamiento Global utiliza una constelación de 24 satélites alimentados por energía solar, que orbitan a poco más de 19 kms sobre la superficie de la Tierra. Los receptores móviles de GPS (en este caso, los terminales móviles), situados en la superficie de la Tierra, usan las señales de radio que difunden estos satélites para determinar la posición del receptor, normalmente expresada como latitud, longitud y otros datos adicionales.(El-Rabbany, 2006; Kaplan & Hegarty, 2005; Misra & Enger, 2010)

---

<sup>14</sup> Global Positioning System, Sistema de Localización Global

Sin embargo, en relación con los requisitos habituales de los servicios LBS, el uso de GPS tiene algunos inconvenientes, siendo el principal de ellos el elevado consumo energético del propio receptor GPS integrado en el terminal móvil, así como un elevado (y a veces impracticable) tiempo para obtener la primera posición<sup>15</sup>, y una mala cobertura del servicio en interiores.

Con el fin de solventar estos problemas, en el ámbito particular de la tecnología móvil, se ha creado una tecnología de localización denominado GPS Asistido<sup>16</sup>. En este caso, se ha integrado la tecnología GPS en las redes de los operadores móviles de modo que éstas ayudan al dispositivo móvil a acelerar el proceso de búsqueda de ubicación. (van Diggelen, 2009; Zandbergen, 2009)

Las mejoras que la localización A-GPS aporta a la basada en GPS son las siguientes: (i) Precisión mejorada, (ii) Reducción del tiempo de adquisición de posición, (iii) Menor consumo energético en el dispositivo móvil y (iv) Incremento de la sensibilidad del receptor GPS del dispositivo.

Finalmente, en la Tabla 4 se muestra un resumen de los distintos métodos de localización física basada en terminal, indicando cada tecnología, su modo de operación (autónomo o asistido por la red móvil) así como el tipo de red en que son aplicables.

---

<sup>15</sup> El Tiempo de Primera Adquisición de datos de localización, también denominado Time To First Fix (TTFF) suele ser alto cuando se enciende por primera vez un dispositivo GPS en una ubicación diferente a donde se usó por última vez. Puede llegar a ser de varios minutos (Küpper, 2005)

<sup>16</sup> Assisted GPS, en adelante A-GPS

Tabla 4. Cuadro comparativo de los distintos métodos de localización

Tecnología		Modo		Tipo de señales usadas para la localización
		Basado en Terminal	Asistido por la red	
Satélite	GPS	✓		GNSS <sup>17</sup>
	Galileo <sup>18</sup>	✓		
Satélite+Red Móvil	A-GPS	✓	✓	GNSS + Red móvil 2G/3G/4G

Fuente: Elaboración Propia

### 2.5.2 Servicios de emergencia E-911 y EU112

A continuación se examinarán las características de los Sistemas de Emergencia para llamadas con origen móvil (de la UE y de EEUU), para tratar de determinar cuáles son las exigencias de exactitud en cuanto a la información de localización, y posteriormente se tratarán de extrapolar dichas exigencias al Sistema de Información propuesto para el control basado en comportamiento de la fuerza laboral.

Uno de los principales impulsores de la investigación sobre tecnologías de localización móvil ha sido, sin duda, la necesidad surgida por parte de los servicios de emergencia: un elevado porcentaje -en rápido crecimiento- de la población realiza llamadas a los servicios de emergencia desde terminales móviles, y, en muchos casos, los llamantes no pueden o no

<sup>17</sup> Global Navigation Satellite System, Sistema Global de Navegación basado en Satélites. En adelante, GNSS. GPS es un ejemplo de este tipo de sistemas

<sup>18</sup> Galileo es un GNSS desarrollado por la UE, que en origen será de uso civil

están en condiciones de precisar su ubicación para recibir pronta asistencia. En este caso, existen dos iniciativas, de EEUU y de la UE, que detallan a continuación.

La iniciativa norteamericana Enhanced 911 (E-911), regulada por la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) en 1996, consiste en proporcionar un mecanismo para que los ciudadanos puedan conectar telefónicamente con un servicio de emergencias, tanto para llamadas desde líneas fijas como móviles. Además de hacerlo para llamadas originadas desde un teléfono fijo, en el caso de que la llamada en origen se realice desde un terminal móvil, la FCC regula los aspectos correspondientes a la localización física del terminal a fin de poder proporcionar una rápida asistencia al llamante (FCC, 1996)

El servicio E-911, ha ido evolucionando en sus requisitos y exigencias en dos fases:

- En la Fase I, se exigía que la información de localización proporcionada fuese, como mínimo, la de la estación base que da servicio al terminal móvil desde el que se solicita ayuda a los servicios de emergencia. Puesto que el radio de cobertura de una estación base de telefonía móvil puede ser fuertemente variable, desde unas pocas decenas de metros hasta el entorno de los 35 km, en realidad la información proporcionada en pocas ocasiones suele ser de utilidad práctica.
- En la Fase II, se estableció que para el 31 de Diciembre de 2005 el 95% de los teléfonos móviles en servicio por parte de un operador debían cumplir la norma E911 (ser “localizables). Algunas operadoras no cumplieron esta fecha límite y

fueron sancionadas por la FCC. Además, se exigió que las operadoras de redes móviles debían ofrecer la información de latitud y longitud del origen de las llamadas de emergencia con una exactitud igual o inferior a los 300m.

Para ello, las operadoras móviles norteamericanas podían proporcionar la información de localización al servicio E911 utilizando uno de los dos siguientes métodos:

- Localización basada en terminal: la información de localización se genera mediante GPS u otras tecnologías existentes en el propio dispositivo móvil del llamante
- Localización basada en la red: la información de localización se genera mediante la triangulación (o trilateración) de la señal de radiofrecuencia del llamante en relación a las antenas (estaciones base o nodos-B) de la red física del operador.

En Septiembre de 2010 se regularon, merced a la Wireless E911 Location Accuracy Requirements Second Report and Order (FCC, 2010), requisitos bastante más estrictos en relación a la exactitud de las localizaciones (Tabla 5)

El 12 de Julio de 2011, la FCC anunció exigencias aún mayores para la exactitud de las localizaciones, señalando que a partir de 2019 se aplicará en todos los casos la más estricta de las exigencias vigentes, la correspondiente a localización basada en terminal móvil (FCC, 2011)

Tabla 5. Exigencias de exactitud en localización de dispositivos móviles desde los que se solicita asistencia al servicio de emergencias E-911

<b>Tipo de localización</b>	<b>Exactitud exigida</b>	<b>Fecha de entrada en vigor de la exigencia</b>
Basada en red	100 metros para el 67% de las llamadas en el 100% de los condados	A partir de 2015
	300 metros para el 90% de las llamadas, en el 85% de los condados	A partir de 2018
Basada en terminal móvil	50 metros para el 67% de las llamadas y 150 metros para el 80% de las llamadas	En vigor (desde el 18/1/2013)
	50 metros para el 67% de las llamadas y 150 metros para el 90% de las llamadas	A partir de 2019

Fuente: Adaptado de FCC (2010)

Así pues, la exactitud exigida para determinar la ubicación física de dispositivos móviles que soliciten asistencia a servicios de emergencia en EEUU, para el horizonte del año 2019 estará comprendida entre los 50 y los 150 metros.

La UE reguló en 2002 su propio servicio de emergencias basado en localización E112. En efecto, la Directiva 2002/22/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 7 de marzo de 2002 relativa al servicio universal y los derechos de los usuarios en relación con las redes y los servicios de comunicaciones electrónicas (Directiva servicio universal) indica específicamente que

*“La transmisión a los servicios de emergencia, en la medida en que sea técnicamente posible, de información relativa a la ubicación de las personas que efectúan las llamadas mejorará el nivel de protección y seguridad de los usuarios del número «112» y ayudará a estos servicios en su misión, siempre y*

*cuando se garantice la transferencia de las llamadas y los datos correspondientes al servicio de que se trate. La recepción y uso de esta información debe ser conforme a la legislación comunitaria pertinente sobre el tratamiento de datos personales” (UE, 2002)*

Posteriormente, en Julio de 2003, se emitió una recomendación específica relativa al tratamiento de la información sobre la ubicación de las personas que efectúan llamadas en redes de comunicaciones electrónicas para su uso en servicios de llamadas de urgencia con capacidad de localización

En esta Recomendación, se indica que en la fase introductoria de los servicios E112, se considera preferible aplicar el principio del “máximo esfuerzo” a la regulación específica de las prestaciones obligatorias para la determinación de la posición, señalando que conforme se fuese ganando experiencia práctica en la operación de los servicios de emergencia, los requisitos y las necesidades reales de exactitud se irían clarificando y se contemplarían las características de las nuevas tecnologías de localización que fuesen apareciendo (UE, 2003)

Mucho más adelante, en Noviembre de 2009 se publicó la Directiva 2009/136/CE del Parlamento Europeo, enmienda a la Directiva de Servicio Universal 2002/22/EC y en la que se indica en su Art 26.5 que:

*“Las autoridades de reglamentación competentes establecerán criterios para la precisión y la fiabilidad de la información facilitada sobre la ubicación de las personas que efectúan llamadas” (UE, 2009)*

En Marzo de 2013, la Comisión Europea hizo públicos los resultados de la sexta ronda de obtención de datos sobre la implementación de los servicios de emergencia en los distintos estados miembro, y se determinó que en 12 países el requisito de exactitud es el de la ubicación de la estación base o su cobertura: Bélgica, Chipre, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Países Bajos, Portugal, Rumanía, España, Reino Unido y Noruega. (UE, 2013)

En el caso particular de España, la solución implementada (POSIC112) proporciona la ubicación física de la estación base correspondiente a la célula donde está ubicado el llamante, así como el sector o sectores de ubicación más probable (UE, 2013)

Así pues, la principal diferencia entre los servicios E911 y E112 está en la flexibilidad adoptada en relación a las coordenadas de la localización que se debe proporcionar. Mientras que en EEUU está claramente especificada y regulada, en la UE no se han establecido aún obligaciones con respecto a la exactitud de estos datos.

Esto no ha sido una omisión, sino más bien un reconocimiento de los posibles costes que la implantación del sistema puede suponer para las operadoras móviles, que pueden ser elevados (y que se sumarían a las elevadísimas licencias por el uso de la tecnología 3G que ya pagaron). Tampoco hay previsión de que en el futuro haya una exigencia sobre los niveles de exactitud de los datos de localización. Así pues, es muy poco probable que el

servicio E112 llegue a ser a medio plazo un catalizador para los servicios basados en localización como lo ha sido el E911. (Brimicombe & Li, 2009)

Todo lo anterior, en relación con el Sistema de Información propuesto, nos lleva a plantear la siguiente hipótesis:

*H3: El criterio de exigencia de exactitud más estricto de los establecidos por la FCC siempre se cumple para los dispositivos móviles más representativos que se pueden usar en un Sistema de Información para el control de la fuerza laboral basado en comportamiento*

## **2.6 Opciones tecnológicas para el desarrollo de un Sistema de Información Móvil empresarial**

Cuando se desea desarrollar un Sistema de Información Móvil, se ha de tener presente la gran diversidad de dispositivos y sistemas operativos móviles existentes (iOS, Android, Blackberry OS, Windows Phone, Firefox OS...etc), muchos de los cuales son incompatibles entre sí a nivel de aplicaciones y que tienen una desigual presencia en el mercado de consumo (Ver Figura 4)

En la actualidad, las opciones para desarrollar un Sistema de Información para dispositivos móviles son tres:

- (i) **Aplicaciones nativas:** También denominadas “apps”, son aquellas aplicaciones diseñadas específicamente para una plataforma concreta<sup>19</sup>, que tienen acceso – controlado- a todos los recursos del dispositivo móvil, tanto a nivel de sensores (GPS, cámara, micrófono...etc) y a toda la información del usuario (agenda, últimos mensajes, llamadas realizadas...etc) y del estado operativo del dispositivo (estado del teléfono, información de batería...etc). Estas aplicaciones se han descargado de una tienda de aplicaciones, usada como mecanismo de distribución, propia y específica del fabricante (Apple Store, Google Play, Windows Phone Store, Blackberry World, Nokia OVI Store...etc) y se deben instalar en el dispositivo para poder ser utilizadas.
- (ii) **Aplicaciones web:** Utilizan la Web como plataforma, por lo que están directamente accesibles desde un navegador para móviles mediante una dirección Web (URL). No requieren de instalación, y se puede acceder a ellas desde cualquier smartphone, lo que les confiere un carácter multiplataforma. Aunque se pueden diseñar de modo que tengan una apariencia e interfaz casi idénticas a las de una aplicación nativa, tienen acceso muy limitado a los recursos del dispositivo móvil, si bien se están realizando en la actualidad importantes esfuerzos de estandarización en el lenguaje HTML5<sup>20</sup>, que permitirá paulatinamente incrementar el nivel de acceso a los recursos hardware del dispositivo.

---

<sup>19</sup> Por ejemplo, teléfonos de la plataforma Android de Google, o iOS de Apple

<sup>20</sup> Se trata del lenguaje utilizado en el diseño de páginas Web. La versión 5 es la más moderna. Aún no es oficial y se encuentra en evolución.

(iii) **Aplicaciones híbridas:** Se trata de aplicaciones Web que se encapsulan dentro de una aplicación nativa, instalable, que realiza las funciones de navegador específico para las mismas<sup>21</sup>. Esto permite a las aplicaciones la posibilidad de ser distribuidas desde una tienda de aplicaciones, y por tanto monetizarlas con facilidad, y por otra parte, el mencionado contenedor nativo les brinda la posibilidad de acceder a determinados recursos hardware del dispositivo a los que como aplicación Web no tendrían posibilidad de acceder. El inconveniente más importante de este tipo de aplicaciones suele ser su reducido rendimiento.

### **2.6.1 Ventajas e inconvenientes de apps y webs móviles: análisis de literatura**

Se ha encontrado en la literatura una gran cantidad de artículos en los que se comparan las distintas tecnologías antes mencionadas. Sin embargo, cuando se trata de contemplar la última tecnología (en este sector concreto el ritmo de evolución tecnológica es altísimo), el número de artículos que pueden ser relevantes se reduce dramáticamente. Más aún, cuando se trata de examinar las posibilidades tecnológicas para un desarrollo multiplataforma, que permita abarcar la mayor cantidad posible de plataformas móviles usando una única base de código común para posibilitar un mayor ROI, el cuerpo de conocimiento ofrecido en las distintas bases de datos científicas (entre las consultadas se encuentran Thomson Reuters, SpringerLink, ACM Digital Library, IEEE Xplore) es prácticamente testimonial, muy probablemente debido a los tiempos habituales de revisión y publicación de la producción

---

<sup>21</sup> El efecto es el de tener un navegador que sólo muestra una página, la de esa aplicación Web. La página se muestra a tamaño de pantalla completa y sin la barra de direcciones, por lo que la apariencia es muy similar a la de una app nativa

científica, normalmente superiores a los de la evolución de determinadas tecnologías móviles.

Por ejemplo, en una de las escasas referencias directas al problema, Charland y LeRoux (2011) comparan el desarrollo de aplicaciones nativas y aplicaciones web, y por su parte, Lakshman y Thuijs (2011) se centran en aplicaciones ligeras (tanto web como nativas) que acceden a servicios en la nube. Anvaari y Jansen (2010) comparan específicamente las plataformas predominantes en términos del carácter abierto de sus arquitecturas, centrándose únicamente en ese criterio. Goadrich y Rogers (2011) reducen el ámbito del análisis a dispositivos con sistema iOS (Apple) y Android (Google).

Por los motivos anteriormente citados, se ha optado por ampliar la base de información analizando foros muy relevantes y activos en el desarrollo de soluciones móviles, y de prestigio en la comunidad de desarrolladores, como son StackOverflow, Google Code y LinkedIn. Por otra parte, se han descartado aquellos elementos con una antigüedad superior a tres años, a fin de contemplar todas las tecnologías de desarrollo móvil hoy vigentes (Heitkötter, Hanschke, & Majchrzak, 2013).

Se han seleccionado además únicamente aquellas fuentes que encajan en el concepto de estudios teóricos, bien de tipo conceptual -describen estructuras, modelos, y proporcionan explicaciones o razones- o de conceptos aplicados -con elementos conceptuales y explicativos-. (Alavi & Carlson, 1992; González, Gasco, & Llopis, 2006)

Finalmente, con la información relevante extraída se ha realizado un análisis DAFO tanto de las apps nativas como de las aplicaciones web, señalando además (en cursiva) aquellos criterios más relevantes para empresas que deban afrontar el desarrollo de un Sistema de Información Móvil. En total se han examinado 21 fuentes de información relevante, y se indica la frecuencia de aparición de cada criterio en las fuentes (Tabla 6 y Tabla 7)

### **2.6.2 Costes de desarrollo, despliegue y mantenimiento**

Como se puede comprobar tras un examen de las dos tablas correspondientes a los análisis DAFO, en especial examinando los criterios marcados como relevantes en términos de costes o inversión necesaria, es el modelo de desarrollo basado en aplicaciones Web, sin discusión, el claro ganador en este aspecto.

En efecto, las aplicaciones nativas sufren una elevada fragmentación debido a la proliferación de plataformas (Android, iOS, Blackberry OS, Windows Phone, Symbian, Bada...etc), cada una de ellas con una base de código propia.

El coste de desarrollar para estas plataformas es significativamente más elevado que el necesario para desarrollar una aplicación web, por la gran cantidad de factores que juegan un papel importante en el proceso de desarrollo global: gestión de varias líneas de producción activas, distintas especializaciones del mantenimiento correctivo y perfectivo, un perfil más elevado y mayor nivel de especialización de los desarrolladores involucrados...etc).

Tabla 6. Análisis DAFO del modelo de desarrollo móvil basado en Aplicaciones Web

<b>Aplicaciones Web</b>	
<p><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo de despliegue muy simple, no requiere instalación (basta con proporcionar una URL al usuario)(89.2%)</li> <li>• <i>Facilidad de desarrollo, y una mayor base de desarrolladores (menores costes)(81.1%)</i></li> <li>• Estabilidad: Sólo se usa un mismo conjunto de tecnologías (Web) y son estándar (78.4%)</li> <li>• Reusabilidad en las distintas plataformas (70.3%)</li> <li>• <i>Las actualizaciones se hacen en el servidor, por lo que son inmediatas y totalmente transparentes al usuario. No hay retrasos en la publicación, y menor impacto económico de resolución de errores (59.5%)</i></li> <li>• <i>Todos los usuarios tienen siempre la misma versión de la aplicación. Menores costes de mantenimiento correctivo y perfecto (45.9%)</i></li> </ul>	<p><b>Debilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No tienen acceso a todos los recursos hardware del dispositivo, lo que puede limitar el tipo de aplicaciones (86.5%)</li> <li>• <i>La monetización –en caso necesario- ha de hacerse mediante suscripciones o vía publicidad (73%)</i></li> <li>• Apariencia (aún) distinta a la de apps nativas (67.6%)</li> </ul>
<p><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Requiere menor inversión (94.6%)</i></li> <li>• <i>Ciclo de desarrollo software para varias plataformas más corto (75.7%)</i></li> <li>• <i>Mejor ROI (67.6%)</i></li> </ul>	<p><b>Amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Puede que nunca lleguen a equipararse a apps nativas (54.1%)</i></li> <li>• <i>La competencia puede desarrollar apps nativas (18.9%)</i></li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Análisis DAFO del modelo de desarrollo móvil basado en aplicaciones nativas

<b>Aplicaciones nativas</b>	
<p><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy buena integración con el sistema operativo de la plataforma (86.5%)</li> <li>• Mejor rendimiento (78.4%)</li> <li>• Experiencia de usuario consistente dentro de la plataforma (35.1%)</li> <li>• Interés propio del fabricante por evolucionar la plataforma para que siga siendo competitiva y por ende lo sea su tienda de apps (fuente de ingresos) (10.8%)</li> </ul>	<p><b>Debilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Estrictamente vinculadas a una plataforma, cada una requiere su propio proceso de desarrollo software.</i>(97.3%)</li> <li>• <i>Necesaria mucha mayor cualificación (coste de personal para desarrollo)</i>(78.4%)</li> <li>• <i>Mayor inversión de desarrollo por ser necesarias varias líneas de producción (una por plataforma) y gestionar varias bases de código</i> (59.5%)</li> <li>• <i>Monetización necesariamente compartida con el propietario de la plataforma (Apple, Google..etc)</i> (43.2%)</li> <li>• <i>Coste Total de Propiedad (TCO) mucho más elevado</i> (21.6%)</li> <li>• <i>Fragmentación de versiones entre usuarios que decidan no actualizar la app.</i>(10.8%)</li> </ul>
<p><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede sacar el máximo partido a las capacidades del dispositivo (83.8%)</li> <li>• <i>Soporte sencillo de la tienda de aplicaciones para la distribución de la app</i> (70.3%)</li> <li>• El proceso de aprobación de una app para su publicación en algunas tiendas de apps da cierta confianza a los usuarios sobre su calidad y seguridad (37.8%)</li> </ul>	<p><b>Amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Dependencia absoluta de los criterios de publicación en la tienda de aplicaciones del fabricante</i> (91.9%)</li> <li>• Dependencia total del fabricante de la plataforma (cambio de versiones, futuras incompatibilidades, nuevas exigencias de hardware mínimo) (89.2%)</li> <li>• Puede popularizarse rápidamente una nueva plataforma (32.4%)</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

En cambio, el desarrollo de las aplicaciones web móviles, basadas en tecnologías como HTML5 y jQuery Mobile implican menores costes puesto que sólo requieren única base de código (una única línea de producción) y se pueden desplegar en la práctica totalidad de dispositivos móviles que tengan un navegador y acceso a Internet (Heitkötter et al., 2013; Zhu, Chen, & Chen, 2013)

Se trata, por tanto, de la solución más coste-efectiva para las empresas cuando ambos modelos permiten satisfacer las necesidades tecnológicas que suponen las funcionalidades de la aplicación a desarrollar como Sistema de Información Móvil.

A la vista de todos los condicionantes expuestos, y con la pretensión de que el Sistema de Información propuesto se pueda utilizar de forma universal, desde cualquier dispositivo aprovechando la filosofía BYOD en la empresa, se plantea la siguiente hipótesis

*H4: Una aplicación móvil para el control basado en comportamiento de la fuerza laboral es siempre viable utilizando tecnologías exclusivamente web, de acceso con carácter universal*

Y finalmente, en conexión con la utilización del Sistema de Información en condiciones lo más realistas posible y representativas de la actividad laboral que se desea controlar en términos de comportamiento (indicadores tiempo y posición), se plantea la siguiente hipótesis

*H5: Una aplicación móvil basada en Web para el control basado en comportamiento de la fuerza laboral satisface siempre en condiciones de utilización reales en entorno laboral las exigencias de exactitud de la FCC, siguiendo la metodología propia de verificación de la FCC.*

# CAPÍTULO 3

## METODOLOGÍA

### 3.1 Introducción

Se va a realizar un análisis empírico de la exactitud posicional de los datos de ubicación obtenidos por dos de los dispositivos móviles con mayor número de usuarios en el mercado español, para verificar la viabilidad de su uso empresarial como dispositivos móviles para el control de la fuerza laboral basado en comportamiento y en aplicación del paradigma BYOD .

Si bien la exactitud de los receptores GPS normales está bien documentada para diferentes dispositivos, el estudio sobre la exactitud de dispositivos con tecnología GPS Asistido (A-GPS), normalmente smartphones como los que se pretenden usar en el Sistema de Información que aquí se propone, aún no ha evolucionado en el mismo grado. En efecto, es de esperar que haya diferencias operativas con respecto a los patrones de comportamiento observables en dispositivos GPS normales, fundamentalmente debidas a las limitaciones físicas que impone la inclusión del hardware de receptor GPS en un dispositivo móvil, que compite por espacio y consumo de batería con el resto de elementos que configuran un smartphone. Esto es especialmente relevante en cuanto a la antena GPS, que suele estar integrada por motivos de diseño, y que tiene necesariamente propiedades bien diferentes de las de receptores GPS de alto rendimiento, con un sistema de antenas sólido y optimizado. Así, debido a estas limitaciones en el hardware, cabe esperar un peor comportamiento en lo referente a precisión y exactitud posicional en un smartphone, que en un dispositivo GPS convencional (Zandbergen & Barbeau, 2011).

Para estudiar la viabilidad del uso de smartphones en el Sistema de Información que se propone, se han elegido dos de los dispositivos móviles más vendidos en el mercado español y se han recolectado con ellos datos de posiciones GPS. Los datos de posiciones obtenidas se comparan con una ubicación real conocida, con lo que se obtendrá una medida absoluta de la exactitud.

Por otra parte, con el propósito de obtener una mayor comprensión de las posibilidades reales de las aplicaciones web móviles como herramientas empresariales válidas para el control de la fuerza laboral basado en comportamiento, como parte del presente estudio, se

ha desarrollado una aplicación móvil junto con servicios de cuadro de mando y consultas en modalidad SaaS (*Software as a Service*, en “la nube”)<sup>22</sup>. Esta aplicación constituye una prueba de concepto y tiene el propósito de analizar empíricamente la viabilidad de su uso en condiciones reales, estableciendo como umbrales de exigencia de exactitud los más estrictos de entre los actualmente establecidos para llamadas móviles a servicios de emergencia.

Se presentarán con detalle tanto las funcionalidades como las propiedades de la aplicación, así como sus resultados, por ser una fuente de información valiosa para las conclusiones teóricas finales. No se presentarán el proceso de desarrollo software ni otros detalles de implementación, verificación y pruebas -más propios de un estudio orientado a la Ingeniería del Software que al ámbito empresarial-, al no ser relevantes para las principales cuestiones de investigación planteadas por el presente estudio.

### **3.2 Instrumentos**

Para las pruebas de calidad de posición GPS se han utilizado dos de los terminales móviles de tipo Smartphone más extendidos actualmente entre los usuarios de los servicios de datos de las operadoras móviles españolas: El Samsung Galaxy S II y el Apple iPhone 4. Se trata además de dos dispositivos muy representativos pues pertenecen a las dos familias de dispositivos móviles de tipo Smartphone (correspondientes con las marcas Galaxy e

---

<sup>22</sup> Esto significa que la empresa no necesitaría ninguna infraestructura propia para utilizar el Sistema de Información, que se estará alojado íntegramente en servidores de un proveedor de alojamiento en Internet, lo que supone un ahorro considerable, no solo en lo referente a la infraestructura en sí, sino a la conectividad y el mantenimiento.

iPhone) con mayor crecimiento en el mercado, y que siguen evolucionando manteniendo su filosofía y mejorando sus características hardware.

El Samsung Galaxy S II, que se ha utilizado con el servicio de datos 3G de Movistar, dispone de un chip<sup>23</sup> receptor GPS con eliminación activa de fuentes de interferencias y tiempos de primera adquisición de señal inferiores a 4.7s en modalidad asistida por la red GSM/UMTS e inferiores a 35s en modalidad autónoma (CSR, 2009). La unidad utilizada en las pruebas dispone del Sistema Operativo Android v2.3.5, y se ha utilizado la aplicación GPS Logger v3.0 para la captura de datos.

El Apple iPhone 4, que se ha utilizado con el servicio de datos 3G de Vodafone, dispone de un chip<sup>24</sup> receptor GPS, con tiempos de primera adquisición de señal en modalidad autónoma por debajo de los 30s. El sistema operativo utilizado ha sido el iOS 6, y se ha utilizado la aplicación GPS Logbook v2.4 para la captura de datos de posición.

Se activó la opción que habilita el uso de los GPS de ambos dispositivos veinte minutos antes de realizar las pruebas, para garantizar la recepción previa de los datos de “almanaque” actual. Se trata de un conjunto de datos que transmite cada satélite con información sobre el estado de toda la constelación de satélites, incluyendo datos generales sobre la órbita de cada uno de ellos, y que, cuando está actualizado, permite a los dispositivos receptores GPS adquirir la señal de los satélites y determinar más rápidamente

---

<sup>23</sup> SiRF star IV GSD4t de 48 canales y de alta sensibilidad (hasta -163dBm)

<sup>24</sup> Broadcom BCM4750 de alta sensibilidad (hasta -162dBm)

la posición inicial. (Karsky, Hamberlain, Mancebo, Patterson, & Jasumback, 2001; Rodríguez-Pérez, Álvarez, & Sanz-Ablanedo, 2007)

Ambos dispositivos móviles registraron las posiciones geográficas usando grados decimales con un datum<sup>25</sup> WGS-1984, sistema geodésico de referencia original del GPS y equivalente directo del ETRS-89 europeo para la gran mayoría de aplicaciones topográficas o cartográficas (IGN, 2013). En ambos casos se ha trabajado con los circuitos GPS activados en modalidad asistida por red (A-GPS), y también con los mecanismos de localización basada en WiFi activos, a modo de refuerzo.

Para la determinación de la posición real del punto geográfico usado como base para las pruebas se ha usado un receptor profesional de calidad topográfica Topcon Hiper+ con una exactitud horizontal de 10mm + 1.0ppm

### **3.3 Diseño de pruebas de campo y recolección de datos**

Las pruebas de campo y recolección de datos se han realizado en condiciones estáticas en exterior, previa selección de un adecuado emplazamiento urbano representativo de entorno laboral, y seleccionando los días y horas de recolección de datos de modo que la fiabilidad del proceso fuese homogénea y garantizase la repetibilidad, siempre para datos de calidad.

---

<sup>25</sup> Se denomina Datum a un conjunto de parámetros que sirven de origen para realizar medidas en la Tierra, teniendo en cuenta que ésta no es un elipsoide perfecto. El Datum más utilizado es el WGS84, es el que utiliza el sistema GPS

### **3.3.1 Emplazamiento**

Para realizar el trabajo de recolección de muestras de posiciones GPS se ha seleccionado un punto geográfico de referencia cuyas coordenadas son conocidas con un elevado grado de exactitud.

A nivel mundial, los institutos cartográficos nacionales establecen un determinado número de puntos de referencia en sus respectivos países, con coordenadas geográficas muy bien conocidas, a fin de poder realizar estudios topográficos, entre otras cosas para caracterizar geográficamente los elementos circundantes, por ejemplo con mapas topográficos a escala. En España, en 1877, el entonces llamado Instituto Geográfico y Estadístico (hoy Instituto Geográfico Nacional, IGN) creó la denominada Red Geodésica de Primer Orden, que a día de hoy aún se mantiene, ampliada hasta unos 11.000 elementos, que reciben el nombre de Vértices Geodésicos, y que señalizan una posición geográfica exacta conformando una red de triangulación con otros vértices geodésicos.

Físicamente, estos vértices geodésicos están contruidos tomando la forma de pilar de 120 cm de altura y 30 cm de diámetro, sobre una base cúbica de hormigón (Figura 6). Habitualmente se encuentran emplazados en lugares altos y libres de obstáculos que permitan la visión directa de otros vértices de la red.

Figura 5. Vértices Geodésicos en la provincia de Granada



Fuente: IGN

Figura 6. Vértice Geodésico del IGN. Punta El Santo (Motril)



Fuente:propia

Se da la circunstancia de que entre los vértices geodésicos existentes en la provincia de Granada (Figura 5), existe uno en pleno centro urbano de la capital, situado en la parte superior de la Torre Mocha de la Catedral de Granada (Figura 8 y Figura 7). Se trata de un candidato ideal como punto de referencia para el presente estudio, puesto que se pretende evaluar la precisión y exactitud de dos dispositivos móviles a usar bajo el paradigma BYOD en un ámbito empresarial, donde las oficinas típicamente pueden estar emplazadas en una zona urbana céntrica.

Sin embargo, se ha considerado que para poder realizar el estudio en condiciones realistas para el ámbito de aplicación empresarial previsto, tiene más sentido elegir un punto de referencia a nivel de calle, próximo al Vértice para facilitar mediciones de distancias a éste lo más exactas posible. Este escenario es además bastante exigente en lo que a la recepción

de señales de GPS se refiere, por la existencia de edificios altos y calles estrechas (formando “cañones urbanos”, que dificultan la propagación de las señales GPS), por lo tanto propicio para poner a prueba en condiciones operativas severas algunas de las hipótesis que plantea el presente estudio.

Para ello se ha elegido como punto de referencia para las mediciones uno situado exactamente a 6.7 metros de distancia planimétrica, en la dirección marcada por la línea de 45° Oeste-Norte (desde el vértice), y que se encuentra situado en la calle Cárcel Baja, muy próximo a la intersección con la calle Pie de la Torre. Las coordenadas geográficas de este punto (**446737m, 4114616m UTM Huso 30S, Datum European 50**) se han obtenido usando un receptor GPS profesional submétrico de grado topográfico, debidamente calibrado y realizando corrección diferencial (DGPS) usando como base el propio vértice. El fundamento del GPS diferencial es que cualquier pareja de receptores que estén suficientemente próximos experimentarán los mismos errores atmosféricos. Uno de ellos se ha de situar en una ubicación perfectamente conocida (en este caso, el Vértice 100970). Esta estación receptora base calcula su posición con las señales de los satélites y la compara con la posición conocida. La diferencia se aplica a los datos de GPS del segundo receptor, situado en este caso en el punto designado a pie de calle (ESRI, 2013)

Durante las mediciones, los dispositivos móviles se utilizaron en posición horizontal para una mayor exactitud de las muestras, y se protegieron con un carcasa fina de goma para evitar posibles contactos con las antenas receptoras que pudieran alterar las mediciones, en especial en el caso del dispositivo iPhone, del que se han conocido problemas específicos relacionados con el contacto manual con las antenas (Engadget, 2010).

Ambos dispositivos se orientaron hacia el sur durante el proceso de recolección de datos, a fin de homogeneizar las condiciones de medidas.

### **3.3.2 Recolección de datos y Dilución de Precisión (DOP)**

Uno de los factores más importantes que afectan a la calidad de las mediciones realizadas por receptores GPS es la posición relativa de los satélites que proporcionan las señales en el momento de realizar las pruebas (Langley, 1999). Un factor clave a la hora de realizar mediciones fiables de posiciones tanto horizontales como verticales con dispositivos receptores de GPS es que deben existir señales con una potencia suficiente de al menos cuatro satélites, siempre y cuando estos se encuentren en una disposición geométrica robusta y favorable (Wing, Eklund, & Kellogg, 2005)

La calidad de la disposición geométrica de los satélites GPS con respecto a los dispositivos de prueba para medidas en el plano (latitud y longitud) se puede estimar con un valor estadístico denominado Dilución de Precisión Horizontal (HDOP, Horizontal Dillution of Precision) (Johnson & Barton, 2004)

El valor del HDOP se puede predecir utilizando software específico de planificación de misiones GPS, para cualquier posición sobre la superficie de la Tierra. En general un valor elevado de HDOP indica que existe una mala disposición geométrica de los satélites, lo que implica una fiabilidad reducida de las mediciones que se puedan realizar. (Wing et al., 2005)

Figura 8. Vértice Geodésico 100970, Catedral de Granada. Fuente:IGN

Área de Geodesia

Subdirección General de Geodesia y Cartografía

---

Reseña Vértice Geodésico

8-jun-2013

---

**Número.....: 100970**  
**Nombre.....: Granada**  
**Municipios: Granada**  
**Provincias: Granada**  
**Fecha de Construcción.....: 25 de septiembre de 1988**  
**Pilar sin centrado forzado.: 1,20 m de alto, 0,40 m de diámetro.**  
**Último cuerpo.....: de alto, de ancho.**  
**Total cuerpos.....: de 1,00 m de alto.**

---

**Coordenadas Geográficas:**

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
Longitud.....:	- 3° 35' 55,1800"	- 3° 35' 59,78115" ±0.075 m
Latitud.....:	37° 10' 39,6962"	37° 10' 35,17414" ±0.09 m
Alt. Elipsoidal...:		787,427 m ±0.097 (BP)
Compensación...:	01 de julio de 1991	01 de noviembre de 2009
		Elipse de error al 95% de confianza.

---

**Coordenadas UTM. Huso 30 :**

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
X.....:	446855,07 m	446743,096 m
Y.....:	4114819,86 m	4114613,910 m
Factor escala....:	0,999634789	0,999634938
Convergencia...:	- 0° 21' 42"	- 0° 21' 45"
<b>Altitud sobre el nivel medio del mar:</b>	<b>738,472 m. (BP)</b>	

---

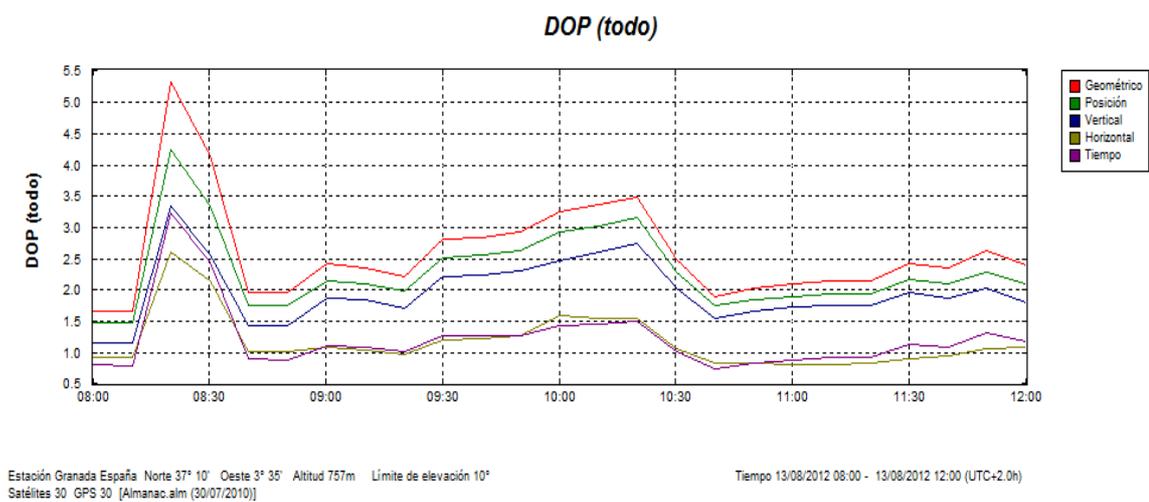
**Situación:**  
 Situado en la parte más alta de la Torre Mocha, de la Catedral de Granada.

Figura 7. Imagen aérea del Vertice Geodésico en la Catedral de Granada. Fuente: propia



Se ha usado software de planificación de misiones de GPS desarrollado por Trimble (Trimble Office Planning v2.9), disponible gratuitamente en Internet (Trimble, 2010), para identificar los días y momentos idóneos para realizar las pruebas con valores HDOP excelentes ( $< 2.0$ ). (British Columbia Gov., 2011)

Figura 9. Valores de Dilución de Precisión para las pruebas del día 13/8/2012



Así, las pruebas se realizaron durante nueve días (24, 26, 28, 29, 30 y 31 de Julio de 2012 y 11, 13 y 14 de Agosto de 2012) entre las 8:30am y las 11.30am, descartándose algunos días intermedios y/o franjas horarias por la previsión de malas condiciones HDOP según lo indicado por el software de planificación de misiones GPS.

Los dispositivos móviles registraron los datos de posición como coordenadas en formato WGS-84, en intervalos de 3 minutos, generando conjuntos de datos de 25 muestras cada una, siempre durante una ventana de tiempo con HDOP estable y con una duración mayor

a una hora. Se recogieron, en distintos días, 10 bloques de muestras, totalizando 250 mediciones para cada grupo de estudio.

### 3.4 Método de procesamiento de datos

En cuanto al método usado para el procesamiento de los datos con el fin de determinar tanto la *precisión* como la *exactitud* de los dispositivos móviles que se van a emplear para el sistema empresarial de control de fuerza laboral basada en comportamiento, siguiendo el modelo BYOD, se han de definir primero estos indicadores.

Según la terminología que se recoge en el Vocabulario Internacional de Metrología (CEM, 2012):

- Se define la **exactitud** de una medida cómo la proximidad existente entre un valor medido y un valor verdadero de un mensurando.
- Se define la **precisión** de la medida como la proximidad existente entre las indicaciones o valores medidos obtenidos en mediciones repetidas de un mismo objeto, o de objetos similares, bajo condiciones específicas. Estas condiciones se denominan principalmente condiciones de repetibilidad, o de reproducibilidad, y por tanto, frecuentemente el término precisión denota simplemente repetibilidad, es decir, está asociado a la dispersión de las mediciones reiteradas, la cual es habitual expresarla numéricamente mediante medidas de dispersión tales como la desviación típica o la varianza.

Tal como se señaló anteriormente, en relación a los cálculos de exactitud, se ha tomado como valor verdadero el punto geográfico cuyas coordenadas UTM son 446737m para la latitud y 4114616m para la longitud (Huso 30S y Datum ED50).

La variable **EXACTITUD** para cada valor observado será:

$$EXACTITUD_i = \sqrt{e_{xi}^2 + e_{yi}^2}$$

Donde

$$e_{xi} = X_i - X_{real}$$

$$e_{yi} = Y_i - Y_{real}$$

Siendo

$$X_{real} = 446737 \text{ e } Y_{real} = 4114616$$

Para el caso de la precisión se realizarán los cálculos utilizando la media muestral de las observaciones en lugar del valor real utilizado para la exactitud.

A estos efectos, se definen:

- **Delta<sub>x</sub>** como la diferencia entre el dato obtenido en cada una de las observaciones de la muestra para el valor longitud y el valor de la media muestral de la longitud.
- **Delta<sub>y</sub>** como la diferencia entre el dato obtenido en cada una de las observaciones de la muestra para el valor latitud y el valor de la media muestral de la latitud

La variable **PRECISIÓN** planimétrica para cada observación  $i$  de la muestra será

$$PRECISION_i = \sqrt{Delta_x^2 + Delta_y^2}$$

En el Apéndice A se pueden observar las tablas completas con todas las observaciones realizadas ( $n=250$ ) para cada dispositivo. Se muestran además, ya calculados los valores de las variables precisión y exactitud, tanto independientes para cada eje (X e Y), como planimétricas u horizontales, para las mencionadas 250 muestras de cada grupo de estudio (Galaxy SII e iPhone 4).

### **3.4.1 Pruebas empíricas de verificación de cumplimiento de la FCC**

La FCC propone un método empírico directo para verificar el cumplimiento con las exigencias de exactitud de los datos de ubicación, utilizando estadísticos de orden. Los intervalos de confianza para los estándares de exactitud de la FCC se pueden seleccionar para un 90% de confianza y en función del número de muestras. Estos intervalos de confianza no se basan en ningún conocimiento de las funciones de distribución de probabilidad reales de los errores de posicionamiento, sino que se expresan en función de la posición ocupada en la lista de valores de error horizontal tras la ordenación de los mismos en orden creciente (FCC, 2000).

Se dice que un conjunto específico de medidas de exactitud cumple con lo exigido si los intervalos de confianza contienen los umbrales de error de posicionamiento establecidos

por la FCC. Estos son de 50 metros para el 67% de las muestras y de 150 metros para el 95% de las muestras en soluciones basadas en terminal. De no ser así, se rechaza que el conjunto de datos cumpla con la normativa.

En general, cuando

- El número de muestras es  $n$
- La  $r$ -ésima y  $s$ -ésima muestras más grandes son respectivamente,  $x_r$  e  $y_s$ ,
- $x$  e  $y$  son los puntos porcentuales asociados con las probabilidades  $p_1$  y  $p_2$ , respectivamente

La probabilidad de que  $x$  sea menor que  $x_r$ , y que simultáneamente  $y$  sea menor que  $y_s$ , viene dada por la fórmula

$$\begin{aligned} & \text{confianza}(x \leq x_r, y \leq y_s; n, r, s, p_1, p_2) \\ &= \sum_{i=0}^{r-1} \sum_{j=i}^{s-1} \binom{n}{i} \binom{n-i}{n-j} p_1^i (p_2 - p_1)^{j-i} (1 - p_2)^{n-j} \end{aligned}$$

Siendo en este caso particular  $p_1=0.67$  y  $p_2=0.95$

A partir de esta expresión se pueden calcular los límites superiores de los puntos porcentuales, buscando parejas de valores  $(r, s)$  para las que se alcanza el deseado nivel de confianza del 90% (Tabla 8)

Así pues, a la vista de la Tabla 8 se cumplirán los requisitos de exactitud de la FCC si, por ejemplo, en una prueba con 75 medidas, el quincuagésimo séptimo mayor valor de error es menor de 50 metros y el septuagésimo quinto mayor valor de error es menor de 150 metros

Tabla 8. Identificación de muestras de valores de error horizontal para su comparación con los umbrales del 67% y 95% establecidos por la FCC para un nivel de confianza del 90%

Tamaño de la muestra	Parejas de muestras de la prueba
50	( $x_{40}, y_{45}$ )
60	( $x_{47}, y_{60}$ )
70	( $x_{53}, y_{70}$ )
75	( $x_{57}, y_{75}$ )
80	( $x_{60}, y_{80}$ ) o ( $x_{63}, y_{79}$ )
85	( $x_{64}, y_{85}$ ) o ( $x_{66}, y_{84}$ )
90	( $x_{67}, y_{90}$ ) o ( $x_{68}, y_{89}$ )
95	( $x_{71}, y_{95}$ ) o ( $x_{72}, y_{94}$ )
100	( $x_{74}, y_{100}$ ) o ( $x_{75}, y_{99}$ )

Fuente: Adaptado de (FCC, 2000)

# CAPÍTULO 4

## RESULTADOS

### 4.1 Resultados sobre Precisión

A fin de determinar la precisión de los distintos dispositivos que se utilizarán en el Sistema de Información móvil para el control de la fuerza laboral que aquí se propone, se ha de analizar la variabilidad de los datos con respecto a un valor obtenido de las propias observaciones, en este caso la media muestral.

Así, se ha tratado de determinar la posible normalidad de las distribuciones analizadas (en este caso, valores de precisión), y para ello se han llevado a cabo los tests de Kolmogorov-Smirnov, de Ryan-Joiner (similar a Shapiro-Wilk) y de Anderson-Darling.

Los test de normalidad han dado los siguientes resultados para cada uno de nuestros orígenes de datos (Véase la Tabla 9)

Tabla 9. Resultados de pruebas de normalidad para las muestras de precisión de ambos orígenes de datos

<b>Dispositivo origen de datos</b>	<b>Samsung Galaxy SII (Android)</b>	
Test de normalidad	Estadístico	(Valor p)
Kolmogorov-Smirnov	0,084	<0,010
Ryan-Joiner	0,975	<0,010
Anderson-Darling	3,336	<0,005
<b>Dispositivo origen de datos</b>	<b>Apple iPhone 4 (iOS)</b>	
Test de normalidad	Estadístico	(Valor p)
Kolmogorov-Smirnov	0,137	<0,010
Ryan-Joiner	0,951	<0,010
Anderson-Darling	3,566	<0,005

Se comprueba que el resultado es bastante similar para los tres tests realizados, que proporcionan valores de p menores de 0,05 con lo que se puede afirmar con una fiabilidad del 95% que para ambos orígenes de datos, tanto el dispositivo Galaxy SII como el iPhone 4, **se rechaza la hipótesis de normalidad para la precisión horizontal o planimétrica.**

En la Figura 10 se muestra un resumen de los datos referidos al dispositivo Android, mientras que en la Figura 11 se muestra el resumen homólogo para iOS, en ambos casos referidos al test de normalidad de Anderson-Darling

Figura 10. Resumen de datos de precisión y test de normalidad para valores obtenidos con dispositivo Android

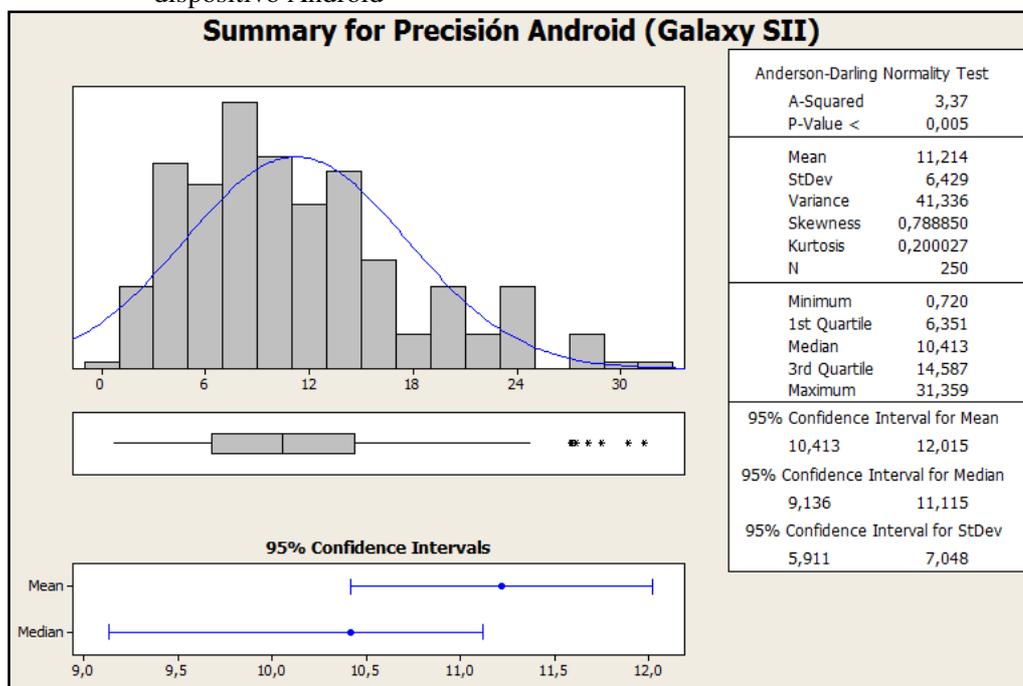
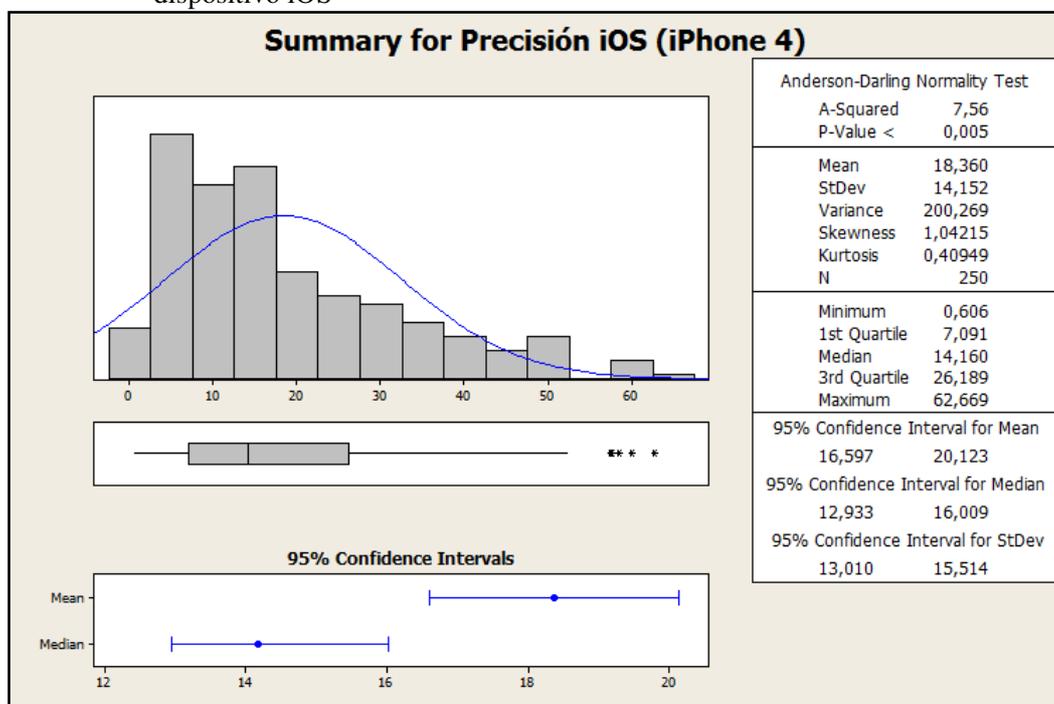


Figura 11. Resumen de datos de precisión y test de normalidad para valores obtenidos con dispositivo iOS



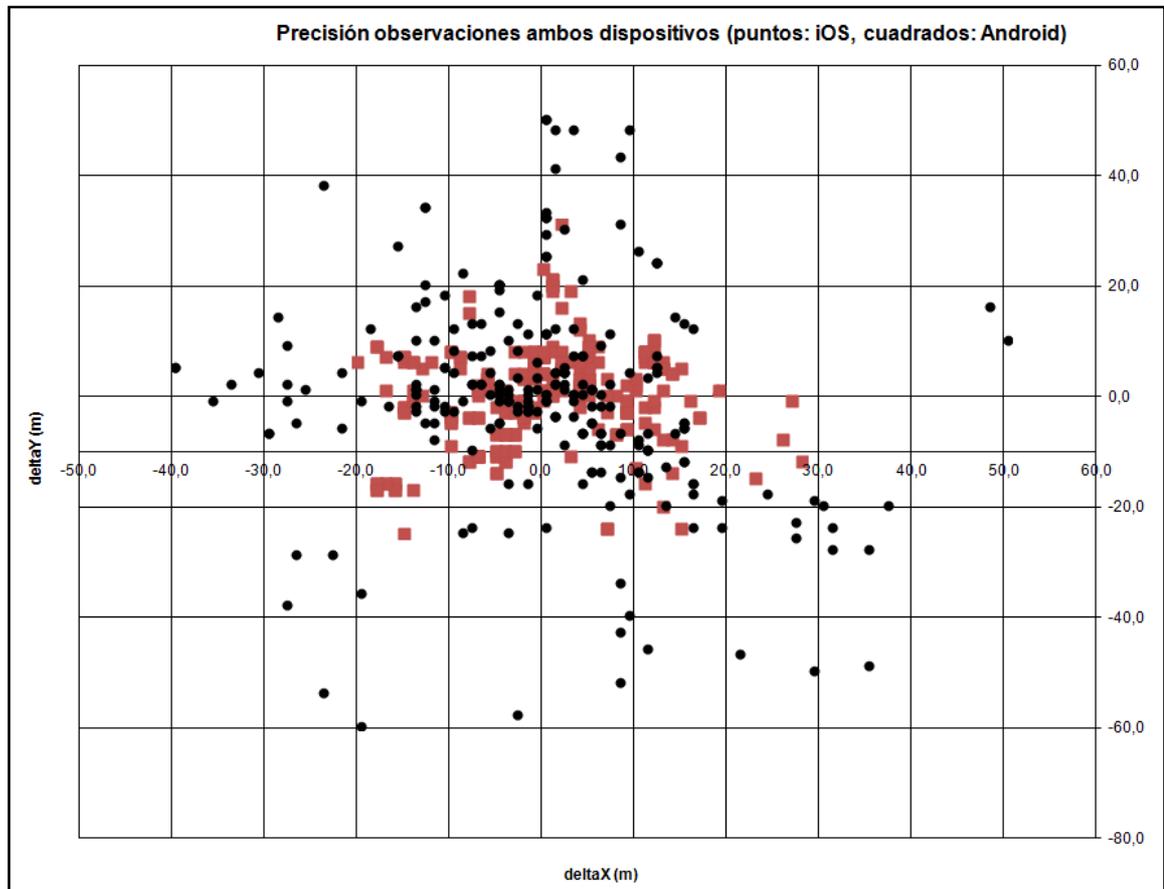
A la vista de los resúmenes de datos se observa cómo para los datos obtenidos con el dispositivo Android el valor de la media de la precisión (11,214m) es aproximadamente 7 metros inferior a la de los datos obtenidos con el dispositivo iOS (18,360m) y la desviación típica de estos últimos es más del doble que la de los primeros. En la Figura 12 se muestra una representación conjunta de los valores  $\Delta_x$  y  $\Delta_y$  para cada uno de los dispositivos, y se aprecia claramente esta diferencia de precisiones.

Las diferencias entre los primeros cuartiles y las medianas de ambas observaciones sin embargo no son tan significativas con lo que se puede afirmar que cerca del 50% de los datos de ambos orígenes tienen valores de precisión similares, produciéndose a partir de ahí las mayores diferencias.

Habiéndose determinado que las distribuciones no son normales, se ha realizado la prueba no paramétrica de Mann-Whitney para contrastar si ambos orígenes de datos tienen la misma distribución, y se ha obtenido como resultado un valor de Estadístico de Mann-Whitney = 54354,0. La prueba es significativa en 0,0000 ( $<0,05$ ) por lo que **se rechaza la hipótesis de igualdad de distribuciones** al 95%

De forma complementaria, y a modo de confirmación de las conclusiones previas, se ha realizado la prueba t de dos muestras para confirmar si las medias difieren de manera significativa (Figura 13).

Figura 12. Representación de los valores de precisión de las muestras de cada dispositivo en torno a su media muestral



Fuente: Elaboración propia

Puesto que el tamaño de ambas muestras es de  $n=250$ , la no normalidad no representa ningún problema, ya que la prueba es exacta con datos no normales cuando los tamaños de muestra son suficiente grandes.

La muestra es suficiente para detectar una diferencia entre las medias. La t de 2 muestras utilizada no asume ni requiere que las dos muestras tengan varianzas iguales. Los estudios demuestran que la prueba se desarrolla adecuadamente con varianzas desiguales, incluso cuando los tamaños de las muestras no son iguales.

Se puede concluir que las medias difieren en el nivel de significancia de 0.05 , por lo que se rechaza la igualdad de medias de las dos variables con un nivel de confianza del 95%

Igualmente se ha realizado la prueba de igualdad de varianzas para comprobar si difieren de manera significativa (Figura 14). Este análisis utiliza la Prueba de Levene/Brown-Forsythe. Con muestras suficientemente grandes, la prueba funciona adecuadamente tanto para datos normales como para datos no normales. Debido que el tamaño de ambas muestras es 250, la exactitud del valor p no es un problema

Figura 13. Prueba t de dos muestras para la media de precisión de los dispositivos Galaxy SII e iPhone

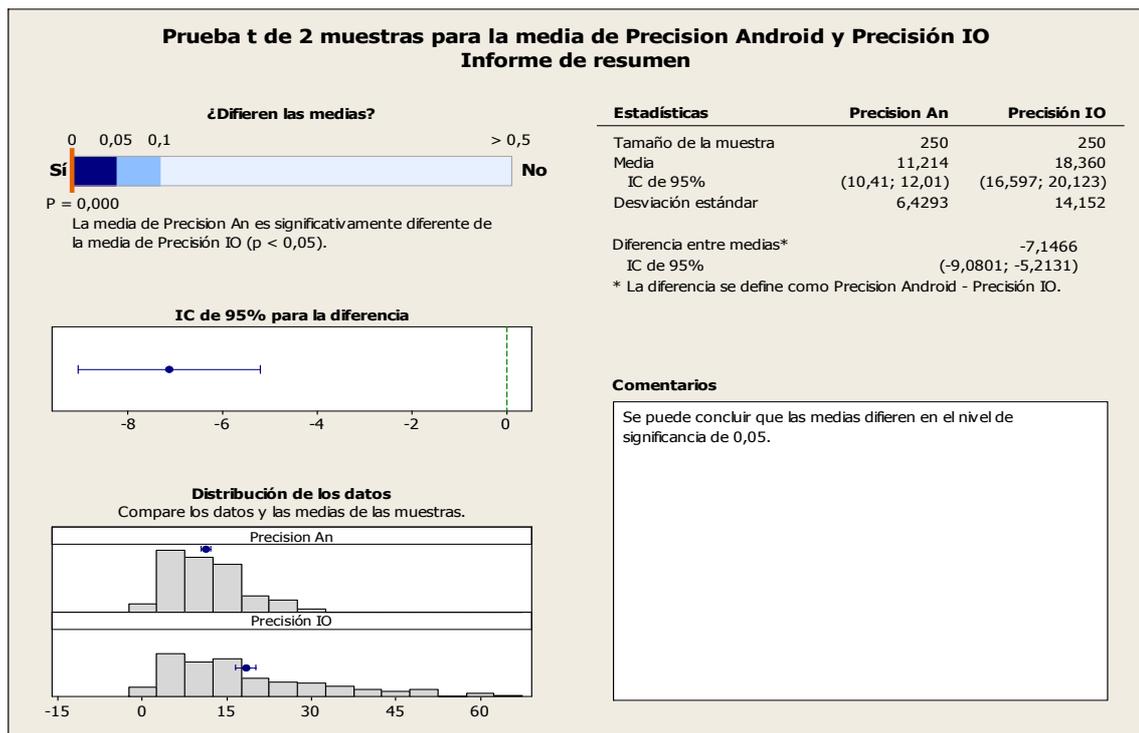
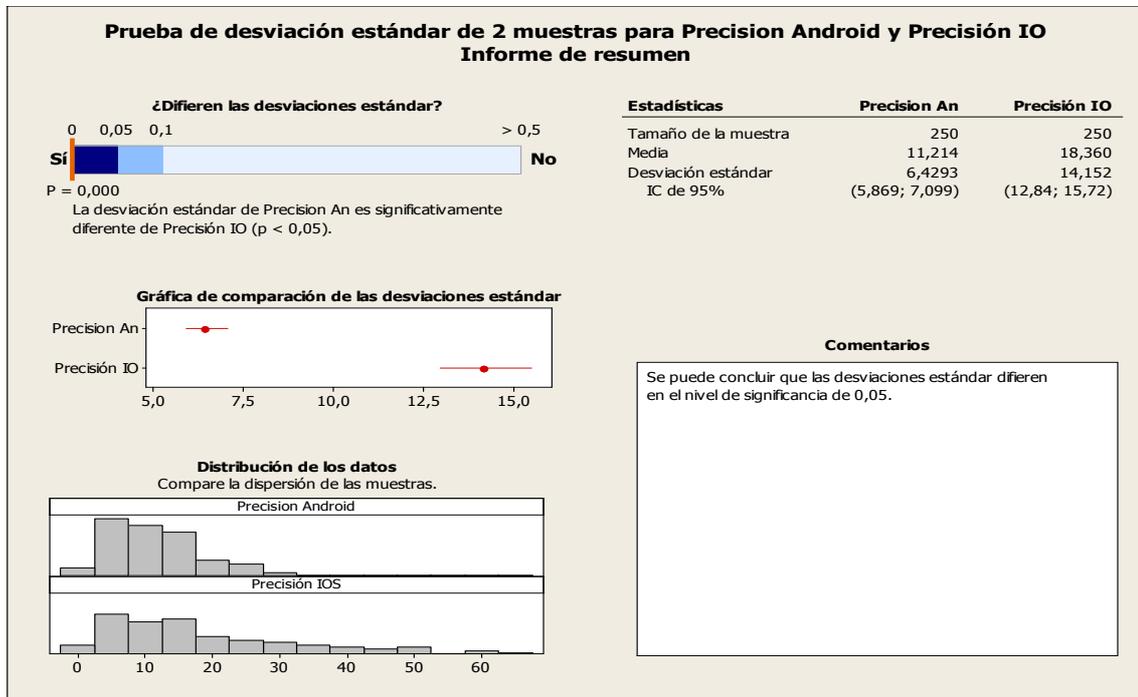


Figura 14. Prueba de desviación estándar de 2 muestras para datos de precisión de Galaxy SII e iPhone 4



La muestra es suficiente para detectar una diferencia entre las desviaciones estándar. A la vista de los datos obtenidos se puede concluir que las desviaciones típicas difieren en el nivel de significancia de 0,05, con un nivel de confianza del 95% **se rechaza la hipótesis de que las desviaciones típicas son iguales para los datos de precisión obtenidos con ambos dispositivos.**

## 4.2 Resultados para la exactitud

Para valorar la exactitud de los dos dispositivos utilizados para la recolección de datos, se estudiará la variabilidad de los datos con respecto a un valor real exacto previamente determinado, correspondiente al punto de observación. Las distintas pruebas a realizar son, en esencia, similares a las ya efectuadas para la variable precisión con ambos conjuntos muestrales. Sin embargo, en este caso, una vez verificados los condicionantes aplicables, se realizará además el test NSSDA, con el fin obtener una cuantificación estandarizada de la exactitud posicional de ambos dispositivos.

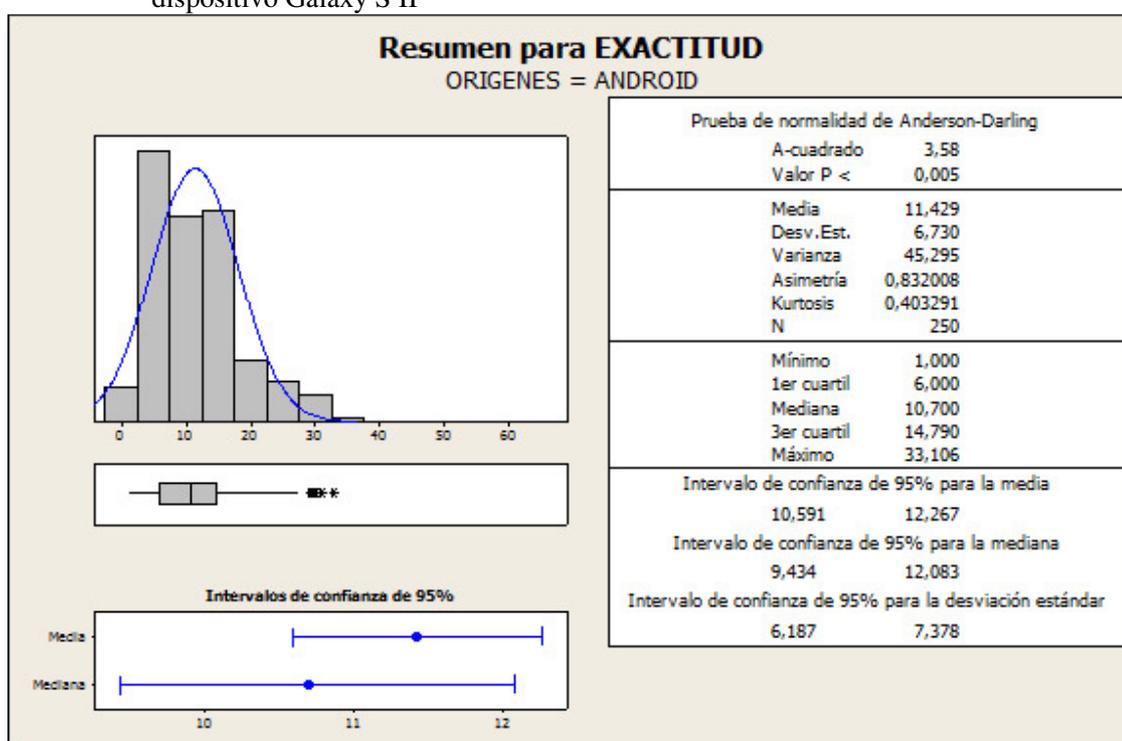
Para determinar la normalidad de las distribuciones analizadas (variable exactitud-error horizontal o planimétrico), se han llevado a cabo los tests de Kolmogorov-Smirnov, de Ryan-Joiner (similar a Shapiro-Wilk) y de Anderson-Darling

Figura 15. Resultados de pruebas de normalidad para las muestras de exactitud de ambos orígenes de datos

<b>Dispositivo origen de datos</b>	<b>Samsung Galaxy SII (Android)</b>	
Test de normalidad	Estadístico	(Valor p)
Kolmogorov-Smirnov	0,087	<0,010
Ryan-Joiner	0,972	<0,010
Anderson-Darling	3,581	<0,005
<b>Dispositivo origen de datos</b>	<b>Apple iPhone 4 (iOS)</b>	
Test de normalidad	Estadístico	(Valor p)
Kolmogorov-Smirnov	0,133	<0,010
Ryan-Joiner	0,946	<0,010
Anderson-Darling	8,126	<0,005

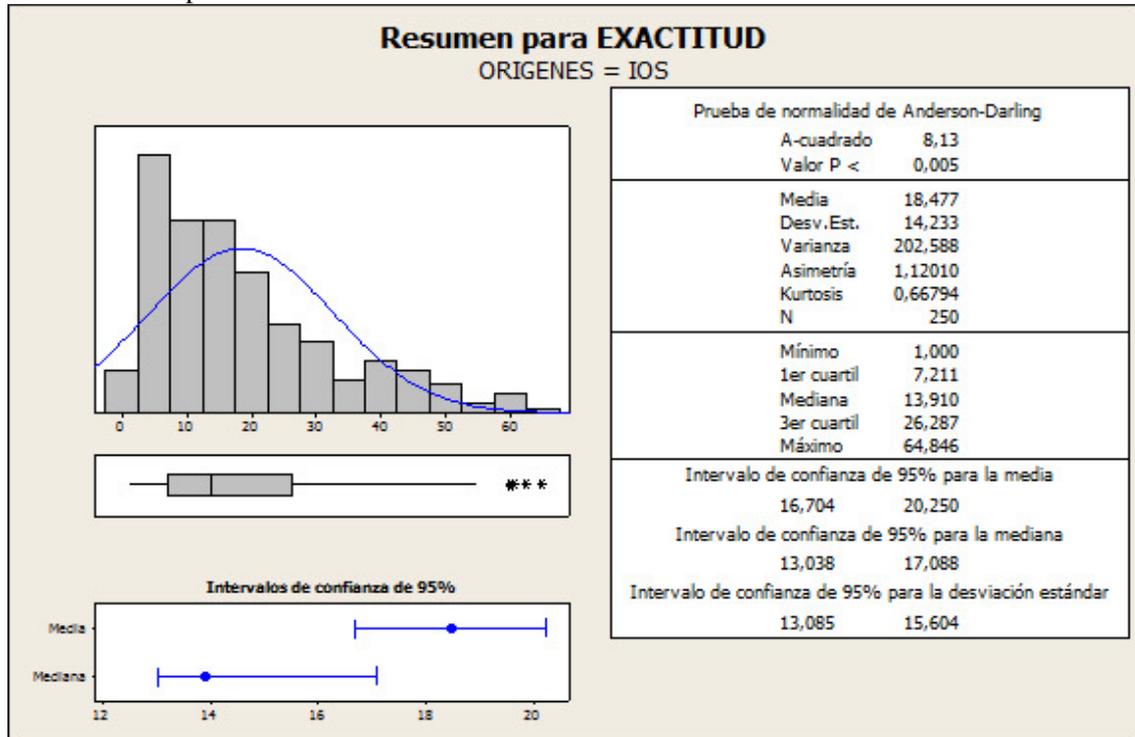
Se comprueba nuevamente que el resultado es bastante similar para los tres tests realizados, que proporcionan valores de  $p$  menores de 0,05 con lo que se puede afirmar con una fiabilidad del 95% que para ambos orígenes de datos, tanto el dispositivo Galaxy SII como el iPhone 4, **se rechaza la hipótesis de normalidad para la exactitud horizontal o planimétrica.**

Figura 16. Resumen de datos de exactitud y test de normalidad para valores obtenidos con dispositivo Galaxy S II



Se comprueba a la vista de los datos ofrecidos en la Figura 16 y en la Figura 17 cómo para los datos Android la media de la exactitud (11,429m) es en torno a 7 metros inferior a la de los datos de IOS (18,477m) y la desviación típica de estos últimos es más del doble que la de los primeros. Las diferencias entre los primeros cuartiles y las medianas no son tan significativas con lo que se puede afirmar que existen casi el 50% de datos de ambos orígenes con muy parecida exactitud.

Figura 17. Resumen de datos de exactitud y test de normalidad para valores obtenidos con dispositivo iOS



Habiéndose verificado que las distribuciones del error horizontal (para la exactitud) no son normales, se ha realizado la prueba no paramétrica de Mann-Whitney para contrastar si al menos ambos orígenes de datos tienen la misma distribución, y se ha obtenido como resultado el valor del estadístico  $W = 54544.5$ , y además la prueba es significativa en  $0,0000$  ( $p < 0,05$ ) por lo que se **rechaza la hipótesis de igualdad de distribuciones de error horizontal (exactitud planimétrica) al 95%**

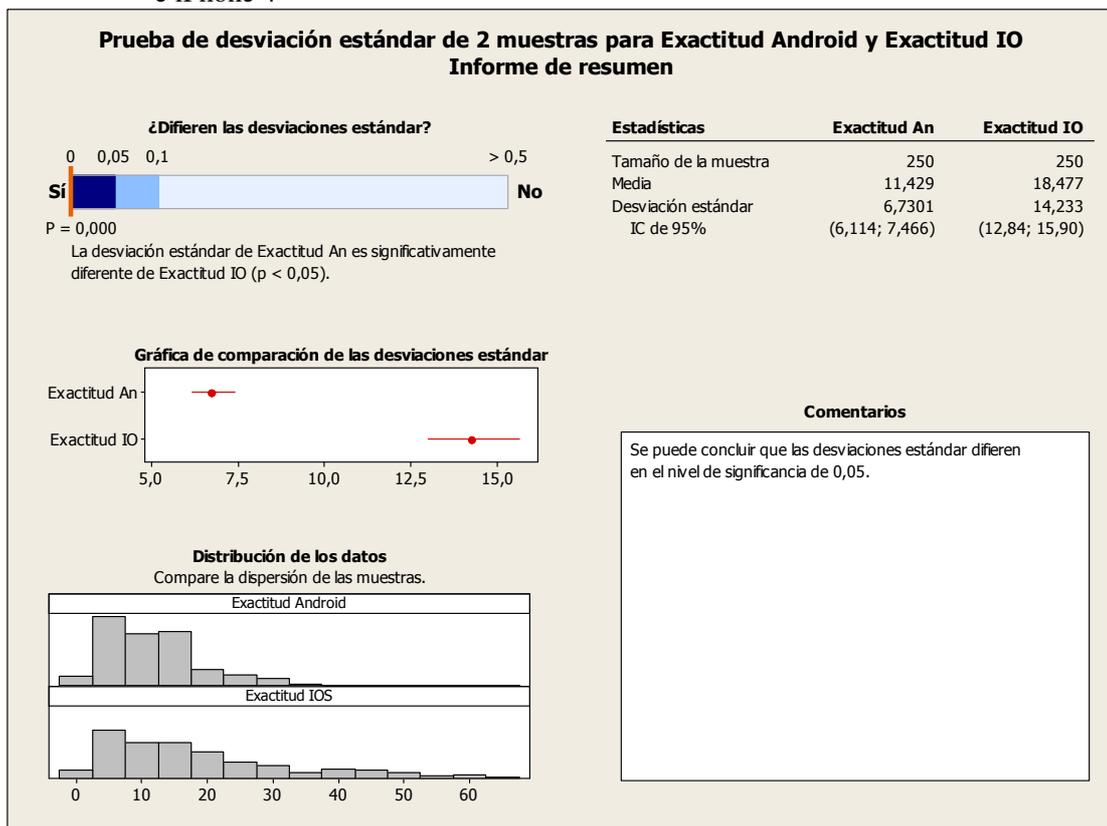
Por otro lado y a modo de confirmación de todo lo anterior, se ha realizado la prueba t de dos muestras para confirmar si las medias difieren de manera significativa (Figura 18). Debido a que el tamaño de ambas muestras es  $n=250$ , la normalidad no representa ningún problema. La prueba es exacta con datos no normales cuando los tamaños de muestra son



como para datos no normales. Debido que el tamaño de ambas muestras es de  $n=250$ , la exactitud del valor  $p$  no es un problema.

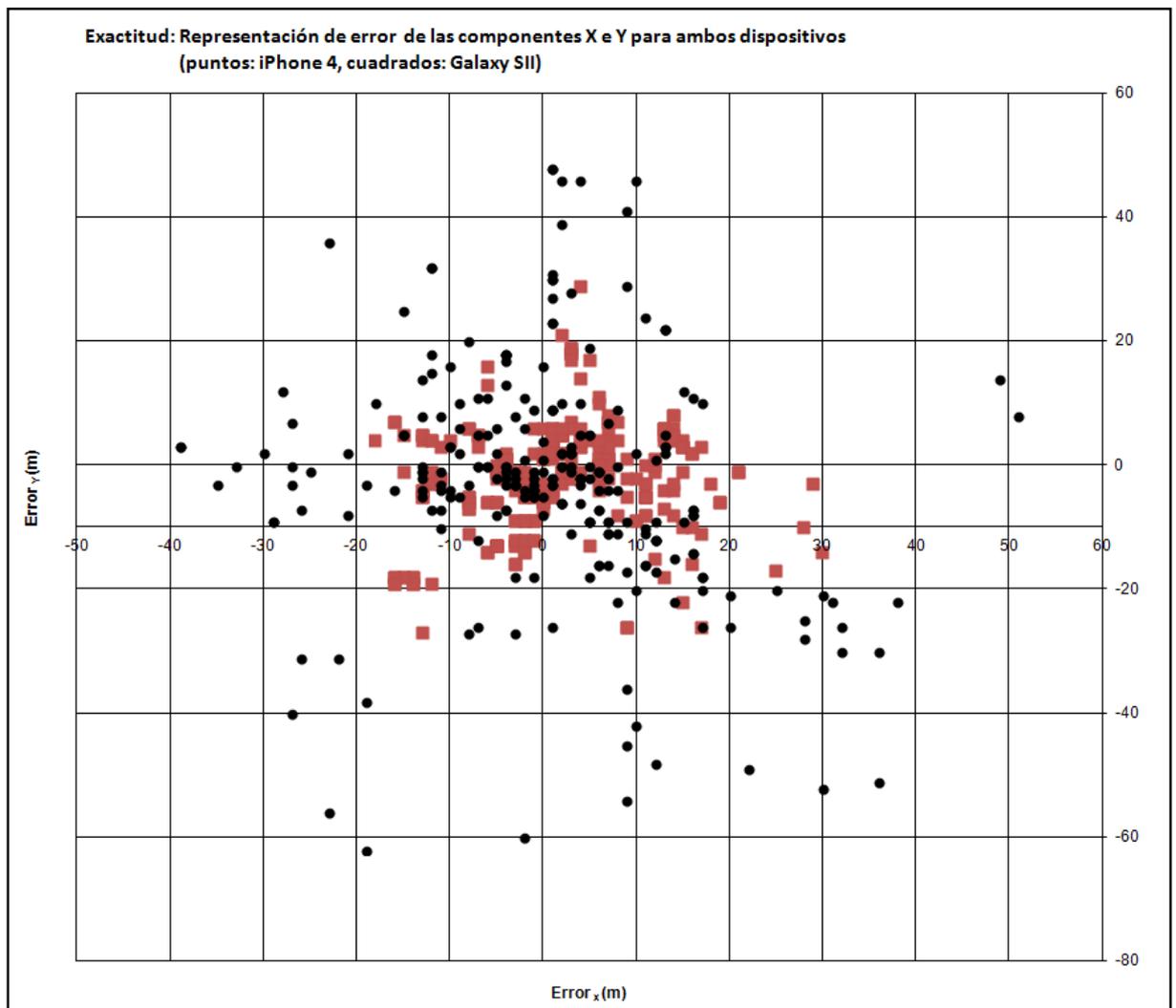
La muestra es suficiente para detectar una diferencia entre las desviaciones estándar. A la vista de los datos obtenidos se puede concluir que las desviaciones típicas difieren en el nivel de significancia de 0.05, con un nivel de confianza del 95% se rechaza la hipótesis de que las desviaciones típicas son iguales

Figura 19. Prueba de desviación estándar de 2 muestras para datos de exactitud de Galaxy SII e iPhone 4



En la Figura 20 se puede observar con claridad mediante la representación gráfica de las componentes de error en los ejes norte-sur y este-oeste la diferencia notable existente entre las distribuciones de error horizontal de ambos conjuntos de muestras, ya demostrada.

Figura 20. Representación comparada de las componentes de error X e Y para ambos dispositivos sujetos a estudio



Fuente: Elaboración propia

### 4.2.1 Resultados de exactitud horizontal 2dRMS

A continuación, se realiza el cálculo de la exactitud horizontal partiendo de la base de los valores de la raíz de la media cuadrática de error (RMSE) de cada uno de los orígenes de datos, primero para cada componente y a continuación calculando el valor planimétrico u horizontal

#### i) Dispositivo Samsung Galaxy SII (Android):

A partir de los valores de exactitud obtenidos para cada una de las componentes latitud (“northings”) y longitud (“eastings”) de las observaciones realizadas con el dispositivo Android (Ver Apéndice A), se calculan los valores RMSE

$$RMSE_X = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{xi} e^2} \quad RMSE_X = 9,64m \text{ valor para la longitud}$$

$$RMSE_Y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{yi} e^2} \quad RMSE_Y = 9,10m \text{ valor para la latitud}$$

Y con ellos, se calcula el valor RMSE planimétrico:

$$RMSE = \sqrt{RMSE_X^2 + RMSE_Y^2} = 13.25m \text{ valor para la componente horizontal (XY).}$$

Este valor significa que para el 67% de las observaciones realizadas con el dispositivo Android, la exactitud será inferior a los 13.25m.

Aunque este valor es significativo, a efectos de estándares cartográficos, se suele usar preferiblemente el valor 2DRMS (“doble de la distancia RMS”), que eleva el intervalo de confianza al 95% de las observaciones.

En este caso, para el dispositivo Samsung Galaxy SII, el valor **2DRMS = 26.50m**

## ii) Dispositivo Apple iPhone 4 (iOS):

A partir de los valores de exactitud obtenidos para cada una de las componentes norte y este de las observaciones realizadas con el dispositivo iPhone (Ver Apéndice A), se calculan los valores RMSE

$$RMSE_X = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{xi} e^2} \quad RMSE_X = 14,10m \text{ valor para la longitud}$$

$$RMSE_Y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{yi} e^2} \quad RMSE_Y = 18,55m \text{ valor para la latitud}$$

Y con ellos, se calcula el valor RMSE planimétrico:

$$RMSE = \sqrt{RMSE_X^2 + RMSE_Y^2} = 23.30m \text{ valor para la componente horizontal (XY).}$$

Este valor significa que para el 67% de las observaciones realizadas con el dispositivo iPhone 4, la exactitud será inferior a los 23.30m, y, por tanto el valor **2DRMS = 46.60m**

### 4.3 Resumen

Se ha demostrado que las medias tanto de la variable precisión como de la variable exactitud tal y como se han definido difieren significativamente para ambos dispositivos móviles. Asimismo se ha demostrado que las desviaciones son significativamente distintas para los dos orígenes de datos. Las distribuciones son distintas tanto en la precisión como en la exactitud para los datos que proceden de Android, como de IOS. Ambos dispositivos móviles tienen suficiente calidad, las medias de sus valores están bastante cercanas al valor real, pero existiendo mucha mayor dispersión de los datos en los dispositivos IOS.

Se puede concluir, que, **con un nivel de confianza del 95% la exactitud del receptor GPS del dispositivo Samsung Galaxy SII está dentro de un radio de 26.5 metros desde el valor real de la posición** en un entorno urbano exigente para la propagación de las señales GPS, y con valores de HDOP excelentes.

Asimismo se puede concluir, que, **con un nivel de confianza del 95% la exactitud del receptor GPS del dispositivo iPhone 4 está dentro de un radio de 46.60 metros desde el valor real de la posición**, en un entorno urbano exigente para la propagación de las señales GPS, y con valores de HDOP excelentes.

Esto significa que los resultados de mediciones realizadas en condiciones ideales de ambos dispositivos, Samsung Galaxy SII y Apple iPhone 4 satisfacen holgadamente en la actualidad los niveles de exigencia de exactitud más estrictos planteados a futuro por la FCC.

La implicación más importante de estos resultados es que un Sistema de Información para el control de la fuerza laboral basado en comportamiento **podrá siempre determinar la ubicación de un empleado (que utilice estos dispositivos) con un nivel de exactitud que cumple holgadamente las exigencias actuales y futuras de localización de personas del más estricto de los Sistemas de Emergencia**, que en la actualidad constituyen la única referencia cuantitativa válida para valorar la calidad de los datos de localización geográfica de personas en este contexto.

Esto supone además que **se protege la inversión realizada por la empresa en la implantación de un Sistema de Información basado en localización móvil por GPS** que aquí se propone, por la propia evolución tecnológica, que incrementará aún más la sensibilidad de los circuitos receptores GPS de los dispositivos móviles, lo que permitirá obtener valores de precisión y exactitud que mejoran los aquí obtenidos (Cao, Wang, & Li, 2003; Elnahas & Adly, 2000; Schiller & Voisard, 2004)



# CAPÍTULO 5

## SISTEMA DE INFORMACIÓN Y PROTOTIPO

### 5.1 Introducción

Teniendo en cuenta todos los elementos, condicionantes hasta el momento expuestos, así como los resultados previos obtenidos, se propone aquí un Sistema de Información específicamente orientado a su utilización como herramienta empresarial para el control de la fuerza laboral desplazada basado en comportamiento, que permite la utilización de dispositivos móviles de tipo smartphone bajo el paradigma BYOD, primando la universalidad de acceso.

Asimismo se ha desarrollado un prototipo totalmente operativo de este Sistema de Información, consistente en una aplicación web móvil junto con servicios de cuadro de mando y consultas en modalidad SaaS (*Software as a Service*, en “la nube”).

Este prototipo tiene la doble misión de (i) servir como prueba de concepto de un Sistema de Información para el control basado en comportamientos de la fuerza laboral desplazada mediante una aplicación web móvil y (ii) permitir realizar un análisis empírico de la viabilidad actual de su uso en condiciones reales, utilizando como criterio de exigencia de exactitud para los datos de posición geográfica obtenidos en las pruebas el más estricto de entre los establecidos por la FCC para llamadas desde dispositivos móviles a servicios de emergencia, a cumplir en 2019. (FCC, 2011)

Se presentarán con detalle tanto la arquitectura como las funcionalidades del Sistema de Información propuesto, así como los resultados obtenidos en pruebas de campo con el prototipo, por ser una fuente de información valiosa para las conclusiones teóricas finales.

No se presentarán el proceso de desarrollo software ni otros detalles relativos a la implementación, verificación, despliegue y pruebas del software al no ser relevantes para las principales cuestiones de investigación planteadas por el presente estudio. Únicamente se señalará que en el diseño del Sistema se han tenido muy presentes cuestiones de usabilidad que afectan directamente a la aceptación de la tecnología por parte de los empleados (Cao et al., 2003; Göker & Myrhaug, 2008; Hong & Tam, 2006)

## 5.2 Descripción y Componentes del Sistema de Información

El Sistema de Información para el control basado en comportamiento de la fuerza laboral desplazada que se propone consta de dos elementos funcionales claramente diferenciados:

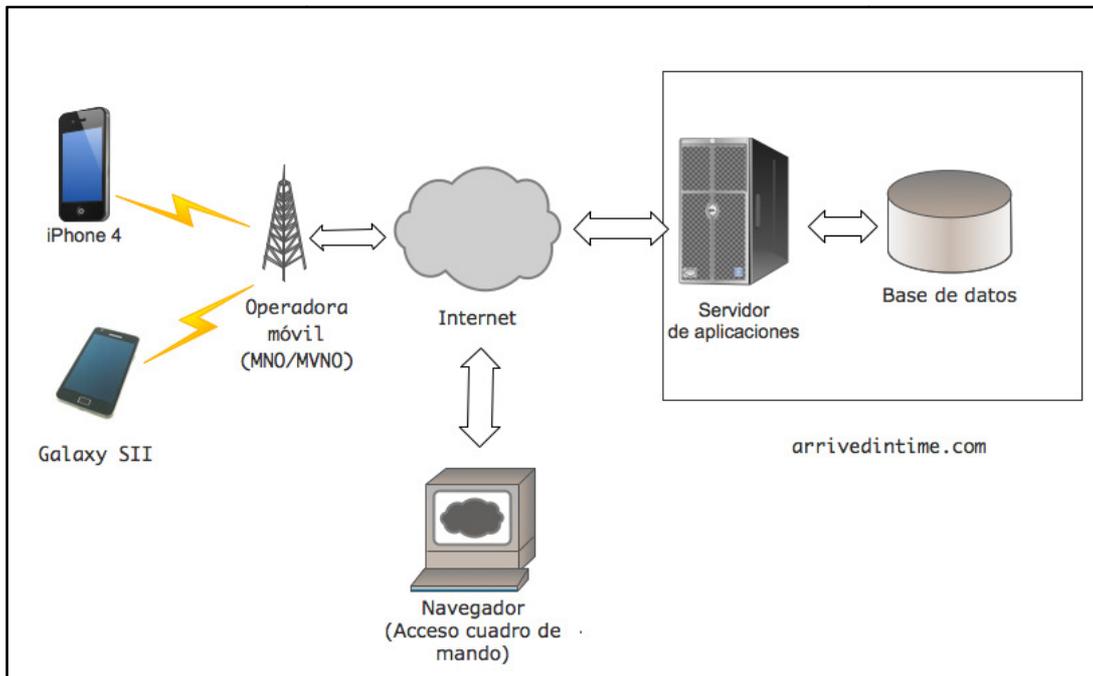
- (i) Una aplicación Web Móvil que será utilizada por la fuerza laboral desplazada con sus dispositivos móviles de tipo smartphone para realizar los fichajes in situ al llegar a las instalaciones de clientes u otras que se consideren oportunas. Esta aplicación permite además enviar opcionalmente observaciones relativas al propio fichaje, que quedarán registradas en el sistema en el momento del fichaje. En su diseño se han tenido presentes los diversos factores que afectan a la usabilidad percibida por los usuarios, señalados por Ho, (2012) y Lee, Lee, Moon, & Park, (2012)
- (ii) Una aplicación Web de Cuadro de Mando para el control de la fuerza laboral desplazada, accesible desde cualquier navegador Web y que permite realizar consultas en tiempo real relativas a los procesos de fichaje de la fuerza laboral incluyendo información georreferenciada en mapas, así como analizar históricamente dichos procesos a nivel individual para cada integrante de dicha fuerza laboral desplazada. Este análisis histórico a nivel individual está en línea con el análisis de comportamientos en el contexto de la monitorización ubicua (Moran & Nakata, 2009)

### 5.3 Arquitectura del Sistema de Información

El Sistema de información propuesto tiene una arquitectura software cliente/servidor de tres niveles o capas (Véase Figura 21)

- **Capa cliente:** es la usada para el acceso al Sistema de Información, y admite dos posibilidades: (i) acceso desde dispositivo móvil a la web móvil para realizar un fichaje suministrando la información de posición (obtenida con GPS), y (ii) acceso vía web a la aplicación de cuadro de mando para el control de la fuerza laboral basado en comportamiento, realizado por la empresa. Este último acceso, evidentemente se podrá realizar tanto desde la red fija como móvil, sin más limitación que la de disponer un dispositivo que permita visualizar correctamente la información de cuadro de mando (podría, por ejemplo, utilizarse un dispositivo de tipo tablet desde la red móvil)
- **Capa de Servidor:** es aquí donde se tiene el servidor web que permite el acceso tanto a la web móvil de fichajes para los empleados como a la web de control para la empresa (cuadro de mando), así como todos los programas que se encargan de gestionar la recepción y almacenamiento de los datos GPS provenientes de los dispositivos de los empleados.

Figura 21. Arquitectura del Sistema de Información para el control basado en comportamiento de la fuerza laboral



Fuente: Elaboración propia

- **Capa de Base de Datos:** es aquí donde se almacena de forma persistente la información de todos los fichajes realizados por la fuerza laboral local o desplazada desde sus dispositivos móviles, y sirve como base de información para las consultas realizadas desde la aplicación web de control de dicha fuerza laboral (cuadros de mando).

Por otra parte, hay que destacar que el presente Sistema de Información se ha modelado contemplando además el sistema de componentes propuestos en el modelo general de sistema de información basado en localización “Location Aware Mobile Services” (LAMS), particularizándolo para el caso de localización física de terminales basada en terminal y asistida por la red.

Un principio básico del Sistema de Información aquí propuesto es el acceso ubicuo, por lo que los componentes de servidor podrán estar desplegados en Internet o en una Intranet corporativa como servicios ofrecidos vía HTTP (Web), de modo que estén accesibles incluso en caso de existir en la red de la empresa soluciones de seguridad perimetral de control o filtrado de tráfico (ya que, en este caso, no se suele restringir el tráfico HTTP).

En este Sistema de Información todos los componentes software empleados para las capas de Servidor y de Base de datos son de software libre (Servidor LAMP: Linux, Apache Web Server, PHP, y base de datos MySQL), a fin de reducir al mínimo los costes involucrados en el despliegue de esta solución para el Sistema de Información.

#### **5.4 Requisitos Funcionales**

La funcionalidad, o en general, el comportamiento del Sistema de Información de control de la fuerza laboral se puede caracterizar con la simple descripción de los requisitos funcionales de ambas aplicaciones que lo componen: la aplicación Web móvil utilizada en el proceso de fichaje y la aplicación Web de Cuadro de Mando utilizada para el seguimiento y control de la fuerza laboral desplazada.

### 5.4.1 Requisitos Funcionales de Aplicación Web Móvil

Tabla 10. Requisitos Funcionales Aplicación Web Móvil: Autenticación de usuario

<b>Identificador</b>	RF1
<b>Requisito</b>	Autenticación de usuario
<b>Descripción</b>	La aplicación debe iniciarse con un proceso de autenticación de usuario (empleado), en el que éste deberá suministrar la información de su correo electrónico y la contraseña que se le haya asignado para el acceso
<b>Precondición</b>	N/A

Tabla 11. Requisitos Funcionales Aplicación Web Móvil: Geolocalización

<b>Identificador</b>	RF2
<b>Requisito</b>	Geolocalización
<b>Descripción</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La aplicación deberá intentar obtener la información de la posición actual del dispositivo usando mecanismos de distinta granularidad (GPS, Localización WiFi, Localización por identificación de célula – Estación Base o NodoB-)</li><li>• En caso de no ser posible la geolocalización, por no estar activos los sensores de localización, se deberá notificar dicha circunstancia al usuario.</li></ul>
<b>Precondición</b>	RF1

Tabla 12. Requisitos Funcionales Aplicación Web Móvil: Fichaje

<b>Identificador</b>	RF3
<b>Requisito</b>	Fichaje
<b>Descripción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La aplicación deberá permitir al usuario enviar su ubicación geográfica, junto con un mensaje opcional, recibir confirmación visual de que el proceso de fichaje se ha completado con éxito.</li> <li>• Además, la aplicación deberá evitar fichajes repetidos en una misma ubicación geográfica dentro de un lapso de tiempo razonable.</li> <li>• Se debe transmitir la información de latitud y longitud en formato WGS84</li> </ul>
<b>Precondiciones</b>	RF1, RF2

#### 5.4.2 Requisitos Funcionales de la aplicación Web de Cuadro de Mando

Tabla 13. Requisitos Funcionales Aplicación Web de Cuadro de Mando: Autenticación de usuario

<b>Identificador</b>	RF1
<b>Requisito</b>	Autenticación de usuario
<b>Descripción</b>	Para el acceso a la aplicación de Cuadro de Mando, el usuario deberá identificarse aportando una dirección de correo electrónico y una contraseña.
<b>Precondición</b>	N/A

Tabla 14. Requisitos Funcionales Aplicación Web de Cuadro de Mando: Consulta de integrantes de fuerza laboral

<b>Identificador</b>	RF2
<b>Requisito</b>	Consulta de integrantes de fuerza laboral
<b>Descripción</b>	La aplicación deberá mostrar un listado de los integrantes de la fuerza laboral de la empresa registrados en el sistema
<b>Precondición</b>	RF1

Tabla 15. Requisitos Funcionales Aplicación Web de Cuadro de Mando: Consulta de fichajes diarios de un empleado

<b>Identificador</b>	RF3
<b>Requisito</b>	Consulta de fichajes diarios de un empleado
<b>Descripción</b>	La aplicación deberá ofrecer información, tanto en forma gráfica como tabulada, de los fichajes realizados cada día por parte de un empleado, así como los mensajes que éste haya indicado en el propio proceso de fichaje
<b>Precondición</b>	RF1

Tabla 16. Requisitos Funcionales Aplicación Web de Cuadro de Mando: Consulta georreferenciada de fichajes

<b>Identificador</b>	RF4
<b>Requisito</b>	Consulta georreferenciada de fichajes
<b>Descripción</b>	La aplicación deberá mostrar en un mapa las coordenadas geográficas de la ubicación recibida en cada proceso de fichaje, el instante en que se produjo éste (día y hora) , así como la información del mensaje opcional suministrado por el empleado.
<b>Precondición</b>	RF1

## 5.5 Prototipo del Sistema de Información

El prototipo desarrollado para el Sistema de Información se ha desplegado en un servidor de hosting dedicado, que dispone de sistema operativo Linux Ubuntu 10.04, servidor Web Apache 2.2.14 con módulo PHP 5.3.2 y base de datos MySQL 5.1.69, bajo el dominio *arrivedintime.com*

En las Figuras 5 a 5 se muestran capturas de las interfaces de usuario correspondientes a los Requisitos Funcionales anteriormente descritos. En la totalidad de casos esta correspondencia es de tipo 1:1

Figura 22. Pantalla de inicio de la aplicación Web Móvil del Sistema de Información



Figura 23. Pantalla de solicitud de credenciales de usuario para el acceso al Sistema de Información

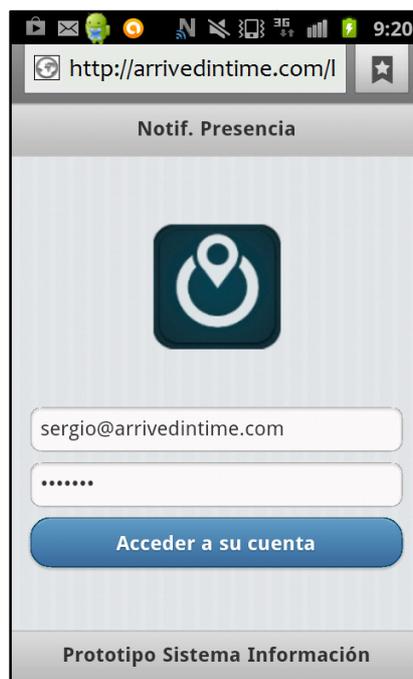


Figura 24. Pantalla de fichaje en la Web Móvil del Sistema de Información



Figura 25. Pantalla de inicio de sesión en la aplicación de Cuadro de Mando del Sistema de Información

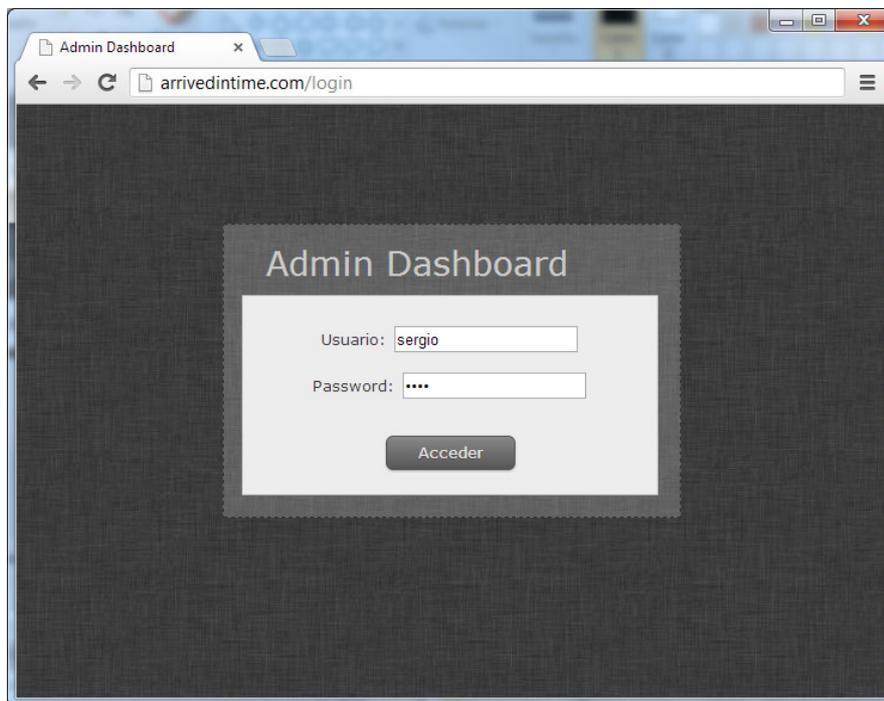


Figura 26. Pantalla con el listado de los integrantes de la fuerza laboral registrados en el Sistema

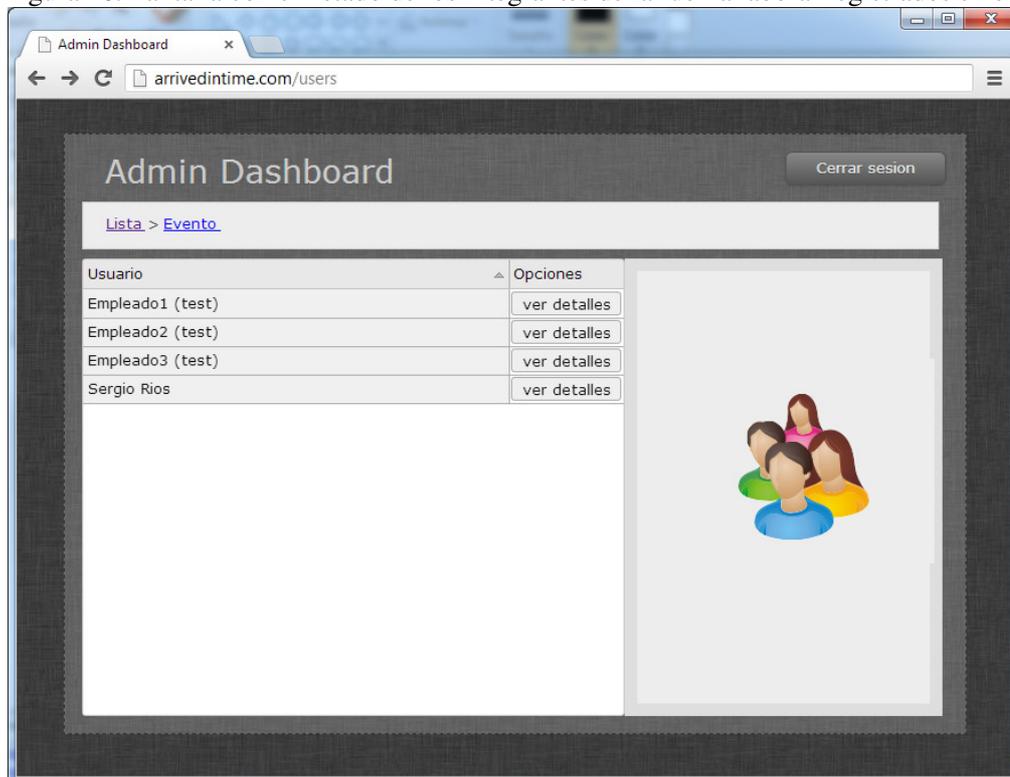


Figura 27. Pantalla de la aplicación Web de Cuadro de Mando, con información relativa a los fichajes diarios realizados por un empleado desplazado

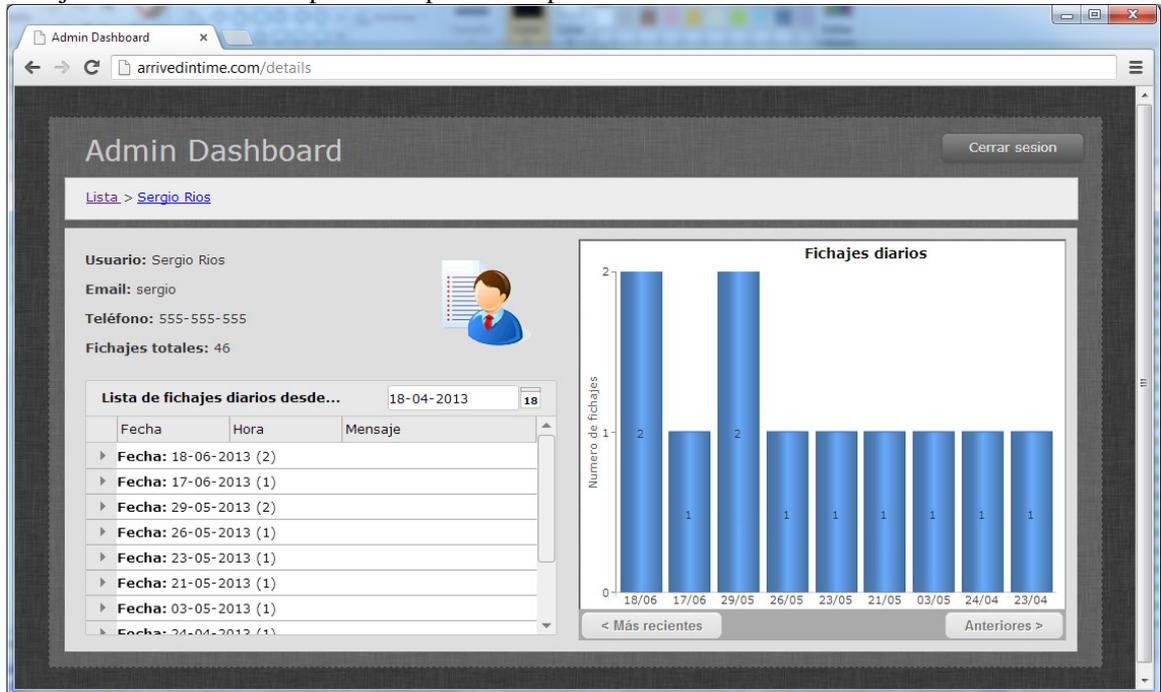
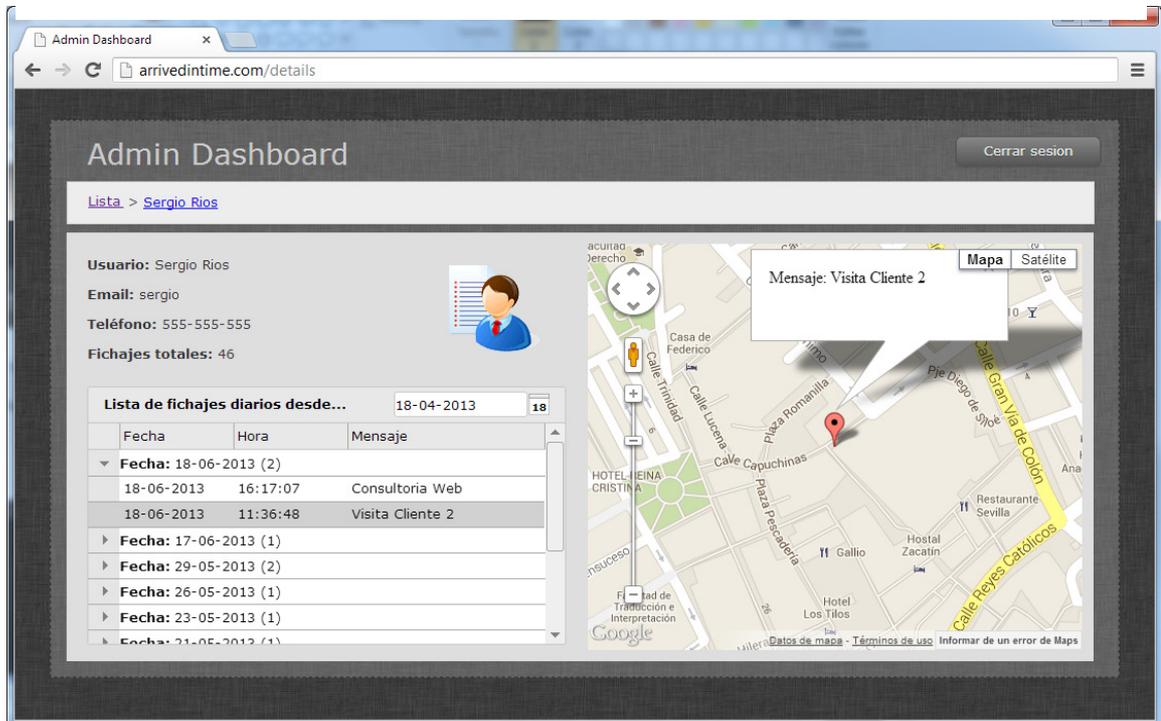


Figura 28. Pantalla de la aplicación Web de Cuadro de Mando, con información detallada de un fichaje, georreferenciado en un mapa



## **5.6 Pruebas y análisis de resultados**

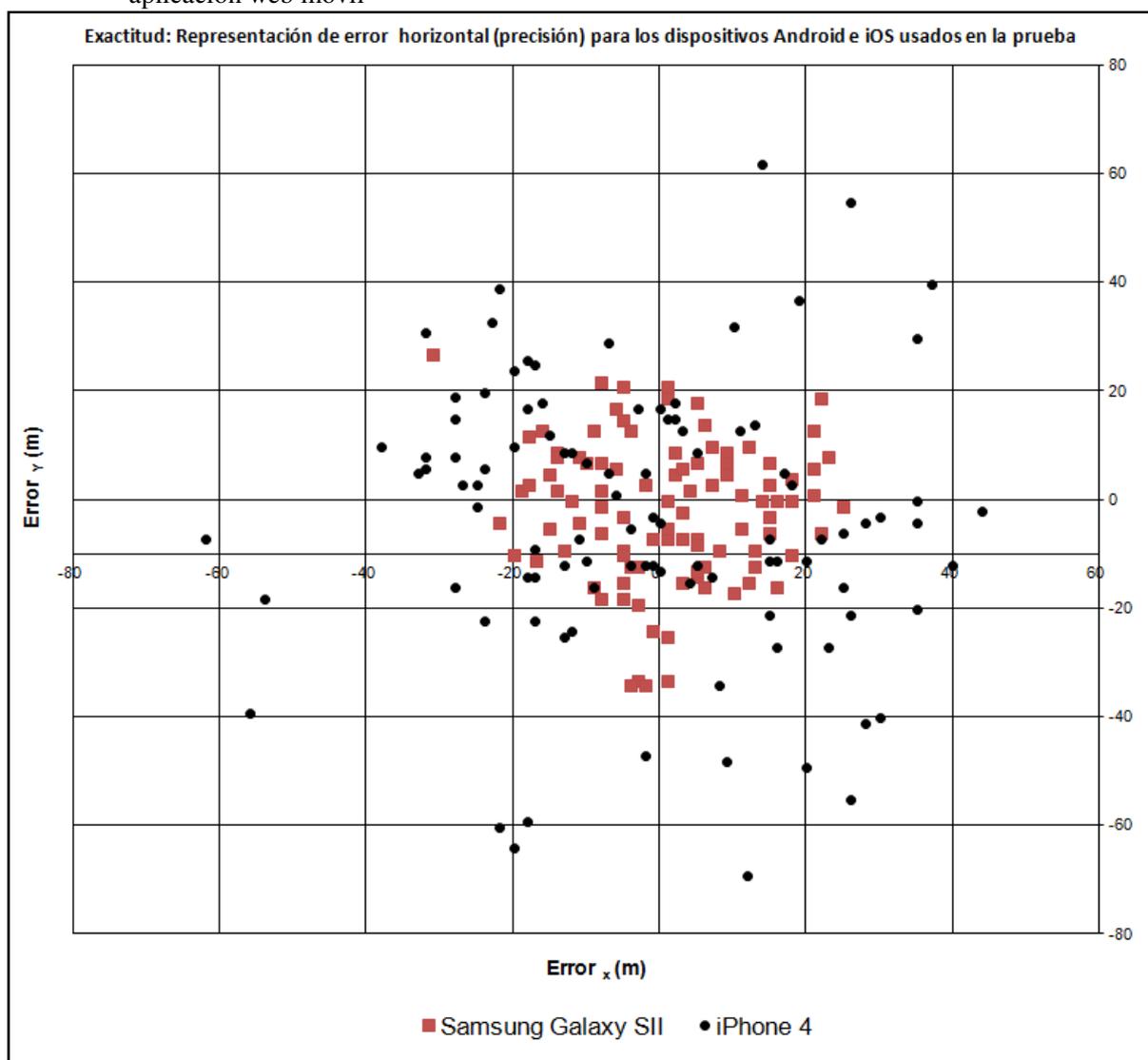
Se ha realizado una batería de pruebas de fichaje con la aplicación web móvil desarrollada como prueba de concepto del Sistema de Información para el control de la fuerza laboral basado en comportamiento, tratando de considerar las condiciones más realistas para el uso cotidiano en el ámbito empresarial al que está dirigida.

Para ello, se ha utilizado como punto de referencia de fichaje el mismo que se empleó para las pruebas de exactitud de los dispositivos utilizados (446737m, 4114616m UTM Huso 30S, Datum European 50), al tratarse de un entorno representativo de las condiciones de uso empresarial del Sistema de Información y a la vez sumamente exigente en términos de adquisición de la información de posición con GPS : centro de un gran núcleo urbano de población (elevado nivel de interferencias radioeléctricas), calles estrechas y edificios altos (que conforman “cañones urbanos” dificultando notablemente la propagación de las señales de los satélites).

Las pruebas se han realizado estrictamente en horario laboral convencional, en instantes aleatorios entre las 8h y las 17h, representativos de las actividades habituales de la fuerza laboral desplazada, en días laborables (Días 21, 26, 27, 28 de Diciembre de 2012 y 22, 25 y 26 de Marzo de 2013).

Asimismo, no se ha tenido en cuenta en ningún caso el valor de la Dilución de Precisión Horizontal (HDOP) para la realización de las observaciones, ni se ha realizado ningún tipo de planificación de misiones GPS con carácter previo a las pruebas, reflejando mejor las condiciones reales de uso del Sistema de Información por parte de la fuerza laboral desplazada.

Figura 29. Representación del error horizontal (precisión) obtenido en las pruebas reales con la aplicación web móvil



Fuente: Elaboración propia

En los Apéndices A.3 y A.4 se recogen todas las muestras obtenidas con la aplicación web móvil desarrollada como prototipo del Sistema de Información aquí propuesto, tanto para el dispositivo Android como para el dispositivo iOS.

En la **Figura 29** se puede observar gráficamente el error horizontal (en metros) de todas las muestras recogidas. Se confirma a la vista de dicha figura que, como se demostró anteriormente, la variabilidad de los datos de posición recogidos por el dispositivo iPhone en torno al punto conocido es muy superior a la del conjunto de datos obtenidos con el dispositivo Android.

Además se puede intuir a la vista de la figura que los valores de exactitud de las muestras obtenidas con la aplicación móvil web prototipo han empeorado en términos absolutos con respecto a las mediciones controladas de exactitud de los propios dispositivos.

Por ello, a continuación, se analizarán cuantitativamente los valores obtenidos, realizando el cálculo de la exactitud horizontal partiendo de la base de los valores de la raíz de la media cuadrática de error (RMSE) de cada uno de los orígenes de datos, primero para cada componente y a continuación calculando el valor planimétrico u horizontal

### 5.6.1 Resultados de exactitud en pruebas realizadas en condiciones reales para el dispositivo Samsung Galaxy SII (Android)

A partir de los valores de exactitud obtenidos para cada una de las componentes latitud (“northings”) y longitud (“eastings”) de las observaciones realizadas con el dispositivo Android (Ver Apéndice A.3), se calculan los valores RMSE

$$RMSE_X = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_{xi}^2} \quad RMSE_X = 11,82\text{m valor para la longitud}$$

$$RMSE_Y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_{yi}^2} \quad RMSE_Y = 12,83\text{m valor para la latitud}$$

Y con ellos, se calcula el valor RMSE planimétrico:

$$RMSE = \sqrt{RMSE_X^2 + RMSE_Y^2} = 17.44\text{m valor para la componente horizontal (XY)}.$$

Este valor significa que para el 67% de las observaciones realizadas con el dispositivo Android, la exactitud será inferior a los 17.44m.

En este caso, para el dispositivo Samsung Galaxy SII, el valor **2DRMS = 34.88m**

Se puede concluir, que, **con un nivel de confianza del 95% la exactitud obtenida con la aplicación web móvil usando el GPS del dispositivo Samsung Galaxy SII está dentro de un radio de 34.88 metros desde el valor real de la posición** en un entorno urbano exigente para la propagación de las señales GPS, y con valores HDOP totalmente cambiantes y no planificados en las pruebas realizadas

### 5.6.2 Resultados de exactitud en pruebas realizadas en condiciones reales para el dispositivo Apple iPhone 4 (iOS)

A partir de los valores de exactitud obtenidos para cada una de las componentes norte y este de las observaciones realizadas con el dispositivo iPhone (Ver Apéndice A.4), se calculan los valores RMSE

$$RMSE_X = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_{xi}^2} \quad RMSE_X = 22.54\text{m valor para la longitud}$$

$$RMSE_Y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_{yi}^2} \quad RMSE_Y = 25.11\text{m valor para la latitud}$$

Y con ellos, se calcula el valor RMSE planimétrico:

$$RMSE = \sqrt{RMSE_X^2 + RMSE_Y^2} = 33.74\text{m valor para la componente horizontal (XY)}.$$

Este valor significa que para el 67% de las observaciones realizadas con el dispositivo iOS, la exactitud será inferior a los 33.74m.

Así, para las observaciones realizadas con el dispositivo iPhone 4 con la aplicación web móvil, el valor **2DRMS = 67.48m**

Se puede concluir, que, para las muestras recogidas en esta prueba, **con un nivel de confianza del 95% la exactitud obtenida con la aplicación web móvil usando el GPS del dispositivo iPhone 4 está dentro de un radio de 67.48 metros desde el valor real de la posición** en un entorno urbano exigente para la propagación de las señales GPS, y con valores HDOP totalmente cambiantes y no planificados

### **5.6.3 Verificación de requisitos de exactitud exigidos por la FCC**

Según lo indicado en la Tabla 5, los requisitos de exactitud más exigentes establecidos por la FCC a cumplir en el año 2019 son de 50 metros para el 67% de las muestras y de 150 metros para el 95% de las muestras en soluciones basadas en terminal. De no ser así, se rechaza que el conjunto de datos cumpla con la normativa.

En este caso se va a someter al conjunto de datos obtenido con la aplicación web móvil del Sistema de Información propuesto al estricto proceso de verificación de la FCC siguiendo la metodología propuesta por este organismo para la evaluación del cumplimiento de las exigencias de exactitud. (FCC, 2000)

**Para ello, se ordenan las tablas de datos obtenidos en orden creciente de exactitudes individuales de cada posición observada, y de las 100 muestras obtenidas, según la**

Tabla 8,

se ha de cumplir que

$$(\text{exactitud}_{74} < 50\text{m}) \text{ y } (\text{exactitud}_{100} < 150\text{m})$$

o bien

$$(\text{exactitud}_{75} < 50\text{m}) \text{ y } (\text{exactitud}_{99} < 150\text{m})$$

En primer lugar se realizará el proceso de verificación para las muestras obtenidas con la aplicación web móvil y con el dispositivo Android.

Se comprueba, a la vista del extracto representativo de los datos obtenidos con este dispositivo, y mostrados en la Tabla 17 que

Exactitud<sub>74-android</sub> = 19.2 m < 50m y Exactitud<sub>100-android</sub> = 41.1 m < 150m

Exactitud<sub>75-android</sub> = 19.7 m < 50m y Exactitud<sub>99-android</sub> = 34.2 m < 150m

Por ello, se puede afirmar, que, **siguiendo la metodología propuesta por la FCC, con las muestras obtenidas con el dispositivo Android usado en la prueba realizada en condiciones reales de utilización de la aplicación web móvil del Sistema de Información propuesto, con un 90% de confianza, queda verificado el cumplimiento de las exigencias más estrictas establecidas para la exactitud por este organismo.**

Tabla 17. Extracto de tabla de exactitudes obtenidas en pruebas reales de la aplicación web móvil usando el dispositivo Android

Muestra	Coordenadas en formato UTM		Precisión			Exactitud		
	Eastings	Northings	delta x	delta y	Precisión Hz	delta x	delta y	Exactitud Hz (m)
..	..	..	..	..	..	..	..	..
73	446749	4114601	11,0	-13,3	17,3	12	-15	19,2
74	446734	4114597	-4,0	-17,3	17,7	-3	-19	19,2
75	446729	4114598	-9,0	-16,3	18,6	-8	-18	19,7
76	446747	4114599	9,0	-15,3	17,7	10	-17	19,7
..	..	..	..	..	..	..	..	..
98	446735	4114582	-3,0	-32,3	32,4	-2	-34	34,1
99	446733	4114582	-5,0	-32,3	32,6	-4	-34	34,2
100	446706	4114643	-32,0	28,7	43,0	-31	27	41,1

Análogamente, realizará el proceso de verificación para las muestras obtenidas con la aplicación web móvil y con el dispositivo iOS. Se comprueba, a la vista del extracto representativo de los datos obtenidos con este dispositivo, y mostrados en la

Tabla 18 que

$$\text{Exactitud}_{74\text{-iOS}} = 35.2 \text{ m} < 50\text{m} \quad \text{y} \quad \text{Exactitud}_{100\text{-iOS}} = 68.2 \text{ m} < 150\text{m}$$

$$\text{Exactitud}_{75\text{-iOS}} = 35.5 \text{ m} < 50\text{m} \quad \text{y} \quad \text{Exactitud}_{99\text{-iOS}} = 70 \text{ m} < 150\text{m}$$

Por ello, se puede afirmar, que, **siguiendo la metodología propuesta por la FCC, con las muestras obtenidas con el dispositivo iOS usado en la prueba realizada en condiciones reales de utilización de la aplicación web móvil del Sistema de Información propuesto, con un 90% de confianza, queda verificado el cumplimiento de las exigencias más estrictas establecidas para la exactitud por este organismo.**

Tabla 18. Extracto de tabla de exactitudes obtenidas en pruebas reales de la aplicación web móvil usando el dispositivo iOS

Muestra	Coordenadas en formato UTM		Precisión			Exactitud		
	Eastings	Northings	delta x	delta y	Precisión Hz	delta x	delta y	Exactitud Hz (m)
..	..	..	..	..	..	..	..	..
73	446772	4114616	37,1	3,4	37,3	35	0	35,0
74	446772	4114612	37,1	-0,6	37,1	35	-4	35,2
75	446760	4114589	25,1	-23,6	34,5	23	-27	35,5
76	446699	4114626	-35,9	13,4	38,3	-38	10	39,3
..	..	..	..	..	..	..	..	..
98	446717	4114552	-17,9	-60,6	63,2	-20	-64	67,1
99	446681	4114577	-53,9	-35,6	64,6	-56	-39	68,2
100	446749	4114547	14,1	-65,6	67,1	12	-69	70,0

## 5.7 Discusión de los resultados

La Hipótesis 1 (H1) plantea que la implantación de un sistema LBS móvil de tipo reactivo y no intrusivo que satisfaga el nivel exigencia de exactitud “Alta” influye positiva y significativamente en el cumplimiento del para el control basado en comportamiento de la fuerza laboral.

Moran y Nakata (2009), apoyándose en la Teoría del Comportamiento Planificado<sup>26</sup>, demuestran que la posibilidad de tener el control de la monitorización tiene una influencia positiva en los empleados. Además, según Intille et al., (2003) y Kumar y Pandya, (2012) las tecnologías de monitorización no deben ser percibidas como intrusivas, y siempre han de proporcionar medios de control manual explícito, por lo que un Sistema de Información para el control de la fuerza laboral basado en comportamientos debería ser no intrusivo.

Todo lo anterior implica que de entre los modos operativos posibles para un sistema LBS aplicado al control basado en comportamiento de los empleados se debe utilizar el modo reactivo, y es precisamente éste el que ha quedado probado en el prototipo de Sistema de Información que aquí se propone, demostrándose además su carácter no intrusivo al no utilizar una monitorización continua

---

<sup>26</sup> Se trata de una teoría de la Psicología, promovida por el Dr. Icek Ajzen, que conecta las creencias sobre un hecho (en este caso la posibilidad de controlar la monitorización) con el comportamiento esperado.

Por otra parte, el nivel de exigencia “Alta” seleccionado para el Sistema de Información para el control basado en comportamiento de la fuerza laboral se corresponde con las exigencias de localización de usuarios de Servicios de Emergencia móviles (Ver Tabla 3), y son precisamente estos, con sus requisitos cuantitativos de cumplimiento más estrictos, los que se han tomado como referencia para la calidad de los datos de ubicación de los empleados. Además se ha probado que dichos requisitos se cumplen en condiciones reales (representativas de una actividad laboral normal de los empleados de una empresa), con la aplicación Web Móvil y dispositivos utilizados en la evaluación del prototipo del Sistema de Información. Todo lo anterior, junto con los resultados cualitativos obtenidos en el piloto del Sistema de Información permite refrendar el cumplimiento de la Hipótesis 1

La Hipótesis 2 (H2) planteaba que un Sistema de Información empresarial para el control de la fuerza laboral basado en comportamiento es siempre viable usando únicamente tecnologías de localización basada en terminal para obtener la información de ubicación del empleado. En numerosos estudios, por ejemplo Ball (2010), Liang y Wei, (2004) y Yuan et al.(2010) se señala el uso de elementos externos para la localización del empleado, limitándose el empleado a portar un elemento pasivo (tarjeta) o activo (radiobaliza), que suele limitar los procesos de localización a interiores utilizando sensores, por lo que no son viables para el control de la fuerza laboral desplazada. Otros estudios hacen referencia a la utilización de elementos fijos embarcados en flotas de vehículos para su seguimiento, con lo que en realidad el control se hace sobre los recursos de transporte y no sobre los empleados (Kaplan & Hegarty, 2005; Menard & Miller, 2011; Yuan et al., 2010). Los pocos estudios encontrados en la literatura que aborden el uso de GPS como elemento de localización autosuficiente en un dispositivo móvil no lo hacen en conexión con el control

de la fuerza laboral, ni, en general, como parte de un Sistema de Información para RR.HH. (Cao et al., 2003; Zandbergen & Barbeau, 2011)

En el presente estudio, ha quedado probado que los dispositivos móviles usados en las pruebas permiten obtener datos de ubicación forma autosuficiente únicamente mediante sus receptores GPS, con lo que también queda refrendada la validez de esta hipótesis.

La Hipótesis 3 (H3) señalaba que el criterio de exigencia de exactitud más estricto de los establecidos por la FCC siempre se cumple para los dispositivos móviles más representativos que se pueden usar en un Sistema de Información para el control de la fuerza laboral basado en comportamiento. Como ya se señaló, la falta de referencias en la literatura en relación a la calidad cuantitativa de los datos de ubicación que serían necesarios en un Sistema de Información empresarial como el aquí planteado, se han considerado aplicables los muy estrictos criterios establecidos normativamente para servicios críticos de localización de personas como son los de las llamadas móviles a Servicios de Emergencia. Se han seleccionado además dos de las familias de dispositivos móviles más representativas en el mercado español, tanto por plataforma (iOS de Apple y Android de Google) como por fabricante y serie (iPhone de Apple y Galaxy de Samsung).

Las pruebas empíricas realizadas para determinar la exactitud intrínseca de los dispositivos móviles, con independencia del modelo de aplicación usada para el Sistema de Información, demuestran que los dispositivos analizados (Apple iPhone 4 y Samsung Galaxy SII I9100) cumplen con creces los requisitos de exactitud establecidos por la FCC,

tanto los actualmente vigentes como los establecidos a futuro como de obligado cumplimiento a partir del año 2019. Por tanto, esta hipótesis también ha quedado probada

La Hipótesis 4 (H4) señalaba que una aplicación móvil para el control basado en comportamiento de la fuerza laboral es siempre viable utilizando tecnologías exclusivamente Web, de acceso con carácter universal. En la literatura se han encontrado diversos estudios que sugieren equivocadamente que una aplicación Web móvil, al contrario de lo que sucede con las aplicaciones híbridas o nativas no tienen acceso a elementos hardware del teléfono, como es el caso del GPS (Anvaari & Jansen, 2010; Charland & LeRoux, 2011). Sólo un trabajo hace referencia a los avances del estándar HTML5 que permiten acceder selectivamente y con criterios de seguridad a ciertos elementos como el GPS (Heitkötter et al., 2013).

En el prototipo de Sistema de Información empresarial para el control basado en comportamiento de la fuerza laboral se ha elegido la tecnología Web Móvil para primar el carácter universal de acceso, lo que permite que el sistema esté accesible usando cualquier Smartphone que pueda tener un empleado<sup>27</sup>. En las pruebas realizadas con el piloto del Sistema de Información empresarial propuesto, usando la tecnología Web Móvil, ha quedado probada la capacidad de la aplicación móvil de acceder a los datos de GPS de manera universal (multidispositivo, con localización basada en navegador). Así pues, la Hipótesis 4 se cumple satisfactoriamente

---

<sup>27</sup> Sin más requisito que disponer de conectividad a Internet y usar el propio navegador del dispositivo móvil

Finalmente, la Hipótesis 5, indicaba que una aplicación móvil basada en Web para el control basado en comportamiento de la fuerza laboral satisface siempre en condiciones utilización reales en entorno laboral las exigencias de exactitud de la FCC, siguiendo la metodología propia de verificación de la FCC.

Esto ha quedado probado empíricamente, tras analizar los datos de ubicaciones obtenidos con el prototipo del Sistema de Información, sometiéndoles a la mencionada metodología de verificación. Por tanto se puede afirmar que en condiciones reales, usando una aplicación Web Móvil y con mediciones realizadas en situaciones que reflejan una actividad laboral real, cumplen ya los requisitos de exactitud establecidos por la FCC, tanto los actualmente vigentes como los de obligado cumplimiento a partir del año 2019. Por ello, se puede afirmar que queda probada la validez de la Hipótesis 5.

## **5.8 Resumen**

En este capítulo se ha descrito la propuesta de un Sistema de Información para el control de la fuerza laboral basado en comportamiento, definiendo su arquitectura y funcionalidad, siempre en línea con las necesidades empresariales relativas al control y teniendo en cuenta las premisas de ahorro de costes de implantación, conseguido mediante el uso de desarrollos usando tecnologías de software libre y adecuándolas para dar el soporte deseado al paradigma BYOD.

Se ha desarrollado un prototipo y se ha evaluado en condiciones reales, sin la fijación o control de parámetros característicos en un estudio empírico de exactitud de dispositivos,

sino evaluando el comportamiento del Sistema de Información en su conjunto, y en condiciones realistas que reflejen la actividad empresarial. En estas condiciones, se ha verificado que también se produce el cumplimiento de los requisitos de exactitud planteados como referencia.

# CAPÍTULO 6

## Conclusiones

### 6.1 Conclusiones

1. El presente estudio contribuye a la mejora de la competitividad de las empresas, a través de la propuesta de implantación de un Sistema de Información empresarial para el control basado en comportamiento de la fuerza laboral desplazada (capaz de recoger información de dimensiones espacial y temporal sobre la misma), en el que prima la necesidad de racionalizar al máximo la inversión necesaria para su despliegue.

2. En el Sistema de Información propuesto se han aunado tres aspectos que hasta el momento se han considerado de forma aislada e independiente por parte de estudios previos: (i) la consumerización de las TI, (ii) las capacidades reales de geolocalización de los dispositivos móviles personales que los empleados pueden usar en el entorno laboral, y (iii) la muy reciente oportunidad que brinda la tecnología Web Móvil para ofrecer información en movilidad de manera universal, prácticamente con independencia del dispositivo usado por los empleados, lo que incide de manera directa en los costes, reduciéndolos muy considerablemente frente a otras opciones tecnológicas.
  
3. Este estudio establece además un nuevo marco de referencia en lo referente a los niveles cualitativos y cuantitativos de exigencia que se deben establecer en relación a la exactitud de los sistemas de localización móvil utilizados en Sistemas de Información empresariales, y en particular los referidos al control de la fuerza laboral desplazada.
  
4. Por otra parte, este estudio viene a complementar los distintos estudios existentes sobre la determinación de la exactitud de los datos de ubicación obtenidos con dispositivos móviles de tipo Smartphone ofreciendo una nueva metodología basada (i) el análisis empírico de la calidad de dichos datos cuando se obtienen en condiciones realistas y fuertemente heterogéneas como corresponde al desarrollo normal de la actividad empresarial y (ii) la aplicación de la metodología de

verificación de cumplimiento de las exigencias para la calidad de los datos de ubicación promulgadas por la FCC para sistemas críticos de Emergencia.

5. Los resultados obtenidos por este estudio confirman que actualmente ya es viable para la empresas la implantación de un Sistema de Información móvil para el control de la fuerza laboral desplazada, que les permita ganar competitividad, reduciendo al tiempo costes e incrementando el ROI, adoptando para ello el paradigma BYOD, que permite a los empleados utilizar sus propios dispositivos móviles de tipo smartphone en el ámbito laboral.
6. En este estudio, se contribuye al cuerpo de conocimiento actual sobre Sistemas de Información empresariales basados en tecnología móvil, habiendo probado la influencia positiva que siempre tiene la aplicación de los nuevos paradigmas de consumerización de las TI y BYOD sobre la implantación de un Sistema de Información móvil para el control de la fuerza laboral basado en comportamiento, como mecanismo para reducir costes e incrementar el ROI.
7. Una importante contribución de este estudio ha consistido en el examen de indicadores clave del sector de las telecomunicaciones móviles en España, probando que sus especiales características (únicas frente a la media de estos indicadores en la UE<sup>28</sup>) hacen en la actualidad ya viable la aplicación de los paradigmas de consumerización de las TI y BYOD en un Sistema de Información empresarial para el control basado en comportamiento de la fuerza laboral

---

<sup>28</sup> España, Italia, Reino Unido, Francia y Alemania

## 6.2 Implicaciones

Uno de los principales objetivos de la investigación realizada es contribuir a la mejora de las prácticas empresariales, en el sentido de posibilitar una adecuada toma de decisiones que permita incrementar la competitividad de la empresa en el entorno actual, y abordando para ello la incorporación de Sistemas de Información avanzados en el área de los RR.HH

En este sentido, la implicación más importante para las empresas de los resultados obtenidos en este estudio es que **es viable la implantación de Sistema de Información móvil para el control de la fuerza laboral basado en comportamiento, aprovechando los nuevos paradigmas de la Consumerización de las TI y BYOD<sup>29</sup>** como mecanismo para reducir al mínimo los costes asociados a la necesidad de control e incrementar el ROI

Por otra parte, se ha de señalar que la empresa que utilice un Sistema de Información para el control basado en comportamiento de la fuerza laboral como el que aquí se propone **podrá siempre determinar la ubicación de un empleado de forma no intrusiva con un nivel de exactitud que cumple holgadamente las exigencias actuales y futuras de localización de personas reguladas en el más estricto de los Sistemas de Emergencia,** que en la actualidad constituyen la única referencia cuantitativa válida para valorar la calidad de los datos de localización geográfica de personas en este contexto.

---

<sup>29</sup> Bring Your Own Device (Tráigase a la empresa su propio dispositivo)

De los resultados de este estudio, se desprende también otra importante implicación empresarial: **la inversión realizada por la empresa en la implantación de un Sistema de Información basado en localización móvil como el aquí propuesto queda protegida**, por la propia evolución tecnológica, que inexorablemente incrementará aún más la sensibilidad de los circuitos GPS de los dispositivos móviles que puedan utilizar los empleados, lo que permitirá obtener valores de precisión y exactitud que mejoren los aquí obtenidos.

Para la comunidad científica, quizás la implicación clave de este estudio es la necesidad de aplicar **una nueva metodología que permita el análisis empírico de la calidad de los datos de ubicación de empleados obteniéndolos en condiciones realistas y fuertemente heterogéneas como corresponde al desarrollo normal de la actividad empresarial**. La metodología aquí presentada además complementa la metodología de verificación de cumplimiento de las exigencias para la calidad de los datos de ubicación promulgada por la FCC<sup>30</sup> para sistemas críticos de Emergencia, (i) aplicándola a Sistemas de Información empresariales para el control de la fuerza laboral, (ii) estableciendo el proceso a seguir para la toma de datos, y (iii) contemplando además un nuevo canal para dicha toma de datos: la utilización de navegadores Web móviles de cualquier smartphone que pueda usar un empleado.

---

<sup>30</sup> Comisión Federal de Comunicaciones de los EE.UU. El único organismo a nivel mundial que ha regulado cuantitativamente la calidad mínima de datos de localización de personas.

### **6.3 Limitaciones**

Este estudio, como la mayoría de los estudios anteriores que han tratado de evaluar empíricamente la exactitud de la información de ubicación obtenida con dispositivos móviles de tipo smartphone, se ha centrado en el análisis de dos de los dispositivos móviles más extendidos en el mercado español en el momento actual.

Para determinar con fiabilidad qué factores influyen realmente en las desviaciones de los resultados, se necesitaría evaluar una mayor cantidad de combinaciones de dispositivos. Puesto que los ciclos de producción de los dispositivos móviles de tipo Smartphone son realmente cortos, esta evaluación debería repetirse para nuevas generaciones de dispositivos, no solo de tipo Premium y de gama media, sino también en los de gama baja, para cubrir todo el espectro.

Por otra parte, el modelo BYOD que hace posible la reducción de costes y el muy notable incremento del ROI de la implantación de un Sistema de Información para el control basado en comportamiento de la fuerza laboral como el aquí propuesto, llevaría aparejado un proceso de re-evaluación y verificación operativa de los mecanismos de seguridad de la función de TI de la empresa, para hacer frente a nuevos riesgos. En el presente estudio se ha obviado este proceso al entender que entra en el ámbito técnico de la Seguridad Informática.

## 6.4 Líneas futuras de investigación

Este estudio se podría extender principalmente en tres grandes líneas:

- (i) Analizar el impacto que tendría en el comportamiento de los empleados la utilización de sistemas de localización proactivos para el control de la fuerza laboral desplazada que permitieran realizar los procesos de fichaje automáticamente para actividades previamente programadas y de emplazamientos conocidos
- (ii) Realizar un estudio que revele cuáles son los indicadores más importantes que deben figurar en la herramienta de cuadro de mando de un Sistema de Información para el control de la fuerza laboral como el aquí propuesto. Sería muy interesante determinar en una prueba a una escala suficientemente representativa, con la realimentación de los departamentos de RR.HH. de distintas empresas que hayan implantado el Sistema de Información, qué datos se deben explotar, analizar y resumir, y sobre todo, determinar qué indicadores son deseables para representar visualmente la mejora de la competitividad empresarial por tener una influencia directa y significativa en ésta última.
- (iii) Estudiar la viabilidad de incluir sistemas de certificación de ubicaciones, o, en su defecto, elementos complementarios de verificación de ubicaciones de usuario, que permitan detectar potenciales fraudes. En efecto, en última instancia, el dato de ubicación lo controla el usuario, y podría ser fraudulentamente modificado. Para preservar el carácter no intrusivo de la solución presentada y evitar los efectos indeseables que éste tendría, sería conveniente complementar la información de ubicación con una “prueba de presencia” complementaria, como el acceso a un elemento físico que estuviera presente en punto de control (por ejemplo, una tarjeta sin contacto)



# APÉNDICES

## A.1 Muestras adquiridas con dispositivo Android

Muestra	Coordenadas UTM obtenidas		Precisión			Exactitud		
	Eastings (m)	Northings (m)	DeltaX (m)	DeltaY (m)	Precis. (m)	e <sub>x</sub> (m)	e <sub>y</sub> (m)	Error Horizontal (m)
1	446741	4114619	2,1	5,3	5,7	4	3	5,0
2	446732	4114614	-6,9	0,3	6,9	-5	-2	5,4
3	446733	4114618	-5,9	4,3	7,3	-4	2	4,5
4	446738	4114617	-0,9	3,3	3,4	1	1	1,4
5	446736	4114607	-2,9	-6,7	7,3	-1	-9	9,1
6	446735	4114607	-3,9	-6,7	7,8	-2	-9	9,2
7	446736	4114613	-2,9	-0,7	3,0	-1	-3	3,2
8	446732	4114616	-6,9	2,3	7,3	-5	0	5,0
9	446734	4114612	-4,9	-1,7	5,2	-3	-4	5,0
10	446735	4114615	-3,9	1,3	4,1	-2	-1	2,2
11	446733	4114616	-5,9	2,3	6,3	-4	0	4,0
12	446730	4114619	-8,9	5,3	10,3	-7	3	7,6
13	446726	4114619	-12,9	5,3	13,9	-11	3	11,4
14	446722	4114615	-16,9	1,3	16,9	-15	-1	15,0
15	446719	4114620	-19,9	6,3	20,9	-18	4	18,4
16	446724	4114620	-14,9	6,3	16,2	-13	4	13,6
17	446737	4114609	-1,9	-4,7	5,1	0	-7	7,0
18	446748	4114611	9,1	-2,7	9,5	11	-5	12,1
19	446748	4114611	9,1	-2,7	9,5	11	-5	12,1
20	446748	4114611	9,1	-2,7	9,5	11	-5	12,1
21	446748	4114613	9,1	-0,7	9,1	11	-3	11,4
22	446737	4114613	-1,9	-0,7	2,0	0	-3	3,0
23	446737	4114611	-1,9	-2,7	3,3	0	-5	5,0
24	446737	4114610	-1,9	-3,7	4,2	0	-6	6,0
25	446747	4114607	8,1	-6,7	10,5	10	-9	13,5

26	446748	4114608	9,1	-5,7	10,8	11	-8	13,6
27	446730	4114621	-8,9	7,3	11,5	-7	5	8,6
28	446729	4114622	-9,9	8,3	12,9	-8	6	10,0
29	446758	4114615	19,1	1,3	19,2	21	-1	21,0
30	446734	4114607	-4,9	-6,7	8,3	-3	-9	9,5
31	446731	4114602	-7,9	-11,7	14,1	-6	-14	15,2
32	446732	4114603	-6,9	-10,7	12,7	-5	-13	13,9
33	446734	4114603	-4,9	-10,7	11,8	-3	-13	13,3
34	446734	4114604	-4,9	-9,7	10,9	-3	-12	12,4
35	446729	4114611	-9,9	-2,7	10,3	-8	-5	9,4
36	446729	4114610	-9,9	-3,7	10,6	-8	-6	10,0
37	446729	4114609	-9,9	-4,7	11,0	-8	-7	10,6
38	446731	4114610	-7,9	-3,7	8,7	-6	-6	8,5
39	446732	4114610	-6,9	-3,7	7,8	-5	-6	7,8
40	446738	4114611	-0,9	-2,7	2,9	1	-5	5,1
41	446737	4114611	-1,9	-2,7	3,3	0	-5	5,0
42	446740	4114614	1,1	0,3	1,1	3	-2	3,6
43	446739	4114621	0,1	7,3	7,3	2	5	5,4
44	446738	4114620	-0,9	6,3	6,4	1	4	4,1
45	446738	4114620	-0,9	6,3	6,4	1	4	4,1
46	446732	4114615	-6,9	1,3	7,0	-5	-1	5,1
47	446732	4114615	-6,9	1,3	7,0	-5	-1	5,1
48	446751	4114620	12,1	6,3	13,6	14	4	14,6
49	446752	4114619	13,1	5,3	14,1	15	3	15,3
50	446753	4114618	14,1	4,3	14,7	16	2	16,1
51	446746	4114590	7,1	-23,7	24,8	9	-26	27,5
52	446734	4114615	-4,9	1,3	5,1	-3	-1	3,2
53	446733	4114617	-5,9	3,3	6,7	-4	1	4,1
54	446740	4114635	1,1	21,3	21,3	3	19	19,2
55	446740	4114634	1,1	20,3	20,3	3	18	18,2
56	446751	4114624	12,1	10,3	15,9	14	8	16,1
57	446750	4114622	11,1	8,3	13,9	13	6	14,3
58	446739	4114621	0,1	7,3	7,3	2	5	5,4
59	446738	4114622	-0,9	8,3	8,3	1	6	6,1
60	446721	4114623	-17,9	9,3	20,2	-16	7	17,5
61	446724	4114621	-14,9	7,3	16,6	-13	5	13,9
62	446725	4114620	-13,9	6,3	15,2	-12	4	12,6
63	446725	4114613	-13,9	-0,7	13,9	-12	-3	12,4
64	446724	4114612	-14,9	-1,7	15,0	-13	-4	13,6
65	446724	4114611	-14,9	-2,7	15,1	-13	-5	13,9
66	446736	4114607	-2,9	-6,7	7,3	-1	-9	9,1

67	446735	4114607	-3,9	-6,7	7,8	-2	-9	9,2
68	446734	4114600	-4,9	-13,7	14,6	-3	-16	16,3
69	446735	4114602	-3,9	-11,7	12,3	-2	-14	14,1
70	446739	4114615	0,1	1,3	1,3	2	-1	2,2
71	446741	4114620	2,1	6,3	6,6	4	4	5,7
72	446743	4114617	4,1	3,3	5,3	6	1	6,1
73	446744	4114617	5,1	3,3	6,1	7	1	7,1
74	446744	4114616	5,1	2,3	5,6	7	0	7,0
75	446743	4114616	4,1	2,3	4,7	6	0	6,0
76	446732	4114603	-6,9	-10,7	12,7	-5	-13	13,9
77	446732	4114603	-6,9	-10,7	12,7	-5	-13	13,9
78	446735	4114611	-3,9	-2,7	4,7	-2	-5	5,4
79	446736	4114611	-2,9	-2,7	4,0	-1	-5	5,1
80	446723	4114598	-15,9	-15,7	22,3	-14	-18	22,8
81	446723	4114597	-15,9	-16,7	23,1	-14	-19	23,6
82	446722	4114598	-16,9	-15,7	23,1	-15	-18	23,4
83	446721	4114598	-17,9	-15,7	23,8	-16	-18	24,1
84	446721	4114597	-17,9	-16,7	24,5	-16	-19	24,8
85	446735	4114604	-3,9	-9,7	10,5	-2	-12	12,2
86	446736	4114604	-2,9	-9,7	10,1	-1	-12	12,0
87	446743	4114614	4,1	0,3	4,1	6	-2	6,3
88	446744	4114614	5,1	0,3	5,1	7	-2	7,3
89	446744	4114617	5,1	3,3	6,1	7	1	7,1
90	446739	4114618	0,1	4,3	4,3	2	2	2,8
91	446738	4114619	-0,9	5,3	5,4	1	3	3,2
92	446739	4114613	0,1	-0,7	0,7	2	-3	3,6
93	446749	4114601	10,1	-12,7	16,2	12	-15	19,2
94	446750	4114598	11,1	-15,7	19,2	13	-18	22,2
95	446736	4114618	-2,9	4,3	5,2	-1	2	2,2
96	446745	4114608	6,1	-5,7	8,4	8	-8	11,3
97	446755	4114613	16,1	-0,7	16,1	18	-3	18,2
98	446743	4114615	4,1	1,3	4,3	6	-1	6,1
99	446736	4114622	-2,9	8,3	8,8	-1	6	6,1
100	446740	4114617	1,1	3,3	3,5	3	1	3,2
101	446743	4114612	4,1	-1,7	4,5	6	-4	7,2
102	446742	4114603	3,1	-10,7	11,2	5	-13	13,9
103	446738	4114612	-0,9	-1,7	1,9	1	-4	4,1
104	446746	4114611	7,1	-2,7	7,6	9	-5	10,3
105	446740	4114615	1,1	1,3	1,7	3	-1	3,2
106	446751	4114622	12,1	8,3	14,7	14	6	15,2
107	446751	4114621	12,1	7,3	14,1	14	5	14,9

108	446754	4114605	15,1	-8,7	17,4	17	-11	20,2
109	446753	4114606	14,1	-7,7	16,1	16	-10	18,9
110	446752	4114606	13,1	-7,7	15,2	15	-10	18,0
111	446751	4114608	12,1	-5,7	13,4	14	-8	16,1
112	446750	4114609	11,1	-4,7	12,1	13	-7	14,8
113	446756	4114610	17,1	-3,7	17,5	19	-6	19,9
114	446756	4114610	17,1	-3,7	17,5	19	-6	19,9
115	446766	4114613	27,1	-0,7	27,1	29	-3	29,2
116	446762	4114599	23,1	-14,7	27,4	25	-17	30,2
117	446765	4114606	26,1	-7,7	27,2	28	-10	29,7
118	446767	4114602	28,1	-11,7	30,5	30	-14	33,1
119	446744	4114622	5,1	8,3	9,7	7	6	9,2
120	446753	4114600	14,1	-13,7	19,7	16	-16	22,6
121	446750	4114622	11,1	8,3	13,9	13	6	14,3
122	446754	4114590	15,1	-23,7	28,1	17	-26	31,1
123	446752	4114594	13,1	-19,7	23,7	15	-22	26,6
124	446737	4114617	-1,9	3,3	3,8	0	1	1,0
125	446741	4114615	2,1	1,3	2,5	4	-1	4,1
126	446729	4114605	-9,9	-8,7	13,2	-8	-11	13,6
127	446750	4114612	11,1	-1,7	11,2	13	-4	13,6
128	446751	4114612	12,1	-1,7	12,2	14	-4	14,6
129	446754	4114619	15,1	5,3	16,0	17	3	17,3
130	446737	4114622	-1,9	8,3	8,5	0	6	6,0
131	446741	4114619	2,1	5,3	5,7	4	3	5,0
132	446743	4114619	4,1	5,3	6,7	6	3	6,7
133	446740	4114623	1,1	9,3	9,4	3	7	7,6
134	446740	4114622	1,1	8,3	8,4	3	6	6,7
135	446739	4114621	0,1	7,3	7,3	2	5	5,4
136	446750	4114620	11,1	6,3	12,8	13	4	13,6
137	446752	4114620	13,1	6,3	14,5	15	4	15,5
138	446750	4114621	11,1	7,3	13,3	13	5	13,9
139	446749	4114615	10,1	1,3	10,2	12	-1	12,0
140	446749	4114616	10,1	2,3	10,4	12	0	12,0
141	446748	4114616	9,1	2,3	9,4	11	0	11,0
142	446749	4114617	10,1	3,3	10,6	12	1	12,0
143	446743	4114616	4,1	2,3	4,7	6	0	6,0
144	446743	4114615	4,1	1,3	4,3	6	-1	6,1
145	446747	4114614	8,1	0,3	8,1	10	-2	10,2
146	446746	4114614	7,1	0,3	7,1	9	-2	9,2
147	446737	4114617	-1,9	3,3	3,8	0	1	1,0
148	446737	4114618	-1,9	4,3	4,7	0	2	2,0

149	446738	4114618	-0,9	4,3	4,4	1	2	2,2
150	446738	4114618	-0,9	4,3	4,4	1	2	2,2
151	446739	4114618	0,1	4,3	4,3	2	2	2,8
152	446739	4114618	0,1	4,3	4,3	2	2	2,8
153	446742	4114620	3,1	6,3	7,0	5	4	6,4
154	446741	4114622	2,1	8,3	8,6	4	6	7,2
155	446752	4114615	13,1	1,3	13,2	15	-1	15,0
156	446752	4114619	13,1	5,3	14,1	15	3	15,3
157	446744	4114620	5,1	6,3	8,1	7	4	8,1
158	446745	4114620	6,1	6,3	8,8	8	4	8,9
159	446751	4114613	12,1	-0,7	12,1	14	-3	14,3
160	446748	4114611	9,1	-2,7	9,5	11	-5	12,1
161	446748	4114613	9,1	-0,7	9,1	11	-3	11,4
162	446737	4114613	-1,9	-0,7	2,0	0	-3	3,0
163	446737	4114611	-1,9	-2,7	3,3	0	-5	5,0
164	446737	4114610	-1,9	-3,7	4,2	0	-6	6,0
165	446747	4114607	8,1	-6,7	10,5	10	-9	13,5
166	446748	4114608	9,1	-5,7	10,8	11	-8	13,6
167	446730	4114621	-8,9	7,3	11,5	-7	5	8,6
168	446729	4114622	-9,9	8,3	12,9	-8	6	10,0
169	446758	4114615	19,1	1,3	19,2	21	-1	21,0
170	446734	4114607	-4,9	-6,7	8,3	-3	-9	9,5
171	446731	4114602	-7,9	-11,7	14,1	-6	-14	15,2
172	446732	4114603	-6,9	-10,7	12,7	-5	-13	13,9
173	446734	4114603	-4,9	-10,7	11,8	-3	-13	13,3
174	446734	4114604	-4,9	-9,7	10,9	-3	-12	12,4
175	446729	4114611	-9,9	-2,7	10,3	-8	-5	9,4
176	446729	4114610	-9,9	-3,7	10,6	-8	-6	10,0
177	446729	4114609	-9,9	-4,7	11,0	-8	-7	10,6
178	446731	4114610	-7,9	-3,7	8,7	-6	-6	8,5
179	446732	4114610	-6,9	-3,7	7,8	-5	-6	7,8
180	446738	4114611	-0,9	-2,7	2,9	1	-5	5,1
181	446737	4114611	-1,9	-2,7	3,3	0	-5	5,0
182	446740	4114614	1,1	0,3	1,1	3	-2	3,6
183	446739	4114621	0,1	7,3	7,3	2	5	5,4
184	446738	4114620	-0,9	6,3	6,4	1	4	4,1
185	446738	4114620	-0,9	6,3	6,4	1	4	4,1
186	446732	4114615	-6,9	1,3	7,0	-5	-1	5,1
187	446751	4114620	12,1	6,3	13,6	14	4	14,6
188	446752	4114619	13,1	5,3	14,1	15	3	15,3
189	446753	4114618	14,1	4,3	14,7	16	2	16,1

190	446746	4114590	7,1	-23,7	24,8	9	-26	27,5
191	446734	4114615	-4,9	1,3	5,1	-3	-1	3,2
192	446733	4114617	-5,9	3,3	6,7	-4	1	4,1
193	446740	4114635	1,1	21,3	21,3	3	19	19,2
194	446740	4114634	1,1	20,3	20,3	3	18	18,2
195	446751	4114624	12,1	10,3	15,9	14	8	16,1
196	446750	4114622	11,1	8,3	13,9	13	6	14,3
197	446739	4114621	0,1	7,3	7,3	2	5	5,4
198	446738	4114622	-0,9	8,3	8,3	1	6	6,1
199	446721	4114623	-17,9	9,3	20,2	-16	7	17,5
200	446724	4114621	-14,9	7,3	16,6	-13	5	13,9
201	446725	4114620	-13,9	6,3	15,2	-12	4	12,6
202	446725	4114613	-13,9	-0,7	13,9	-12	-3	12,4
203	446724	4114612	-14,9	-1,7	15,0	-13	-4	13,6
204	446724	4114611	-14,9	-2,7	15,1	-13	-5	13,9
205	446736	4114607	-2,9	-6,7	7,3	-1	-9	9,1
206	446735	4114607	-3,9	-6,7	7,8	-2	-9	9,2
207	446734	4114600	-4,9	-13,7	14,6	-3	-16	16,3
208	446735	4114602	-3,9	-11,7	12,3	-2	-14	14,1
209	446739	4114615	0,1	1,3	1,3	2	-1	2,2
210	446741	4114620	2,1	6,3	6,6	4	4	5,7
211	446743	4114617	4,1	3,3	5,3	6	1	6,1
212	446744	4114617	5,1	3,3	6,1	7	1	7,1
213	446744	4114616	5,1	2,3	5,6	7	0	7,0
214	446743	4114616	4,1	2,3	4,7	6	0	6,0
215	446732	4114603	-6,9	-10,7	12,7	-5	-13	13,9
216	446732	4114603	-6,9	-10,7	12,7	-5	-13	13,9
217	446735	4114611	-3,9	-2,7	4,7	-2	-5	5,4
218	446736	4114611	-2,9	-2,7	4,0	-1	-5	5,1
219	446723	4114598	-15,9	-15,7	22,3	-14	-18	22,8
220	446723	4114597	-15,9	-16,7	23,1	-14	-19	23,6
221	446722	4114598	-16,9	-15,7	23,1	-15	-18	23,4
222	446721	4114598	-17,9	-15,7	23,8	-16	-18	24,1
223	446721	4114597	-17,9	-16,7	24,5	-16	-19	24,8
224	446735	4114604	-3,9	-9,7	10,5	-2	-12	12,2
225	446736	4114604	-2,9	-9,7	10,1	-1	-12	12,0
226	446739	4114622	0,1	8,3	8,3	2	6	6,3
227	446746	4114617	7,1	3,3	7,8	9	1	9,1
228	446744	4114619	5,1	5,3	7,4	7	3	7,6
229	446743	4114620	4,1	6,3	7,5	6	4	7,2
230	446744	4114623	5,1	9,3	10,6	7	7	9,9

231	446744	4114624	5,1	10,3	11,5	7	8	10,6
232	446741	4114630	2,1	16,3	16,4	4	14	14,6
233	446739	4114637	0,1	23,3	23,3	2	21	21,1
234	446742	4114633	3,1	19,3	19,5	5	17	17,7
235	446740	4114633	1,1	19,3	19,3	3	17	17,3
236	446743	4114627	4,1	13,3	13,9	6	11	12,5
237	446745	4114623	6,1	9,3	11,1	8	7	10,6
238	446741	4114645	2,1	31,3	31,4	4	29	29,3
239	446743	4114626	4,1	12,3	13,0	6	10	11,7
240	446744	4114623	5,1	9,3	10,6	7	7	9,9
241	446731	4114632	-7,9	18,3	19,9	-6	16	17,1
242	446722	4114621	-16,9	7,3	18,4	-15	5	15,8
243	446725	4114615	-13,9	1,3	14,0	-12	-1	12,0
244	446735	4114613	-3,9	-0,7	4,0	-2	-3	3,6
245	446724	4114589	-14,9	-24,7	28,9	-13	-27	30,0
246	446731	4114629	-7,9	15,3	17,2	-6	13	14,3
247	446727	4114620	-11,9	6,3	13,5	-10	4	10,8
248	446726	4114614	-12,9	0,3	12,9	-11	-2	11,2
249	446736	4114612	-2,9	-1,7	3,4	-1	-4	4,1
250	446725	4114597	-13,9	-16,7	21,7	-12	-19	22,5

## A.2 Muestras adquiridas con dispositivo iOS

muestra	Coordenadas UTM obtenidas		Precisión			Exactitud		
	Easting (m)	Northing (m)	deltaX (m)	deltaY (m)	Precis. (m)	e <sub>x</sub> (m)	e <sub>y</sub> (m)	Error Horizontal
1	446741	4114613	3,4	-0,5	3,4	4	-3	5,0
2	446733	4114609	-4,6	-4,5	6,5	-4	-7	8,1
3	446734	4114598	-3,6	-15,5	15,9	-3	-18	18,2
4	446738	4114590	0,4	-23,5	23,5	1	-26	26,0
5	446747	4114596	9,4	-17,5	19,9	10	-20	22,4
6	446743	4114600	5,4	-13,5	14,5	6	-16	17,1
7	446744	4114605	6,4	-8,5	10,6	7	-11	13,0
8	446748	4114606	10,4	-7,5	12,8	11	-10	14,9
9	446749	4114607	11,4	-6,5	13,1	12	-9	15,0
10	446748	4114605	10,4	-8,5	13,4	11	-11	15,6
11	446767	4114595	29,4	-18,5	34,7	30	-21	36,6
12	446769	4114590	31,4	-23,5	39,2	32	-26	41,2
13	446757	4114595	19,4	-18,5	26,8	20	-21	29,0
14	446751	4114601	13,4	-12,5	18,3	14	-15	20,5
15	446749	4114604	11,4	-9,5	14,8	12	-12	17,0
16	446753	4114608	15,4	-5,5	16,3	16	-8	17,9
17	446753	4114609	15,4	-4,5	16,0	16	-7	17,5
18	446753	4114602	15,4	-11,5	19,2	16	-14	21,3
19	446749	4114604	11,4	-9,5	14,8	12	-12	17,0
20	446744	4114607	6,4	-6,5	9,1	7	-9	11,4
21	446743	4114609	5,4	-4,5	7,0	6	-7	9,2
22	446722	4114621	-15,6	7,5	17,3	-15	5	15,8
23	446727	4114619	-10,6	5,5	12,0	-10	3	10,4
24	446730	4114616	-7,6	2,5	8,0	-7	0	7,0
25	446734	4114613	-3,6	-0,5	3,7	-3	-3	4,2
26	446739	4114610	1,4	-3,5	3,8	2	-6	6,3
27	446745	4114612	7,4	-1,5	7,5	8	-4	8,9
28	446742	4114621	4,4	7,5	8,7	5	5	7,1
29	446737	4114620	-0,6	6,5	6,5	0	4	4,0
30	446744	4114614	6,4	0,5	6,4	7	-2	7,3
31	446788	4114624	50,4	10,5	51,4	51	8	51,6
32	446786	4114630	48,4	16,5	51,1	49	14	51,0
33	446738	4114647	0,4	33,5	33,5	1	31	31,0
34	446740	4114644	2,4	30,5	30,6	3	28	28,2
35	446742	4114635	4,4	21,5	21,9	5	19	19,6
36	446737	4114632	-0,6	18,5	18,5	0	16	16,0

37	446727	4114632	-10,6	18,5	21,3	-10	16	18,9
38	446731	4114627	-6,6	13,5	15,0	-6	11	12,5
39	446739	4114626	1,4	12,5	12,6	2	10	10,2
40	446738	4114625	0,4	11,5	11,5	1	9	9,1
41	446726	4114624	-11,6	10,5	15,7	-11	8	13,6
42	446731	4114621	-6,6	7,5	10,0	-6	5	7,8
43	446740	4114615	2,4	1,5	2,8	3	-1	3,2
44	446738	4114614	0,4	0,5	0,6	1	-2	2,2
45	446734	4114615	-3,6	1,5	3,9	-3	-1	3,2
46	446735	4114627	-2,6	13,5	13,7	-2	11	11,2
47	446727	4114611	-10,6	-2,5	10,9	-10	-5	11,2
48	446726	4114612	-11,6	-1,5	11,7	-11	-4	11,7
49	446730	4114604	-7,6	-9,5	12,2	-7	-12	13,9
50	446734	4114589	-3,6	-24,5	24,8	-3	-27	27,2
51	446746	4114571	8,4	-42,5	43,3	9	-45	45,9
52	446759	4114567	21,4	-46,5	51,2	22	-49	53,7
53	446767	4114564	29,4	-49,5	57,6	30	-52	60,0
54	446773	4114565	35,4	-48,5	60,0	36	-51	62,4
55	446735	4114556	-2,6	-57,5	57,6	-2	-60	60,0
56	446718	4114554	-19,6	-59,5	62,7	-19	-62	64,8
57	446714	4114560	-23,6	-53,5	58,5	-23	-56	60,5
58	446711	4114585	-26,6	-28,5	39,0	-26	-31	40,5
59	446715	4114585	-22,6	-28,5	36,4	-22	-31	38,0
60	446729	4114589	-8,6	-24,5	26,0	-8	-27	28,2
61	446730	4114590	-7,6	-23,5	24,7	-7	-26	26,9
62	446736	4114598	-1,6	-15,5	15,6	-1	-18	18,0
63	446718	4114578	-19,6	-35,5	40,6	-19	-38	42,5
64	446710	4114576	-27,6	-37,5	46,6	-27	-40	48,3
65	446724	4114611	-13,6	-2,5	13,9	-13	-5	13,9
66	446724	4114614	-13,6	0,5	13,6	-13	-2	13,2
67	446724	4114624	-13,6	10,5	17,2	-13	8	15,3
68	446724	4114630	-13,6	16,5	21,4	-13	14	19,1
69	446728	4114626	-9,6	12,5	15,8	-9	10	13,5
70	446719	4114626	-18,6	12,5	22,4	-18	10	20,6
71	446709	4114628	-28,6	14,5	32,1	-28	12	30,5
72	446710	4114623	-27,6	9,5	29,2	-27	7	27,9
73	446712	4114615	-25,6	1,5	25,7	-25	-1	25,0
74	446716	4114608	-21,6	-5,5	22,3	-21	-8	22,5
75	446726	4114609	-11,6	-4,5	12,5	-11	-7	13,0
76	446733	4114615	-4,6	1,5	4,9	-4	-1	4,1
77	446739	4114618	1,4	4,5	4,7	2	2	2,8

78	446738	4114613	0,4	-0,5	0,6	1	-3	3,2
79	446725	4114634	-12,6	20,5	24,1	-12	18	21,6
80	446714	4114652	-23,6	38,5	45,2	-23	36	42,7
81	446722	4114641	-15,6	27,5	31,6	-15	25	29,2
82	446725	4114631	-12,6	17,5	21,6	-12	15	19,2
83	446743	4114600	5,4	-13,5	14,5	6	-16	17,1
84	446745	4114594	7,4	-19,5	20,9	8	-22	23,4
85	446742	4114598	4,4	-15,5	16,1	5	-18	18,7
86	446737	4114608	-0,6	-5,5	5,5	0	-8	8,0
87	446737	4114617	-0,6	3,5	3,5	0	1	1,0
88	446747	4114618	9,4	4,5	10,4	10	2	10,2
89	446745	4114616	7,4	2,5	7,8	8	0	8,0
90	446740	4114619	2,4	5,5	6,0	3	3	4,2
91	446736	4114625	-1,6	11,5	11,6	-1	9	9,1
92	446733	4114633	-4,6	19,5	20,0	-4	17	17,5
93	446741	4114626	3,4	12,5	12,9	4	10	10,8
94	446741	4114621	3,4	7,5	8,2	4	5	6,4
95	446737	4114611	-0,6	-2,5	2,6	0	-5	5,0
96	446733	4114609	-4,6	-4,5	6,5	-4	-7	8,1
97	446733	4114613	-4,6	-0,5	4,7	-4	-3	5,0
98	446732	4114618	-5,6	4,5	7,2	-5	2	5,4
99	446730	4114621	-7,6	7,5	10,7	-7	5	8,6
100	446732	4114622	-5,6	8,5	10,2	-5	6	7,8
101	446735	4114622	-2,6	8,5	8,9	-2	6	6,3
102	446765	4114591	27,4	-22,5	35,4	28	-25	37,5
103	446765	4114588	27,4	-25,5	37,4	28	-28	39,6
104	446769	4114586	31,4	-27,5	41,7	32	-30	43,9
105	446768	4114594	30,4	-19,5	36,1	31	-22	38,0
106	446775	4114594	37,4	-19,5	42,1	38	-22	43,9
107	446773	4114586	35,4	-27,5	44,8	36	-30	46,9
108	446762	4114596	24,4	-17,5	30,0	25	-20	32,0
109	446752	4114607	14,4	-6,5	15,8	15	-9	17,5
110	446742	4114607	4,4	-6,5	7,8	5	-9	10,3
111	446738	4114613	0,4	-0,5	0,6	1	-3	3,2
112	446750	4114619	12,4	5,5	13,5	13	3	13,3
113	446753	4114627	15,4	13,5	20,4	16	11	19,4
114	446725	4114648	-12,6	34,5	36,7	-12	32	34,2
115	446738	4114664	0,4	50,5	50,5	1	48	48,0
116	446741	4114662	3,4	48,5	48,6	4	46	46,2
117	446738	4114646	0,4	32,5	32,5	1	30	30,0
118	446738	4114643	0,4	29,5	29,5	1	27	27,0

119	446729	4114636	-8,6	22,5	24,1	-8	20	21,5
120	446733	4114629	-4,6	15,5	16,2	-4	13	13,6
121	446738	4114625	0,4	11,5	11,5	1	9	9,1
122	446738	4114625	0,4	11,5	11,5	1	9	9,1
123	446742	4114621	4,4	7,5	8,7	5	5	7,1
124	446744	4114623	6,4	9,5	11,4	7	7	9,9
125	446731	4114616	-6,6	2,5	7,1	-6	0	6,0
126	446731	4114616	-6,6	2,5	7,1	-6	0	6,0
127	446750	4114621	12,4	7,5	14,5	13	5	13,9
128	446754	4114626	16,4	12,5	20,6	17	10	19,7
129	446739	4114662	1,4	48,5	48,5	2	46	46,0
130	446739	4114655	1,4	41,5	41,5	2	39	39,1
131	446747	4114662	9,4	48,5	49,4	10	46	47,1
132	446746	4114657	8,4	43,5	44,3	9	41	42,0
133	446748	4114640	10,4	26,5	28,4	11	24	26,4
134	446754	4114590	16,4	-23,5	28,6	17	-26	31,1
135	446716	4114618	-21,6	4,5	22,1	-21	2	21,1
136	446750	4114618	12,4	4,5	13,1	13	2	13,2
137	446746	4114599	8,4	-14,5	16,7	9	-17	19,2
138	446733	4114634	-4,6	20,5	21,0	-4	18	18,4
139	446733	4114634	-4,6	20,5	21,0	-4	18	18,4
140	446724	4114615	-13,6	1,5	13,7	-13	-1	13,0
141	446738	4114639	0,4	25,5	25,5	1	23	23,0
142	446750	4114638	12,4	24,5	27,4	13	22	25,6
143	446746	4114645	8,4	31,5	32,6	9	29	30,4
144	446745	4114625	7,4	11,5	13,6	8	9	12,0
145	446748	4114600	10,4	-13,5	17,0	11	-16	19,4
146	446746	4114580	8,4	-33,5	34,5	9	-36	37,1
147	446747	4114574	9,4	-39,5	40,6	10	-42	43,2
148	446749	4114568	11,4	-45,5	46,9	12	-48	49,5
149	446746	4114562	8,4	-51,5	52,2	9	-54	54,7
150	446749	4114617	11,4	3,5	11,9	12	1	12,0
151	446744	4114605	6,4	-8,5	10,6	7	-11	13,0
152	446742	4114607	4,4	-6,5	7,8	5	-9	10,3
153	446736	4114611	-1,6	-2,5	3,0	-1	-5	5,1
154	446733	4114616	-4,6	2,5	5,3	-4	0	4,0
155	446728	4114622	-9,6	8,5	12,8	-9	6	10,8
156	446730	4114627	-7,6	13,5	15,5	-7	11	13,0
157	446734	4114624	-3,6	10,5	11,1	-3	8	8,5
158	446736	4114613	-1,6	-0,5	1,7	-1	-3	3,2
159	446735	4114611	-2,6	-2,5	3,6	-2	-5	5,4

160	446733	4114616	-4,6	2,5	5,3	-4	0	4,0
161	446728	4114618	-9,6	4,5	10,6	-9	2	9,2
162	446725	4114609	-12,6	-4,5	13,4	-12	-7	13,9
163	446710	4114613	-27,6	-0,5	27,6	-27	-3	27,2
164	446702	4114613	-35,6	-0,5	35,6	-35	-3	35,1
165	446698	4114619	-39,6	5,5	40,0	-39	3	39,1
166	446698	4114619	-39,6	5,5	40,0	-39	3	39,1
167	446704	4114616	-33,6	2,5	33,7	-33	0	33,0
168	446707	4114618	-30,6	4,5	31,0	-30	2	30,1
169	446710	4114616	-27,6	2,5	27,8	-27	0	27,0
170	446718	4114613	-19,6	-0,5	19,6	-19	-3	19,2
171	446721	4114612	-16,6	-1,5	16,7	-16	-4	16,5
172	446724	4114615	-13,6	1,5	13,7	-13	-1	13,0
173	446728	4114611	-9,6	-2,5	10,0	-9	-5	10,3
174	446726	4114606	-11,6	-7,5	13,9	-11	-10	14,9
175	446754	4114598	16,4	-15,5	22,5	17	-18	24,8
176	446754	4114598	16,4	-15,5	22,5	17	-18	24,8
177	446754	4114596	16,4	-17,5	24,0	17	-20	26,2
178	446757	4114590	19,4	-23,5	30,5	20	-26	32,8
179	446751	4114594	13,4	-19,5	23,6	14	-22	26,1
180	446748	4114600	10,4	-13,5	17,0	11	-16	19,4
181	446743	4114612	5,4	-1,5	5,6	6	-4	7,2
182	446742	4114614	4,4	0,5	4,4	5	-2	5,4
183	446739	4114610	1,4	-3,5	3,8	2	-6	6,3
184	446741	4114614	3,4	0,5	3,4	4	-2	4,5
185	446743	4114615	5,4	1,5	5,6	6	-1	6,1
186	446739	4114616	1,4	2,5	2,8	2	0	2,0
187	446740	4114618	2,4	4,5	5,1	3	2	3,6
188	446742	4114616	4,4	2,5	5,0	5	0	5,0
189	446737	4114615	-0,6	1,5	1,6	0	-1	1,0
190	446744	4114612	6,4	-1,5	6,5	7	-4	8,1
191	446746	4114607	8,4	-6,5	10,6	9	-9	12,7
192	446749	4114599	11,4	-14,5	18,4	12	-17	20,8
193	446745	4114605	7,4	-8,5	11,3	8	-11	13,6
194	446744	4114600	6,4	-13,5	14,9	7	-16	17,5
195	446740	4114605	2,4	-8,5	8,8	3	-11	11,4
196	446741	4114610	3,4	-3,5	4,9	4	-6	7,2
197	446708	4114607	-29,6	-6,5	30,3	-29	-9	30,4
198	446711	4114609	-26,6	-4,5	27,0	-26	-7	26,9
199	446724	4114616	-13,6	2,5	13,9	-13	0	13,0
200	446739	4114618	1,4	4,5	4,7	2	2	2,8

201	446736	4114615	-1,6	1,5	2,2	-1	-1	1,4
202	446736	4114614	-1,6	0,5	1,7	-1	-2	2,2
203	446735	4114612	-2,6	-1,5	3,0	-2	-4	4,5
204	446735	4114617	-2,6	3,5	4,4	-2	1	2,2
205	446740	4114616	2,4	2,5	3,4	3	0	3,0
206	446738	4114614	0,4	0,5	0,6	1	-2	2,2
207	446734	4114614	-3,6	0,5	3,7	-3	-2	3,6
208	446733	4114614	-4,6	0,5	4,7	-4	-2	4,5
209	446734	4114613	-3,6	-0,5	3,7	-3	-3	4,2
210	446729	4114613	-8,6	-0,5	8,7	-8	-3	8,5
211	446727	4114612	-10,6	-1,5	10,7	-10	-4	10,8
212	446724	4114612	-13,6	-1,5	13,7	-13	-4	13,6
213	446726	4114613	-11,6	-0,5	11,7	-11	-3	11,4
214	446726	4114615	-11,6	1,5	11,7	-11	-1	11,0
215	446732	4114614	-5,6	0,5	5,7	-5	-2	5,4
216	446736	4114612	-1,6	-1,5	2,2	-1	-4	4,1
217	446736	4114612	-1,6	-1,5	2,2	-1	-4	4,1
218	446736	4114612	-1,6	-1,5	2,2	-1	-4	4,1
219	446732	4114608	-5,6	-5,5	7,9	-5	-8	9,4
220	446708	4114607	-29,6	-6,5	30,3	-29	-9	30,4
221	446741	4114614	3,4	0,5	3,4	4	-2	4,5
222	446743	4114615	5,4	1,5	5,6	6	-1	6,1
223	446739	4114616	1,4	2,5	2,8	2	0	2,0
224	446740	4114618	2,4	4,5	5,1	3	2	3,6
225	446733	4114634	-4,6	20,5	21,0	-4	18	18,4
226	446733	4114634	-4,6	20,5	21,0	-4	18	18,4
227	446738	4114639	0,4	25,5	25,5	1	23	23,0
228	446750	4114638	12,4	24,5	27,4	13	22	25,6
229	446725	4114648	-12,6	34,5	36,7	-12	32	34,2
230	446738	4114664	0,4	50,5	50,5	1	48	48,0
231	446743	4114615	5,4	1,5	5,6	6	-1	6,1
232	446738	4114646	0,4	32,5	32,5	1	30	30,0
233	446753	4114608	15,4	-5,5	16,3	16	-8	17,9
234	446753	4114609	15,4	-4,5	16,0	16	-7	17,5
235	446753	4114602	15,4	-11,5	19,2	16	-14	21,3
236	446749	4114604	11,4	-9,5	14,8	12	-12	17,0
237	446744	4114607	6,4	-6,5	9,1	7	-9	11,4
238	446743	4114609	5,4	-4,5	7,0	6	-7	9,2
239	446722	4114621	-15,6	7,5	17,3	-15	5	15,8
240	446727	4114619	-10,6	5,5	12,0	-10	3	10,4
241	446730	4114616	-7,6	2,5	8,0	-7	0	7,0

242	446734	4114613	-3,6	-0,5	3,7	-3	-3	4,2
243	446739	4114610	1,4	-3,5	3,8	2	-6	6,3
244	446750	4114619	12,4	5,5	13,5	13	3	13,3
245	446752	4114628	14,4	14,5	20,4	15	12	19,2
246	446740	4114618	2,4	4,5	5,1	3	2	3,6
247	446750	4114638	12,4	24,5	27,4	13	22	25,6
248	446741	4114614	3,4	0,5	3,4	4	-2	4,5
249	446742	4114607	4,4	-6,5	7,8	5	-9	10,3
250	446736	4114611	-1,6	-2,5	3,0	-1	-5	5,1

**A3. Muestras adquiridas en la evaluación del prototipo con dispositivo Android, ordenadas por exactitudes para verificación del cumplimiento de las exigencias de exactitud de la FCC.**

Muestra	Coordenadas en formato UTM		Precisión			Exactitud		
	Eastings	Northings	delta x	delta y	Precisión Hz	delta x	delta y	Exactitud Hz
1	446738	4114616	0,0	1,7	1,7	1	0	1,0
2	446735	4114619	-3,0	4,7	5,6	-2	3	3,6
3	446740	4114614	2,0	-0,3	2,1	3	-2	3,6
4	446741	4114618	3,0	3,7	4,8	4	2	4,5
5	446738	4114611	0,0	-3,3	3,3	1	-5	5,1
6	446739	4114621	1,0	6,7	6,8	2	5	5,4
7	446732	4114613	-6,0	-1,3	6,1	-5	-3	5,8
8	446740	4114622	2,0	7,7	8,0	3	6	6,7
9	446738	4114609	0,0	-5,3	5,3	1	-7	7,1
10	446736	4114609	-2,0	-5,3	5,6	-1	-7	7,1
11	446740	4114609	2,0	-5,3	5,6	3	-7	7,6
12	446744	4114619	6,0	4,7	7,7	7	3	7,6
13	446729	4114615	-9,0	0,7	9,0	-8	-1	8,1
14	446729	4114618	-9,0	3,7	9,7	-8	2	8,2
15	446731	4114622	-7,0	7,7	10,4	-6	6	8,5
16	446742	4114609	4,0	-5,3	6,6	5	-7	8,6
17	446742	4114623	4,0	8,7	9,6	5	7	8,6
18	446739	4114625	1,0	10,7	10,8	2	9	9,2
19	446742	4114608	4,0	-6,3	7,5	5	-8	9,4
20	446729	4114610	-9,0	-4,3	9,9	-8	-6	10,0
21	446732	4114607	-6,0	-7,3	9,4	-5	-9	10,3
22	446746	4114621	8,0	6,7	10,5	9	5	10,3
23	446729	4114623	-9,0	8,7	12,5	-8	7	10,6
24	446748	4114617	10,0	2,7	10,4	11	1	11,0
25	446732	4114606	-6,0	-8,3	10,2	-5	-10	11,2
26	446746	4114623	8,0	8,7	11,9	9	7	11,4
27	446726	4114612	-12,0	-2,3	12,2	-11	-4	11,7
28	446725	4114616	-13,0	1,7	13,1	-12	0	12,0
29	446745	4114607	7,0	-7,3	10,1	8	-9	12,0
30	446748	4114611	10,0	-3,3	10,6	11	-5	12,1
31	446744	4114626	6,0	11,7	13,2	7	10	12,2

32	446727	4114623	-11,0	8,7	14,0	-10	7	12,2
33	446734	4114604	-4,0	-10,3	11,0	-3	-12	12,4
34	446733	4114604	-5,0	-10,3	11,4	-4	-12	12,6
35	446746	4114625	8,0	10,7	13,4	9	9	12,7
36	446743	4114604	5,0	-10,3	11,4	6	-12	13,4
37	446726	4114624	-12,0	9,7	15,4	-11	8	13,6
38	446733	4114629	-5,0	14,7	15,6	-4	13	13,6
39	446742	4114603	4,0	-11,3	12,0	5	-13	13,9
40	446751	4114616	13,0	1,7	13,2	14	0	14,0
41	446723	4114618	-15,0	3,7	15,4	-14	2	14,1
42	446742	4114602	4,0	-12,3	12,9	5	-14	14,9
43	446743	4114630	5,0	15,7	16,5	6	14	15,2
44	446752	4114613	14,0	-1,3	14,1	15	-3	15,3
45	446752	4114619	14,0	4,7	14,8	15	3	15,3
46	446740	4114601	2,0	-13,3	13,4	3	-15	15,3
47	446749	4114626	11,0	11,7	16,1	12	10	15,6
48	446724	4114607	-14,0	-7,3	15,7	-13	-9	15,8
49	446722	4114611	-16,0	-3,3	16,3	-15	-5	15,8
50	446728	4114629	-10,0	14,7	17,8	-9	13	15,8
51	446750	4114607	12,0	-7,3	14,1	13	-9	15,8
52	446722	4114621	-16,0	6,7	17,3	-15	5	15,8
53	446732	4114601	-6,0	-13,3	14,5	-5	-15	15,8
54	446732	4114631	-6,0	16,7	17,8	-5	15	15,8
55	446724	4114607	-14,0	-7,3	15,7	-13	-9	15,8
56	446753	4114616	15,0	1,7	15,1	16	0	16,0
57	446723	4114624	-15,0	9,7	17,9	-14	8	16,1
58	446752	4114610	14,0	-4,3	14,7	15	-6	16,2
59	446752	4114623	14,0	8,7	16,5	15	7	16,6
60	446723	4114625	-15,0	10,7	18,4	-14	9	16,6
61	446743	4114600	5,0	-14,3	15,1	6	-16	17,1
62	446750	4114604	12,0	-10,3	15,8	13	-12	17,7
63	446755	4114616	17,0	1,7	17,1	18	0	18,0
64	446755	4114616	17,0	1,7	17,1	18	0	18,0
65	446731	4114633	-7,0	18,7	20,0	-6	17	18,0
66	446719	4114619	-19,0	4,7	19,5	-18	3	18,2
67	446728	4114600	-10,0	-14,3	17,4	-9	-16	18,4
68	446755	4114620	17,0	5,7	18,0	18	4	18,4
69	446732	4114598	-6,0	-16,3	17,3	-5	-18	18,7
70	446742	4114634	4,0	19,7	20,1	5	18	18,7
71	446738	4114635	0,0	20,7	20,7	1	19	19,0
72	446718	4114618	-20,0	3,7	20,3	-19	2	19,1

73	446749	4114601	11,0	-13,3	17,3	12	-15	19,2
74	446734	4114597	-4,0	-17,3	17,7	-3	-19	19,2
75	446729	4114598	-9,0	-16,3	18,6	-8	-18	19,7
76	446747	4114599	9,0	-15,3	17,7	10	-17	19,7
77	446720	4114605	-18,0	-9,3	20,2	-17	-11	20,2
78	446755	4114606	17,0	-8,3	18,9	18	-10	20,6
79	446721	4114629	-17,0	14,7	22,5	-16	13	20,6
80	446738	4114637	0,0	22,7	22,7	1	21	21,0
81	446758	4114617	20,0	2,7	20,2	21	1	21,0
82	446732	4114637	-6,0	22,7	23,5	-5	21	21,6
83	446719	4114628	-19,0	13,7	23,4	-18	12	21,6
84	446758	4114622	20,0	7,7	21,5	21	6	21,8
85	446717	4114606	-21,0	-8,3	22,5	-20	-10	22,4
86	446715	4114612	-23,0	-2,3	23,1	-22	-4	22,4
87	446753	4114600	15,0	-14,3	20,7	16	-16	22,6
88	446759	4114610	21,0	-4,3	21,5	22	-6	22,8
89	446729	4114638	-9,0	23,7	25,4	-8	22	23,4
90	446736	4114592	-2,0	-22,3	22,3	-1	-24	24,0
91	446760	4114624	22,0	9,7	24,1	23	8	24,4
92	446758	4114629	20,0	14,7	24,9	21	13	24,7
93	446738	4114591	0,0	-23,3	23,3	1	-25	25,0
94	446762	4114615	24,0	0,7	24,1	25	-1	25,0
95	446759	4114635	21,0	20,7	29,5	22	19	29,1
96	446738	4114583	0,0	-31,3	31,3	1	-33	33,0
97	446734	4114583	-4,0	-31,3	31,5	-3	-33	33,1
98	446735	4114582	-3,0	-32,3	32,4	-2	-34	34,1
99	446733	4114582	-5,0	-32,3	32,6	-4	-34	34,2
100	446706	4114643	-32,0	28,7	43,0	-31	27	41,1

**A4. Muestras adquiridas en la evaluación del prototipo con dispositivo iOS, ordenadas por exactitudes para verificación del cumplimiento de las exigencias de exactitud de la FCC.**

Muestra	Coordenadas en formato UTM		Precisión			Exactitud		
	Eastings	Northings	delta x	delta y	Precisión Hz	delta x	delta y	Exactitud Hz (m)
1	446736	4114613	1,1	0,4	1,2	-1	-3	3,2
2	446737	4114612	2,1	-0,6	2,2	0	-4	4,0
3	446735	4114621	0,1	8,4	8,4	-2	5	5,4
4	446731	4114617	-3,9	4,4	5,8	-6	1	6,1
5	446733	4114611	-1,9	-1,6	2,5	-4	-5	6,4
6	446730	4114621	-4,9	8,4	9,7	-7	5	8,6
7	446742	4114625	7,1	12,4	14,3	5	9	10,3
8	446736	4114604	1,1	-8,6	8,7	-1	-12	12,0
9	446735	4114604	0,1	-8,6	8,6	-2	-12	12,2
10	446727	4114623	-7,9	10,4	13,0	-10	7	12,2
11	446733	4114604	-1,9	-8,6	8,8	-4	-12	12,6
12	446742	4114604	7,1	-8,6	11,2	5	-12	13,0
13	446737	4114603	2,1	-9,6	9,9	0	-13	13,0
14	446726	4114609	-8,9	-3,6	9,6	-11	-7	13,0
15	446740	4114629	5,1	16,4	17,2	3	13	13,3
16	446727	4114605	-7,9	-7,6	11,0	-10	-11	14,9
17	446725	4114625	-9,9	12,4	15,8	-12	9	15,0
18	446738	4114631	3,1	18,4	18,6	1	15	15,0
19	446739	4114631	4,1	18,4	18,8	2	15	15,1
20	446741	4114601	6,1	-11,6	13,1	4	-15	15,5
21	446744	4114602	9,1	-10,6	14,0	7	-14	15,7
22	446724	4114625	-10,9	12,4	16,5	-13	9	15,8
23	446752	4114609	17,1	-3,6	17,5	15	-7	16,6
24	446737	4114633	2,1	20,4	20,5	0	17	17,0
25	446748	4114629	13,1	16,4	21,0	11	13	17,0
26	446734	4114633	-0,9	20,4	20,4	-3	17	17,3
27	446724	4114604	-10,9	-8,6	13,9	-13	-12	17,7
28	446754	4114621	19,1	8,4	20,9	17	5	17,7
29	446739	4114634	4,1	21,4	21,8	2	18	18,1
30	446755	4114619	20,1	6,4	21,1	18	3	18,2

31	446728	4114600	-6,9	-12,6	14,4	-9	-16	18,4
32	446752	4114605	17,1	-7,6	18,8	15	-11	18,6
33	446750	4114630	15,1	17,4	23,0	13	14	19,1
34	446722	4114628	-12,9	15,4	20,0	-15	12	19,2
35	446720	4114607	-14,9	-5,6	15,9	-17	-9	19,2
36	446753	4114605	18,1	-7,6	19,7	16	-11	19,4
37	446720	4114602	-14,9	-10,6	18,3	-17	-14	22,0
38	446717	4114626	-17,9	13,4	22,3	-20	10	22,4
39	446719	4114602	-15,9	-10,6	19,1	-18	-14	22,8
40	446757	4114605	22,1	-7,6	23,4	20	-11	22,8
41	446759	4114609	24,1	-3,6	24,4	22	-7	23,1
42	446721	4114634	-13,9	21,4	25,5	-16	18	24,1
43	446713	4114622	-21,9	9,4	23,8	-24	6	24,7
44	446719	4114633	-15,9	20,4	25,8	-18	17	24,8
45	446712	4114615	-22,9	2,4	23,0	-25	-1	25,0
46	446712	4114619	-22,9	6,4	23,7	-25	3	25,2
47	446762	4114610	27,1	-2,6	27,3	25	-6	25,7
48	446752	4114595	17,1	-17,6	24,6	15	-21	25,8
49	446725	4114592	-9,9	-20,6	22,9	-12	-24	26,8
50	446710	4114619	-24,9	6,4	25,7	-27	3	27,2
51	446720	4114594	-14,9	-18,6	23,8	-17	-22	27,8
52	446724	4114591	-10,9	-21,6	24,2	-13	-25	28,2
53	446765	4114612	30,1	-0,6	30,1	28	-4	28,3
54	446709	4114624	-25,9	11,4	28,3	-28	8	29,1
55	446762	4114600	27,1	-12,6	29,9	25	-16	29,7
56	446730	4114645	-4,9	32,4	32,7	-7	29	29,8
57	446767	4114613	32,1	0,4	32,1	30	-3	30,1
58	446720	4114641	-14,9	28,4	32,0	-17	25	30,2
59	446713	4114636	-21,9	23,4	32,0	-24	20	31,2
60	446717	4114640	-17,9	27,4	32,7	-20	24	31,2
61	446753	4114589	18,1	-23,6	29,8	16	-27	31,4
62	446719	4114642	-15,9	29,4	33,4	-18	26	31,6
63	446709	4114631	-25,9	18,4	31,7	-28	15	31,8
64	446709	4114600	-25,9	-12,6	28,8	-28	-16	32,2
65	446705	4114622	-29,9	9,4	31,3	-32	6	32,6
66	446713	4114594	-21,9	-18,6	28,7	-24	-22	32,6
67	446705	4114624	-29,9	11,4	32,0	-32	8	33,0
68	446704	4114621	-30,9	8,4	32,0	-33	5	33,4
69	446763	4114595	28,1	-17,6	33,2	26	-21	33,4
70	446747	4114648	12,1	35,4	37,4	10	32	33,5
71	446709	4114635	-25,9	22,4	34,2	-28	19	33,8

72	446745	4114582	10,1	-30,6	32,3	8	-34	34,9
73	446772	4114616	37,1	3,4	37,3	35	0	35,0
74	446772	4114612	37,1	-0,6	37,1	35	-4	35,2
75	446760	4114589	25,1	-23,6	34,5	23	-27	35,5
76	446699	4114626	-35,9	13,4	38,3	-38	10	39,3
77	446714	4114649	-20,9	36,4	41,9	-23	33	40,2
78	446772	4114596	37,1	-16,6	40,7	35	-20	40,3
79	446756	4114653	21,1	40,4	45,6	19	37	41,6
80	446777	4114604	42,1	-8,6	43,0	40	-12	41,8
81	446781	4114614	46,1	1,4	46,2	44	-2	44,0
82	446705	4114647	-29,9	34,4	45,5	-32	31	44,6
83	446715	4114655	-19,9	42,4	46,8	-22	39	44,8
84	446772	4114646	37,1	33,4	49,9	35	30	46,1
85	446735	4114569	0,1	-43,6	43,6	-2	-47	47,0
86	446746	4114568	11,1	-44,6	46,0	9	-48	48,8
87	446765	4114575	30,1	-37,6	48,2	28	-41	49,6
88	446767	4114576	32,1	-36,6	48,7	30	-40	50,0
89	446757	4114567	22,1	-45,6	50,7	20	-49	52,9
90	446774	4114656	39,1	43,4	58,4	37	40	54,5
91	446683	4114598	-51,9	-14,6	53,9	-54	-18	56,9
92	446763	4114561	28,1	-51,6	58,8	26	-55	60,8
93	446763	4114671	28,1	58,4	64,8	26	55	60,8
94	446719	4114557	-15,9	-55,6	57,8	-18	-59	61,7
95	446675	4114609	-59,9	-3,6	60,0	-62	-7	62,4
96	446751	4114678	16,1	65,4	67,3	14	62	63,6
97	446715	4114556	-19,9	-56,6	60,0	-22	-60	63,9
98	446717	4114552	-17,9	-60,6	63,2	-20	-64	67,1
99	446681	4114577	-53,9	-35,6	64,6	-56	-39	68,2
100	446749	4114547	14,1	-65,6	67,1	12	-69	70,0

# BIBLIOGRAFÍA

Alavi, M., & Carlson, P. (1992). A review of MIS research and disciplinary development.

*Journal of Management Information Systems*, 8(4), 45–62.

Anderson, E., & Oliver, R. L. (1987). Perspectives on Behavior-Based Versus Outcome-

Based Salesforce Control Systems. *Journal of Marketing*, 51(4), 76–88.

Anvaari, M., & Jansen, S. (2010). Evaluating architectural openness in mobile software

platforms. In *Proceedings of the Fourth European Conference on Software*

*Architecture Companion Volume - ECSA '10* (p. 85). New York, New York, USA:

ACM Press. doi:10.1145/1842752.1842775

Axtell, C. (2011). *The Well-being of the Mobile Workforce. iPass 2011 Report.*

Balasubraman, S., Peterson, R. A., & Jarvenpaa, S. L. (2002). Exploring the Implications of

M-Commerce for Markets and Marketing. *Journal of the Academy of Marketing*

*Science*, 30(4), 348–361. doi:10.1177/009207002236910

Ball, K. (2005). Organization, Surveillance and the Body: Towards a Politics of Resistance.

*Organization*, 12(1), 89–108. doi:10.1177/1350508405048578

- Ball, K. (2010). Workplace surveillance: an overview. *Labor History*, 51(1), 87–106.  
doi:10.1080/00236561003654776
- Ballard, D. I., & Seibold, D. R. (2004). Organizational Members' Communication and Temporal Experience: Scale Development and Validation. *Communication Research*, 31(2), 135–172. doi:10.1177/0093650203261504
- Bernnat, R., Acker, O., Bieber, N., & Johnson, M. (2010). Friendly Takeover- The Consumerization of Corporate IT. *Booz & Co Report*. Retrieved from [http://www.booz.com/media/uploads/Friendly\\_Takeover.pdf](http://www.booz.com/media/uploads/Friendly_Takeover.pdf)
- Boomer, J. (2012). Are you ready for BYOD? *CPA Practice Advisor*, (June).
- Bradley, S. P. /Nola. (1998). *Sense and Respond: Capturing Value in the Network Era*. Harvard Business School Press. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=550962>
- Brewer, G. A., & Lee, S.-Y. (2005). Federal agencies in transition: assessing the impact on federal employee job satisfaction and performance. In *Eighth Public Management Research Conference, University of Southern California--Los Angeles* (Vol. 29).
- Brimicombe, A., & Li, C. (2009). Location-based services and geo-information engineering. (J. W. & Sons, Ed.) *John Wiley & Sons*.
- British Columbia Gov. (2011). Comprehensive GNSS Technology training for Resource Mapping: Quality assurance and Quality Control Procedures. *Integrated Land Management Bureau Archive*.

- Budak, J. (2012). Should you bring your own mobile device to work? - Canadian Business. *Canadian Business*, 85(8), 79. Retrieved from <http://www.canadianbusiness.com/lifestyle/should-you-bring-your-own-mobile-device-to-work/>
- Campbell, B. A., Ganco, M., Franco, A. M., & Agarwal, R. (2012). Who leaves, where to, and why worry? employee mobility, entrepreneurship and effects on source firm performance. *Strategic Management Journal*, 33(1), 65–87. doi:10.1002/smj.943
- Cao, H., Wang, S., & Li, L. (2003). Location dependent query in a mobile environment. *Information Sciences*, 154(1-2), 71–83. doi:10.1016/S0020-0255(03)00035-5
- CEM. (2012). VOCABULARIO-INTERNACIONAL-DE-METROLOGÍA-VIM-3<sup>a</sup>-EDICIÓN-2012-ESPAÑOL. *Centro Español de Metrología*. Retrieved June 14, 2013, from <http://www.cem.es/content/vocabulario-internacional-de-metrología-vim-3ª-edición-2012-español>
- Charland, A., & LeRoux, B. (2011). Mobile Application Development: Web vs. Native. *Queue*, 9(4), 20. doi:10.1145/1966989.1968203
- ComScore. (2012). *ComScore MobiLens 2012. EU5 Smartphone Penetration*. Retrieved from [http://www.comscore.com/Insights/Press\\_Releases/2012/12/EU5\\_Smartphone\\_Penetration\\_Reaches\\_55\\_Percent\\_in\\_October\\_2012](http://www.comscore.com/Insights/Press_Releases/2012/12/EU5_Smartphone_Penetration_Reaches_55_Percent_in_October_2012)
- Cravens, D. W., Ingram, T. N., LaForge, R. W., & Young, C. E. (1993). Behavior-Based and Outcome-Based Salesforce Control Systems. *Journal of Marketing*, 57(4), 47–59.

- CSR. (2009). Especificaciones SiRF star IV. *Cambridge Silicon Radio Specs sheet*.  
[http://www.semiconductorstore.com/pdf/newsite/SiRF/GSD4t\\_PB.pdf](http://www.semiconductorstore.com/pdf/newsite/SiRF/GSD4t_PB.pdf)
- D'Aveni, R. (1994). *Hypercompetition*. New York: Free Press.
- Dalrymple, D. J., & Cron, W. L. (1998). *Sales management: Case studies* (6th ed.). Wiley NY.
- Darmon, R. Y., & Martin, X. (2011). A New Conceptual Framework for the Study of Sales Force Control Systems. *Journal of Personal Selling and Sales Management*, 31(3), 297–310.
- De Assis Lahoz, M., & Camarotto, J. A. (2012a). Performance indicators of work activity. *Work (Reading, Mass.)*, 41 Suppl 1, 524–31. doi:10.3233/WOR-2012-0207-524
- De Assis Lahoz, M., & Camarotto, J. A. (2012b). Performance indicators of work activity. *Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 41(Supplement 1/2012), 524–531.
- Dell, & Intel. (2011). The Evolving Workforce: The Workflow Perspective. Retrieved from <http://www.dell.com/Learn/us/en/uscorp1/corp-comm/the-evolving-workforce>
- DeNisi, A., & Griffin, R. (2013). *HR 2.0*. Cengage Learning; 2 edition.
- Eisenhardt, K. M. (1985). Control: Organizational and Economic Approaches. *Management Science*, 31(2), 134–149.

- Elnahas, A., & Adly, N. (2000). Location management techniques for mobile systems. *Information Sciences*, 130(1-4), 1–22. doi:10.1016/S0020-0255(00)00079-7
- El-Rabbany, A. (2006). *Introduction to GPS: The Global Positioning System, Second Edition*. Artech House Publishers.
- Engadget. (2010). Consumer Reports confirms iPhone 4 antenna problems -- and so do we. 2010. Retrieved June 14, 2013, from <http://www.engadget.com/2010/07/12/consumer-reports-confirms-iphone-4-antenna-problems-and-so-do/>
- ESRI. (2013). Differential GPS Explained. *ESRI Magazine - ArcUser Online*. Retrieved June 14, 2013, from <http://www.esri.com/news/arcuser/0103/differential1of2.html>
- FCC. (1996). Federal Communications Commission's Rules to ensure compatibility with Enhanced 911 Emergency Calling Systems. August 1996. *Federal Communications Commission*. Retrieved from <http://transition.fcc.gov/Bureaus/Wireless/Orders/1996/fcc96264.txt>
- FCC. (2000). *Guidelines for Testing and verifying Accuracy of E911 Location Systems*. *OET Bulletin No. 71*. Retrieved from <http://transition.fcc.gov/pshs/services/911-services/enhanced911/archives/oet71.pdf>
- FCC. (2010). Wireless E911 Location Accuracy Requirements, Second Report and Order, Sept. 2010. *Federal Communications Commission*. Retrieved from [http://fjallfoss.fcc.gov/edocs\\_public/attachmatch/FCC-10-176A1.pdf](http://fjallfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-10-176A1.pdf)

- FCC. (2011). FCC strengthens enhanced 911 location accuracy requirements for wireless services. July 2011. *Federal Communications Commission*. Retrieved from [http://hraunfoss.fcc.gov/edocs\\_public/attachmatch/DOC-308377A1.pdf](http://hraunfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/DOC-308377A1.pdf)
- Figge, S. (2004). Situation-dependent services—a challenge for mobile network operators. *Journal of Business Research*, 57(12), 1416–1422. doi:10.1016/S0148-2963(02)00431-9
- Forrester. (2012). Key Strategies to capture and measure the value of Consumerization of IT. *Forrester Consulting Report*, (July), 1–17. Retrieved from [http://www.trendmicro.com/cloud-content/us/pdfs/business/white-papers/wp\\_forrester\\_measure-value-of-consumerization.pdf](http://www.trendmicro.com/cloud-content/us/pdfs/business/white-papers/wp_forrester_measure-value-of-consumerization.pdf)
- Foster, A. (2012). Initiatives (BYOD). *Business Information Review*, 29(June), 125–140.
- Fundación Telefónica. (2012). *13 Informe de la Sociedad de la Información en España (2012)*. Retrieved from [http://www.fundacion.telefonica.com/es/prensa/noticias/sociedad\\_informacion/2013/enero/pdf/sie\\_2012.pdf](http://www.fundacion.telefonica.com/es/prensa/noticias/sociedad_informacion/2013/enero/pdf/sie_2012.pdf)
- Gale, S. F. (2012). Policies allow workers to be left to their own devices. *Workforce Management*. *Workforce Management*, 91(5), 16.
- Gebauer, J., Sahe, M. J., & Gribbins, M. L. (2010). Task–Technology Fit for Mobile Information Systems. *Journal of Information Technology*, (25), 259–272. Retrieved from [http://www.business.illinois.edu/Working\\_Papers/papers/06-0107.pdf](http://www.business.illinois.edu/Working_Papers/papers/06-0107.pdf)

- Gens, F., Levitas, D., & Segal, R. (2011). 2011 Consumerization of IT: Closing the “Consumerization Gap.” *Framingham: International Data Corporation (IDC)*. Retrieved from [http://www.infoweek.biz/la/wp-content/uploads/2011/08/110809\\_estudio\\_consumerization.pdf](http://www.infoweek.biz/la/wp-content/uploads/2011/08/110809_estudio_consumerization.pdf)
- Ghose, A., Goldfarb, A., & Han, S. P. (2012). How Is the Mobile Internet Different? Search Costs and Local Activities. *Information Systems Research*, *isre.1120.0453–*. doi:10.1287/isre.1120.0453
- Goadrich, M. H., & Rogers, M. P. (2011). Smart smartphone development. In *Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education - SIGCSE '11* (p. 607). New York, New York, USA: ACM Press. doi:10.1145/1953163.1953330
- Gök, H. G., & Ulusoy, Ö. (2000). Transmission of continuous query results in mobile computing systems. *Information Sciences*, *125(1-4)*, 37–63. doi:10.1016/S0020-0255(00)00006-2
- Göker, A., & Myrhaug, H. (2008). Evaluation of a mobile information system in context. *Information Processing & Management*, *44(1)*, 39–65. doi:10.1016/j.ipm.2007.03.011
- González, R., Gasco, J., & Llopis, J. (2006). Information systems outsourcing: A literature analysis. *Information & Management*, *43(7)*, 821–834. Retrieved from <http://0-www.sciencedirect.com.cataleg.uoc.edu/science/article/pii/S0378720606000693>
- Harris, J. G., Ives, B., & Junglas, I. (2011). *The Genie Is Out of the Bottle: Managing the Infiltration of Consumer IT Into the Workforce*.

- Harris, J. G., Ives, B., & Junglas, I. (2012). IT Consumerization: When Gadgets Turn Into Enterprise IT Tools. *MIS Quarterly Executive*, 2012(September), 99–112.
- Heitkötter, H., Hanschke, S., & Majchrzak, T. A. (2013). Evaluating Cross-Platform Development Approaches for Mobile Applications. In J. Cordeiro & K.-H. Krempels (Eds.), *Web Information Systems and Technologies* (Vol. 140, pp. 120–138). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Hislop, D., & Axtell, C. (2011). Mobile phones during work and non-work time: A case study of mobile, non-managerial workers. *Information and Organization*, 21(1), 41–56.
- Ho, S. Y. (2012). The effects of location personalization on individuals' intention to use mobile services. *Decision Support Systems*, 53(4), 802–812.
- Hong, S.-J., & Tam, K. Y. (2006). Understanding the Adoption of Multipurpose Information Appliances: The Case of Mobile Data Services. *Information Systems Research*, 17(2), 162–179.
- Hudson, D. (2012). Managing Entrepreneurial Employees Who Bring Their Own IT to Work. *Technology Innovation Management Review*, (December), 6–11.
- I.Focus. (2012). Intranet Focus. Enterprise Mobile Planning for 2013. Research Note 03/12. Retrieved from <http://www.intranetfocus.com/wp-content/uploads/Enterprise-mobile-planning-for-20131.pdf>

- IGN. (2013). Geodesia- Instituto Geográfico Nacional. 2013. Retrieved June 12, 2013, from <http://www.ign.es/ign/layoutIn/faqgd.do>
- Intille, S., Tapia, E., Rondoni, J., Beaudin, J., Kukla, C., Agarwal, S., ... Larson, K. (2003). Tools for Studying Behavior and Technology in Natural Settings. In A. Dey, A. Schmidt, & J. McCarthy (Eds.), *UbiComp 2003: Ubiquitous Computing SE - 13* (Vol. 2864, pp. 157–174). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-39653-6\\_13](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-39653-6_13)
- Ives, B., & Learmonth, G. P. (1984). The information system as a competitive weapon. *Communications of the ACM*, 27(12), 1193–1201.
- Jarvenpaa, S. L., Lang, K. R., Takeda, Y., & Tuunainen, V. K. (2003). Mobile commerce at crossroads. *Communications of the ACM*, 46(12), 41.
- Johns, T., & Gratton, L. (2013). The Third Wave Of Virtual Work. *Harvard Business Review*, 91(1), 66–73.
- Johnson, C. E., & Barton, C. C. (2004). Where in the world are my field plots? Using GPS effectively in environmental field studies. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(9), 475–482.
- Judge, T. A., Thoresen, C. J., Bono, J. E., & Patton, G. K. (2001). The job satisfaction--job performance relationship: A qualitative and quantitative review. *Psychological bulletin*, 127(3), 376.

- Junglas, I. A., Johnson, N. A., & Spitzmüller, C. (2008). Personality traits and concern for privacy: an empirical study in the context of location-based services. *European Journal of Information Systems*, 17(4), 387–402.
- Junglas, I. A., & Watson, R. T. (2003). U-Commerce: A Conceptual Extension of E-Commerce and M-Commerce. In *ICIS* (pp. 667–677). Association for Information Systems.
- Kaplan, E. D., & Hegarty, C. (2005). *Understanding GPS: Principles and Applications, Second Edition*. Artech House.
- Karimi, H. A. (2013). *Advanced Location-Based Technologies and Services*. CRC Press; 2nd edition.
- Karsky, D., Hamberlain, K., Mancebo, S., Patterson, D., & Jasumback, T. (2001). Comparison of GPS Receivers Under a Forest Canopy After Selective Availability Has Been Turned Off. *technology & Development Program. Forest Service. United States Department of Agriculture*. Retrieved June 16, 2013, from <http://www.fs.fed.us/t-d/pubs/pdfpubs/pdf01712809/pdf01712809dpi300.pdf>
- Kauffman, R. J., Techatassanasoontorn, A. A., & Wang, B. (2011). Event history, spatial analysis and count data methods for empirical research in information systems. *Information Technology and Management*, 13(3), 115–147. Retrieved from <http://link.springer.com/10.1007/s10799-011-0106-5>

- Ke, W., & Zhang, P. The Effects of Extrinsic Motivations and Satisfaction in Open Source Software Development. , 11 *Journal of the Association for Information Systems* (2010). Retrieved from <http://aisel.aisnet.org/jais/vol11/iss12/5>
- Keyes, J. (2013). *Bring Your Own Devices (BYOD) Survival Guide*. Auerbach Publications.
- Kim, B., & Han, I. (2009). What drives the adoption of mobile data services? An approach from a value perspective. *Journal of Information Technology*, 24(1), 35–45.
- Kossek, E. E., Lautsch, B. A., & Eaton, S. C. (2006). Telecommuting, control, and boundary management: Correlates of policy use and practice, job control, and work–family effectiveness. *Journal of Vocational Behavior*, 68(2), 347–367.
- Kumar, M. D., & Pandya, S. (2012). Leveraging Technology towards HR Excellence. *Information Management & Business Review*, 4(4), 205–216.
- Kumar Madria, S., Mohania, M., Bhowmick, S. S., & Bhargava, B. (2002). Mobile data and transaction management. *Information Sciences*, 141(3-4), 279–309.
- Kuntz, R., Montavont, J., Schreiner, G., Binet, D., & Noël, T. (2011). An improved network mobility service for intelligent transportation systems. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 11(7), 899–915.
- Kuo, Y.-F., & Yen, S.-N. (2009). Towards an understanding of the behavioral intention to use 3G mobile value-added services. *Computers in Human Behavior*, 25(1), 103–110.

- Küpper, A. (2005). *Location-Based Services: Fundamentals and Operation*. Wiley NY.
- Kuster Boluda, I., & Canales Ronda, P. (2006). Evaluación y control de la fuerza de ventas: Análisis exploratorio. *Universia Business Review*, (9).
- KWP. (2013). *Kantar WorldPanel Comtech Report (29/04/2013)*. Retrieved from [http://www.kantarworldpanel.com/dwl.php?sn=news\\_downloads&id=113](http://www.kantarworldpanel.com/dwl.php?sn=news_downloads&id=113)
- Lahiri, A., Dewan, R. M., & Freimer, M. (2012). Pricing of Wireless Services: Service Pricing vs. Traffic Pricing. *Information Systems Research*, 24(2), 418–435.
- Lakshman, T. K., & Thuijs, X. (2011). Enhancing enterprise field productivity via cross platform mobile cloud apps. In *Proceedings of the second international workshop on Mobile cloud computing and services - MCS '11* (p. 27). New York, New York, USA: ACM Press.
- Langley, R. B. (1999). GPS-May99\_52-68 - [gpsworld.may99.pdf](http://gpsworld.may99.pdf). *GPS World*, 52–68. Retrieved from <http://gauss.gge.unb.ca/papers.pdf/gpsworld.may99.pdf>
- Lee, J., Lee, D., Moon, J., & Park, M.-C. (2012). Factors affecting the perceived usability of the mobile web portal services: comparing simplicity with consistency. *Information Technology and Management*, 14(1), 43–57.
- Liang, T.-P., & Wei, C.-P. (2004). Introduction to the Special Issue: Mobile Commerce Applications. *International Journal of Electronic Commerce*, 8(3), 7–17. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1278124.1278126>

- Mark, G., Gudith, D., & Klocke, U. (2008). The cost of interrupted work. In *Proceeding of the twenty-sixth annual CHI conference on Human factors in computing systems - CHI '08* (p. 107). New York, New York, USA: ACM Press.
- Mathis, R. L., & Jackson, J. H. (2010). *Human Resource Management*. Human Resource Management, 13th Edition.
- Menard, T., & Miller, J. (2011). Comparing the GPS capabilities of the iPhone 4 and iPhone 3G for vehicle tracking using FreeSim\_Mobile. *2011 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, (Iv), 278–283. doi:10.1109/IVS.2011.5940500
- Miguel Molina, M. De, & Benet, A. (2012). Los sistemas de control de la fuerza de ventas (the sales force control systems). *WPOM-Working Papers on ...*, 3(1), 16–27. Retrieved from <http://polipapers.upv.es/index.php/WPOM/article/view/1064>
- Misra, P., & Enger, P. (2010). *Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance (Revised Second Edition)*. Ganga-Jamuna Press.
- Moore, G. (2011). Systems of Engagement and The Future of Enterprise IT - A Sea Change in Enterprise IT. *AIIM, Silver Springs, Maryland USA*.
- Moran, S., & Nakata, K. (2009). The Behavioural Implications of Ubiquitous Monitoring. In *2009 IEEE/WIC/ACM International Joint Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology* (pp. 327–330). IEEE.
- Moschella, D., Neal, D., Opperman, P., & Taylor, J. (2004). *The “Consumerization” of Information Technology. Position paper. CSC*.

- Murdoch, R., Harris, J. G., & Devore, G. (2010). *Can Enterprise IT Survive the Meteor of Consumer Technology?*
- Niehaves, B., Köffer, S., & Ortbach, K. The Effect of Private IT Use on Work Performance - Towards an IT Consumerization Theory. , *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2013* (2013). Retrieved from <http://aisel.aisnet.org/wi2013/3>
- Nord, G. D., McCubbins, T. F., & Nord, J. H. (2006). E-monitoring in the workplace. *Communications of the ACM*, 49(8), 72–77.
- Qureshil, S., Kamal, M., & Wolcott, P. (2009). Information Technology Interventions for Growth and Competitiveness in Micro-Enterprises. *International Journal of E-Business Research*, 5(1), 117–140.
- Regan, P. (1998). Genetic Testing and Workplace Surveillance: Implications for Privacy. In *Computers, Surveillance and Privacy*. University of Minnesota Press.
- Roca, J. C., & Gagné, M. (2008). Understanding e-learning continuance intention in the workplace: A self-determination theory perspective. *Computers in Human Behavior*, 24(4), 1585–1604.
- Rodríguez-Pérez, J. R., Álvarez, M. F., & Sanz-Ablanedo, E. (2007). Assessment of Low-Cost GPS Receiver Accuracy and Precision in Forest Environments. *Journal of Surveying Engineering*, 133(4), 159–167.

- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *The American psychologist*, 55(1), 68–78. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11392867>
- Sawyer, S., Allen, J. P., & Lee, H. (2003). Broadband and mobile opportunities: a socio-technical perspective. *Journal of Information Technology*, 18(2), 121–136.
- Schiller, J., & Voisard, A. (2004). Location Based Services. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=983362>
- Sen, S., Raghu, T. S., & Vinze, A. (2009). Demand Heterogeneity in IT Infrastructure Services: Modeling and Evaluation of a Dynamic Approach to Defining Service Levels. *Information Systems Research*, 20(2), 258–276.
- Siau, K., & Shen, Z. (2003). Mobile communications and mobile services. *International Journal of Mobile Communications*.
- Singh, N. (2012). B.Y.O.D. Genie Is Out Of the Bottle – “Devil Or Angel.” *Journal of Business management & Social Sciences Research*., 1(3), 1–12.
- Spira, J. B., & Feintuch, joshua B. (2005). The cost of not paying attention: how interruptions impact knowledge worker productivity. *BASEX Management Science for the Knowledge Economy*.
- Stanton, J. M. (2000). Reactions to Employee Performance Monitoring: Framework, Review, and Research Directions. *Human Performance*, 13(1), 85–113.

- Stanton, J. M., & Stam, K. R. (2006). *The Visible Employee: Using Workplace Monitoring and Surveillance to Protect Information Assets-Without Compromising Employee Privacy or Trust*. Information Today, Inc.
- Steinert-Threlkeld, T. (2011). BYOD: Save Money, Gain Productivity. *Money Management Executive*, 19(46), 1–10.
- TNS. (2011). *The evolving workforce. October 2011 Report, commissioned by Dell and Intel*. Retrieved from <http://i.dell.com/sites/doccontent/corporate/secure/en/Documents/Evolving-Workforce-Report-3-Productivity.pdf>
- TNS. (2012). *Mobile Life Report - Spain (10/6/12)*. Retrieved from <http://www.slideshare.net/TNSspain/presentacin-del-estudio-mobile-life>
- Towns, D. M. C. (2012). NOTES ON: GPS TECHNOLOGY; EMPLOYEE MONITORING ENTERS A NEW ERA. *Labor Law Journal*. Fall2012, 63(3).
- Trend Micro. (2011). La consumerización de los servicios de TI. *Seguridad Empresarial Julio 2011*. Retrieved from <http://www.trendmicro.es/media/wp/wp-consumerization-of-ent-mobility-es.pdf>
- Trimble. (2010). Trimble - GPS Mission Planning. *Trimble Planning Software Download*. Retrieved June 10, 2013, from [http://www.trimble.com/planningsoftware\\_ts.asp](http://www.trimble.com/planningsoftware_ts.asp)
- Turel, O., Serenko, A., & Bontis, N. (2011). Family and work-related consequences of addiction to organizational pervasive technologies. *Information & Management*, 48(2-3), 88–95.

- UE. (2002). Directiva 2002/22/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 7 de marzo de 2002 relativa al servicio universal y los derechos de los usuarios en relación con las redes y los servicios de comunicaciones electrónicas (Directiva servicio universal). *Comisión Europea*. Retrieved May 29, 2013, from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:108:0051:0077:ES:PDF>
- UE. (2003). Recomendación de la Comisión de la UE de 25 de julio de 2003 relativa al tratamiento de la información sobre la ubicación de las personas que efectúan llamadas en redes de comunicaciones electrónicas para su uso en servicios de llamadas de urgencia con ca. *Comisión Europea*. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:189:0049:0051:ES:PDF>
- UE. (2009). Directiva 2009/136/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de noviembre de 2009 por la que se modifican la Directiva 2002/22/CE relativa al servicio universal y los derechos de los usuarios en relación con las redes y los servicios de comunicaciones. *Comisión Europea*. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:337:0011:0036:ES:PDF>
- UE. (2013). Implementation of the European emergency number 112 – Results of the sixth data-gathering round. *Comisión Europea. Política de Comunicaciones Electrónicas. COCOM 13-04 Rev1. Bruselas 18 Marzo 2013*. Retrieved from <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/implementation-european-emergency-number-112---results-sixth-data-gathering-round>
- Vakkari, P. (2003). Task-based information searching. *Annual review of information science and technology*, 37(1), 413–464.

- Van Diggelen, F. (2009). *A-GPS: Assisted GPS, GNSS, and SBAS*. Artech House Publishers.
- Venkatesh, V., Thong, J. Y. L., & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly*, *36*(1), 157–178.
- Wareham, J. D., Busquets, X., & Austin, R. D. (2009). Creative, convergent, and social: Prospects for mobile computing. *Journal of Information Technology*, *24*(2), 139–143. doi:10.1057/jit.2009.1
- Weckert, J. (2005). *Electronic Monitoring in the Workplace: Controversies and Solutions*. Idea Group Publishing.
- White, M. (2012). Digital workplaces: Vision and reality. *Business Information Review*, *29*(4), 205–214. doi:10.1177/0266382112470412
- Wing, M., Eklund, A., & Kellogg, L. (2005). Consumer-grade global positioning system (GPS) accuracy and reliability. *Journal of Forestry*. Retrieved from <http://www.ingentaconnect.com/content/saf/jof/2005/00000103/00000004/art00004>
- Yuan, Y., Archer, N., Connelly, C. E., & Zheng, W. (2010). Identifying the ideal fit between mobile work and mobile work support. *Information & Management*, *47*(3), 125–137.
- Yuan, Y., & Zhang, J. J. (2003). Towards an appropriate business model for m-commerce. *International Journal of Mobile Communications*, *1*(1/2), 35.

Zandbergen, P. a. (2009). Accuracy of iPhone Locations: A Comparison of Assisted GPS, WiFi and Cellular Positioning. *Transactions in GIS*, 13, 5–25.

Zandbergen, P. a., & Barbeau, S. J. (2011). Positional Accuracy of Assisted GPS Data from High-Sensitivity GPS-enabled Mobile Phones. *Journal of Navigation*, 64(03), 381–399.

Zeffane, R., Ibrahim, M. E., & Mehairi, R. Al. (2008). Exploring the differential impact of job satisfaction on employee attendance and conduct. *Employee Relations*, 30(3), 237–250.

Zhu, X., Chen, D., & Chen, Y. (2013). A resource integration approach for HTML5 mobile applications. *Information Technology and Management*. Retrieved from <http://link.springer.com/10.1007/s10799-013-0158-9>