

Oportunidades de apropiación de tecnología vestible en la industria santandereana

Landazabal, E.J.¹, Portocarrero, J.M.¹.

Abstract—This paper identifies appropriation opportunities of wearable technology in industries of Santander, Colombia. To achieve this objective the following methodology was established: (i) identification of success cases of wearable applications in worldwide industries; (ii) identification of the industry where these applications are doing part; and (iii) comparison of industrial processes between the identified industries and Santander industry, in order to establish appropriation opportunities. Success cases consist of products or solutions that stand out in the international market for their sales, profits, added value to a particular industry or contributions in the quality of life of people. As a result of this research, was identified the industry as the main strategically sector of Santander that could benefit from wearable technology, appropriating this technology in maintenance processes, production, quality and management.

Keywords— Wearable technology, Appropriation, Industry, Santander.

I. INTRODUCCIÓN

El mercado de la tecnología vestible, también denominada computación vestible, está creciendo a gran velocidad a nivel mundial. Gartner [1] pronostica que las ventas de vestibles a nivel mundial crecerán un 18.4 % en 2016. Estas tecnologías enmarcan diversos dispositivos que se diseñan para ser ubicados en alguna región del cuerpo humano y desde allí aprovechar algunas de las capacidades tecnológicas que éstos poseen, tales como: procesamiento, memoria, actuación, medición y comunicación.

Los dispositivos vestibles tienen la capacidad de influir en el desarrollo de la industria, de permitir el crecimiento de la región e incluso fomentar la creación de nuevos modelos de negocio. Por esa razón, el propósito del artículo es: (i) estudiar el estado actual de implementación de la tecnología vestible en el mundo; (ii) analizar las oportunidades de apropiación en Santander para su implementación; y (iii) discutir sobre cómo este tipo de dispositivos podría ingresar al mercado de la región.

El artículo está estructurado de la siguiente manera. En la segunda sección, las tecnologías vestibles son descritas y clasificadas. La tercera sección detalla algunos ejemplos de apropiación encontrados en la industria a nivel mundial y se realiza un estudio para determinar cuáles son los sectores industriales y procesos en los cuales se usan estas tecnologías.

En la cuarta sección se identifican los principales sectores industriales de Santander y se realiza un análisis para descubrir si estos sectores permiten la implementación de tecnología vestible y se realiza un mapeo para descubrir cuáles industrias que implementaron la tecnología vestible a nivel mundial se podrían implementar en Santander. En la quinta sección se mencionan los resultados del proceso de investigación. Finalmente, en la sexta sección se tratan las conclusiones.

II. TECNOLOGÍA VESTIBLE

Según Steve Mann [2], la tecnología vestible consiste en dispositivos sensores y computacionales que se pueden llevar puestos sobre, debajo o inclusive ser la misma ropa. Steve Mann también denominó a estos dispositivos como *smartclothing*. Esta tecnología se puede utilizar en actividades de la vida cotidiana y además ser usada dentro del ámbito laboral. Según Aleksey y otros [3], estos dispositivos se pueden clasificar de acuerdo al servicio que prestan a la industria de la siguiente manera: (i) dispositivos de salida; (ii) video cámaras vestibles; (iii) dispositivos de entrada de datos y medición; y (iv) computadores vestibles.

Los dispositivos de salida incluyen dispositivos como pantallas montadas sobre la cabeza (o HMD, por sus siglas en inglés), u otras ubicadas en alguna parte del cuerpo, usualmente la muñeca. Un ejemplo de este dispositivo de salida es presentado en [4], donde presentan una pantalla de cristal líquido de transistores de película fina denominada TFT-LCD.

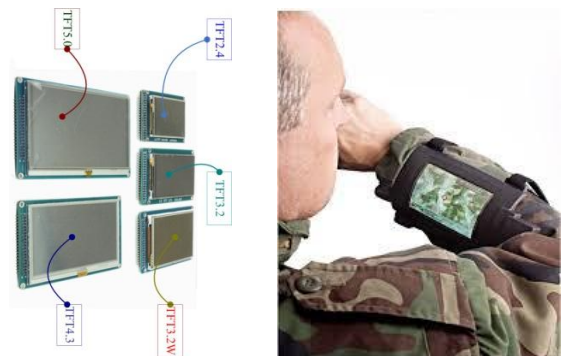


Figura 1. a) Pantallas LCD-TFT [4]. b) Pantalla usada como dispositivo de salida vestible [5].

Las video cámaras vestibles ofrecen servicios de video de buena calidad y bajo costo, debido al avance actual que ha tenido esta tecnología. La capacidad que permite la tecnología de tener cámaras cada vez más pequeñas que registran con alta calidad, le ha dado la posibilidad a empresas como Garmin de masificar estos dispositivos. El uso actual de estas cámaras

¹Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB), Centro de Excelencia y Apropiación en Internet de las Cosas – CEA IoT, Bucaramanga, Colombia, correo: {elandazabal, jtalavera}@unab.edu.co

está enfocado a la recreación, pero tomaran fuerza en áreas como la vigilancia personal. A continuación en la Figura 2. se presenta una cámara de video vestible usada por un departamento de Policía.



Figura 2. Cámara vestible comercializada por Edesix [6].

Los dispositivos de entrada de datos y medición incluyen dispositivos como los teclados de muñeca, guantes y otros dispositivos diseñados para registrar variables corporales o para identificar patrones de interacción entre la persona y un dispositivo computacional. Algunos dispositivos pueden ser sencillos y económicos. Son desarrollados con sensores como giróscopos y acelerómetros o sensores de inclinación. Una limitante de la tecnología es la falta de estandarización en cuanto al desarrollo de estos dispositivos. Un ejemplo a destacar es el guante vestible desarrollado en 2014 por la firma Fujitso [7], el cual cuenta con lectoras de tarjetas NFC (Comunicación de campo cercano), sensor de contacto, giróscopo, acelerómetro y CPU y un transmisor.

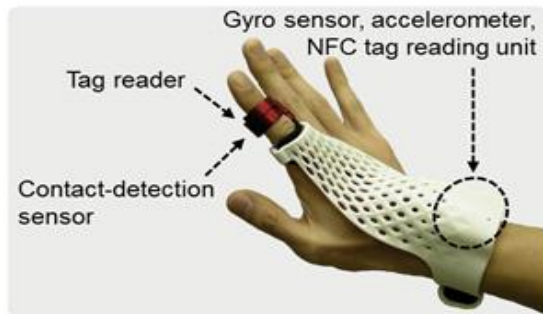


Figura 3. Guante vestible desarrollado por Fujitso [7].

Los computadores vestibles son dispositivos con alta capacidad de cómputo, la mayoría de los que hay disponibles en el mercado trabajan el sistema de navegación por medio de ventanas, como los diseñados por Microsoft. Apoyado en la capacidad de interacción de otros vestibles de las categorías anteriores es adaptable al funcionamiento en un entorno laboral. La implementación de estos dispositivos debe estar diseñada de acuerdo con las funcionalidades y requerimientos de las aplicaciones industriales. Si esto no se realiza de esta manera el sistema tendrá limitaciones funcionales que son inadecuadas para dispositivos vestibles. Como ejemplo se pone a consideración la Figura 2, en la cual se presenta un computador de muñeca de la empresa Eurotech [8], donde se menciona que soporta varios protocolos de comunicación y su fabricante lo considera adecuado para aplicaciones médicas,

industriales, logística, transporte, mantenimiento y seguridad residencial.



Figura 4. Computador de muñeca WL1500 de la empresa Eurotech [8].

III. TECNOLOGIA VESTIBLE EN LA INDUSTRIA A NIVEL MUNDIAL

De acuerdo a la revisión de Aleksy y otros [3], los campos de aplicación industrial de la tecnología vestible son: (i) mantenimiento; (ii) aseguramiento de la calidad; (iii) seguimiento de actividades; (iv) colaboración entre pares; (v) redes sociales; (vi) instrucción proactiva; (vii) documentación de manos libres; (viii) medición oportunistas; y (ix) reuniones móviles. A continuación se describen algunos de los campos mencionados anteriormente.

1. *Mantenimiento:*

Donde los vestibles ayudan al desarrollo de las actividades como inspección y consultas a mesas de ayuda remotas [9], o reparación, con aplicaciones que permiten consultar manuales [10]. Se ha estudiado especialmente la tecnología vestible en la industria aeronáutica donde la información de mantenimiento es muy amplia [11] y algunas de las labores como la instalación de cableado al interior de los aviones son procesos que se realizan manualmente.

2. *Aseguramiento de la calidad:*

Donde los trabajadores aprovechan la capacidad de los dispositivos sensores para mejorar la calidad de las inspecciones, dándole un enfoque cuantitativo a los resultados de inspección. En algunos procesos como los de la industria de alimentos, la interacción higiénica con los alimentos hace lento el proceso. La implementación de un computador vestible y una interfaz de usuario adecuada [12] solucionaron el problema. En este ejemplo el desarrollo iterativo del proceso, involucrando usuarios y supervisores fue de gran ayuda.

3. *Seguimiento de actividades:*

La verificación de actividades puede ser de gran importancia para la industria donde se puede realizar trazabilidad a los procesos de ensamble [13], o en se puede realizar monitoreo de actividad de las personas [14].

4. *Colaboración entre pares:*

Donde se implementan mesas de ayuda remotas, las cuales proveen soluciones a operadores en su sitio de trabajo desde

un punto de servicios de información. Un ejemplo de estas aplicaciones esta revisado en [9] y [15].

Fueron encontrados en la literatura científica 59 casos de aplicación de tecnología vestible en la industria. Los casos fueron revisados y clasificados de acuerdo a la industria a la que pertenece cada uno de ellos y también fueron clasificados de acuerdo al proceso industrial que es soportado por medio de la de tecnología vestible. Los procesos industriales que fueron considerados son los relacionados con el desarrollo productivo de las empresas como son: calidad, mantenimiento, producción, Innovación, Gestión, Servicios y logística. La Figura 5 presenta las industrias en las cuales fue implementada tecnología vestible.

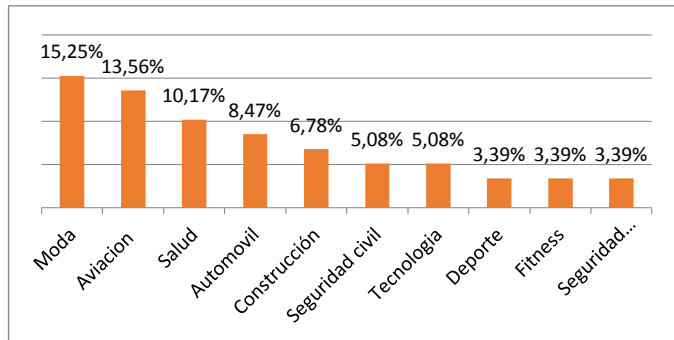


Figura 5. Participación de vestibles en industria. Casos documentados. Fuente: Autores

La moda con una representación de un 15,25% de los casos encontrados, es una de las industrias en la cual se han llevado a cabo varios proyectos como los relacionados en [16]. Estos proyectos están enfocados a desarrollar innovaciones que permitan ser empleadas en el diseño de modas. Por otra parte la industria de la aviación cuenta con casos bastante documentados, con un 13,6% de los casos encontrados, acerca del uso de tecnología vestible en sus procesos. Sobresale particularmente como ejemplo la ensambladora de aviones Boeing que ha sido pionera en el uso de vestibles para sus procesos industriales [13] [15] [17] [18]. La industria de salud acapara una gran cantidad de atención por parte de los investigadores, con un 10,17% de los casos encontrados. Le siguen a estas los trabajos relacionados con la industria automotriz, representada en un 8,47%, usando vestibles en su proceso de ensamble.

Construcción, con un 6,78% de casos encontrados, usa tecnología vestible para la gestión de calidad y gestión de producción. La seguridad civil, representada en un porcentaje de 5,08% de casos, usa los vestibles para monitorizar condiciones en las personas del servicio civil de protección como bomberos [16]. Otras áreas relacionadas con vestibles es la industria son los deportes y la seguridad industrial.

Por otro lado, en la Figura 6 se puede apreciar una clasificación realizada a la información de la literatura consultada de acuerdo a los procesos industriales en el que se aplica tecnología vestible.

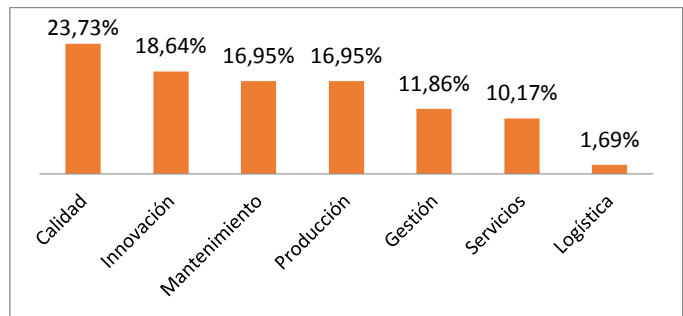


Figura 6. Representación de vestibles por proceso industrial. Fuente: Autores

La Figura 6 indica que calidad con un 23,73% es el proceso industrial más apoyado por medio de la implementación de tecnología vestible en los casos encontrados en la literatura. Esto se da debido a que los dispositivos vestibles están en capacidad de tomar datos del entorno y procesarlos y almacenarlos, lo que implica que se pueden implementar procesos de calidad basada en datos de manera adecuada. El proceso de innovación representa un 18,64% de los casos evaluados y consiste en proyectos en los cuales se desarrollan elementos para industrias como la moda y la tecnología que permitan diseñar nuevos productos y servicios. También se encontraron tecnologías vestibles con una representación de un 16,95% para los procesos de mantenimiento, mayoritariamente en la industria de la aviación. Esto se debe a la gran cantidad de información que es necesario manejar para el mantenimiento de aeronaves unido a la necesidad de mantener el operario con las manos libres al momento de realizar las actividades de mantenimiento. El cuarto proceso más representativo encontrado en la literatura es la producción con un 16,95% de representación. Los procesos de gestión son usados en un 11,86% en la literatura considerada. El apoyo en la gestión se ve reflejado en la capacidad de los vestibles de apoyar tareas como manejo, consulta y actualización de información. Los procesos de servicio, con un 10,17%, representan dispositivos que se usan para apoyar determinado servicio en industrias como la seguridad civil o en la moda.

En los procesos de producción se trabajan en mayor medida tareas de gestión del proceso, inspecciones, puntos de control, verificación de cumplimiento de obras contra planos de diseño, en general tareas que requieren una gran cantidad de información que físicamente sería imposible llevar al área de trabajo. Se destaca adicionalmente la aplicación encontrada para guiado de turismo llamado Deep Map [19], donde se explora la idea de un mapa hablante, que narra información turística de la ciudad de Heidelberg, Alemania, mientras la persona hace un recorrido.

También se destaca el proyecto Oscar [20] por su ayuda a las labores operativas, mostrando en una pantalla vestible información que el operador no puede ver debido al volumen de la carga, pero que necesita conocer para asegurar el correcto desarrollo de su labor operativa.

IV. TECNOLOGÍA VESTIBLE EN LA INDUSTRIA SANTANDEREANA

Los sectores estratégicos en Santander y su Producto Interno Bruto – PIB- están relacionados en la Tabla 1. El PIB es una medida de la importancia de una industria en una región, en este caso se muestra en PIB para Santander en 2014 [21].

Tabla 1. Industria en Santander. Adaptada por el autor.

Sector estratégico en Santander	PIB
Servicios	28,3%
Industria	22,5%
Construcción	17,6%
Comercio	10,3%
Transporte	8,1%
Agricultura	6,8%
Minas	6,4%

Sobre estos sectores se puede observar en la Tabla 1 que el sector servicios fue el más importante en Santander en 2014, seguido de sectores como la industria, construcción, comercio, transporte, agricultura y por último el sector minero.

Realizando una comparación entre las industrias que usaron vestibles, encontradas en el presente trabajo (Figura 5) y los sectores industriales en Santander (Tabla 1), la construcción es el sector que aparece en ambos casos. Puesto que las industrias internacionales de la aviación y la industria automovilística tienen nula representación en Santander se puede inferir que la construcción sea una de las industrias que podría implementar tecnología vestible a un volumen más elevado que las demás industrias del departamento.

Ahora, como los procesos industriales identificados en la Figura 6 son transversales a diferentes sectores de Santander, se puede pensar exista una implementación de tecnología vestible también por procesos y no necesariamente por industria. El ejercicio de identificar procesos donde se pueda implementar tecnología vestible en Santander se realizó encontrando los sectores estratégicos de Santander que corresponden con las industrias identificadas internacionalmente (Figura 5). Este mapeo se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Procesos industriales apoyados con vestibles que se pueden encontrar en la industria santandereana

Procesos Industriales	Sectores estratégicos en Santander					
	Servicios	Industria	Construcción	Comercio	Transporte	Minas
Calidad		X	X			
Innovación						
Mantenimiento		X			X	
Producción		X				
Gestión		X	X			
Servicios de apoyo						
Logística				X		

Observando los procesos industriales, se nota la importancia de los procesos de calidad con tecnologías vestible, debido a que el vestible permite adicionarle parámetros objetivos a la labor, por medio de la medición, a las variables que se quieren analizar y debido al hecho que la calidad es un proceso que se implementa en todas las industrias en mayor o menor medida.

De otro lado, los procesos de innovación que fueron encontrados en la literatura, implementaron vestibles en la industria de la moda, el deporte, la salud, tecnología. Sectores que no se muestran como estratégicos en el informe de PIB de la cámara de comercio de Bucaramanga, pero que si se implementan en Santander y que podrían recibir de las tecnologías vestibles un aporte que permita desarrollar productos con mejores proyecciones de mercado. En moda se pueden implementar medición de parámetros, adornos interactivos, luces, pantallas que pueden dar elementos innovadores a las prendas diseñadas. En el calzado se puede medir parámetros de las personas, diseñar calzado especial, implementar elementos interactivos dentro del producto. Para el área de la salud, la importancia de los vestibles estriba en la capacidad de llevar la medición de parámetros consigo y se pueden implementar servicios alrededor de los sensores y la conectividad de los dispositivos, como llamadas de emergencia, telemedicina, cuidado remoto de personas, entre otros.

Las complejidades de los procesos de mantenimiento de la industria aeronáutica y automotriz, han sido resueltas en varias ocasiones por medio de tecnología vestible. El dispositivo vestible aporta en estos casos capacidad de almacenamiento de información que pueden ser manuales de operación, hojas de datos técnicos, planos y diagramas técnicos. Adicionalmente el vestible puede ofrecer interacción a manos libres, importante para realizar las actividades de mantenimiento, adicionalmente el vestible puede guardar nueva información y realizar la medición y toma de datos automáticamente. Estas actividades pueden mejorar el desempeño de las personas y procesos en los sectores estratégicos de la industria y el transporte en Santander.

Para los procesos productivos el vestible es una herramienta con la capacidad de gestionar información, ayudar a la operación de equipos en condiciones de desconocimiento de variables, ayuda en la elaboración manual de piezas complejas basada en manuales, y en todos los procesos de fabricación que sea necesario un control inmediato de lo que se está elaborando o si se necesita saber inmediatamente como es el resultado de la operación de una máquina.

Para los procesos transversales como la gestión, la logística y los servicios de apoyo, el vestible permite llevar control y trazabilidad de variables, control de inventarios, permite realizar gestión de información, gestión del conocimiento. También puede apoyar procesos de diseño para diferentes áreas como ingeniería, el diseño gráfico y las artes audiovisuales. Estos vestibles en Santander podrían aportar soluciones en los sectores estratégicos como industria, la construcción y el comercio.

V. RESULTADOS

Se encontraron dentro de la revisión de la literatura científica 59 casos de aplicación de tecnología vestible en la industria a nivel mundial. Se identificaron 22 industrias en las cuales se implementaron dispositivos vestibles. De estas industrias, las más importantes fueron relacionadas en la Figura 5. Se identificaron siete procesos industriales importantes en los cuales se aplican dispositivos vestibles, relacionados en la Figura 6, como son los procesos de calidad, innovación mantenimiento, producción, gestión, servicios y logística. Para Santander se identificaron siete sectores industriales y su relación con el PIB, que se encuentran en la Tabla 1. Adicionalmente se mapearon los sectores estratégicos de Santander con los procesos industriales que implementaron vestibles y se encontró que hay procesos como el de calidad y el de mantenimiento que han sido aplicados en industrias relacionadas con los sectores estratégicos de Santander. Se analizó la implementación de tecnología vestible en estos procesos en la industria santandereana.

Adicionalmente se encontraron casos específicos de soluciones como las aplicadas en logística, donde ya hay disponibles en el mercado computadores vestibles con dispositivos de entrada como lectores de códigos de barras, que permiten la implementación inmediata de soluciones de logística o venta TAT. En la industria de alimentos se encontró una solución que se podría implementar sin mayores cambios a como fue descrita en [12]. Las soluciones disponibles en la industria de la moda están ampliamente desarrolladas y servirían para potenciar la innovación este sector en Santander. Otros procesos trabajados internacionalmente con tecnología vestible que podrían ser potenciados en Santander son las áreas de seguridad, que incluyen la seguridad civil, la seguridad industrial y los servicios de emergencia. Finalmente se destaca una aplicación de guiado de turismo que permite dirigir e informar a un turista por su visita de manera interactiva, idea que puede ser implementada en el departamento, el cual tiene algunas áreas dedicadas al negocio del turismo.

VI. CONCLUSIONES

La tecnología vestible ha tenido una incursión importante en la industria mundial. Los vestibles se incorporan a las industrias apoyando procesos al interior de estas. Son particularmente importantes las aportaciones de la tecnología vestible a campos como el aseguramiento de la calidad donde se mejoran las inspecciones debido a la disponibilidad de sensores que miden parámetros difíciles de determinar por inspección visual. En procesos de mantenimiento el dispositivo vestible colabora con una gran cantidad de información que no sería posible llevar en otros medios o recordar fácilmente. También, la interacción y registro de datos en manos libres genera mejoras en ciertas industrias, donde el uso de las manos es limitado. Las problemáticas que impulsaron la implementación de tecnologías vestibles en la industria a nivel mundial están presentes también en Santander, Colombia. De esta manera podemos concluir que los dispositivos vestibles tienen el potencial para contribuir con el desarrollo de soluciones en el departamento y aportar en el crecimiento de los sectores industriales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean reconocer la cooperación de todos los socios dentro proyecto Centro de Excelencia y Apropiación en Internet de las Cosas (CEA-IoT). Los autores también desean agradecer a todas las instituciones que apoyaron este trabajo: El ministerio Colombiano de las Tecnologías de la Información y las comunicaciones – MinTIC y el departamento administrativo de la ciencia, Tecnología e Innovación – Colciencias, a el Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación Francisco José de Caldas (Proyecto ID: FP44842-502-2015).

REFERENCIAS

- [1] Gartner, «Newsroom,» 02 febrero 2016. [En línea]. Available: <http://www.gartner.com/newsroom/id/3198018>. [Último acceso: 08 Julio 2016].
- [2] S. Mann, «Wearable computing,» [En línea]. Available: <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/wearable-computing>. [Último acceso: 8 julio 2016].
- [3] M. Aleksey, M. J. Rissanen, S. Mackzey y M. Dix, «Utilizing wearable computing in industrial service applications,» *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, vol. 5, n° 4, pp. 443-454, 2011.
- [4] <http://www.electfreaks.com/>, «5.0" TFT LCD Screen Module: TFT01-5.0,» [En línea]. Available: <http://www.electfreaks.com/store/50-tft-lcd-screen-module-tft0150-p-420.html>. [Último acceso: 16 Agosto 2016].
- [5] SPIE, «Illumination & Displays - A full-color, low-power, wearable display for mobile applications,» [En línea]. Available: <http://spie.org/newsroom/4167-a-full--color-low--power-wearable-display-for-mobile-applications>. [Último acceso: 16 Agosto 2016].
- [6] «Casos de estudio,» [En línea]. Available: <http://www.edesix.com/industry-solutions/case-studies>. [Último acceso: 09 Julio 2016].
- [7] Fujitsu, «Fujitsu Develops Glove-Style Wearable Device,» 18 Febrero 2014. [En línea]. Available: <http://www.fujitsu.com/global/about/resources/news/press-releases/2014/0218-01.html>. [Último acceso: 08 Julio 2016].
- [8] Eurotech, «Zypad WL1500,» [En línea]. Available: <http://www.eurotech.com/en/products/Zypad%20WL1500>. [Último acceso: 2016 Julio 28].
- [9] J. A. Ockerman, «Preliminary investigation of wearable computers for task guidance in aircraft inspection,» *IEEE Proceedings of the 2nd International Symposium on Wearable Computers*, pp. 33-41, 1998.
- [10] S. Fuller, Z. Ding y A. Sattineni, «A Case Study : Using The Wearable Computer In The Construction Industry by,» *Auburn University, Department of Building Science*, pp. 1-6, 2000.
- [11] P. Lukowicz, A. Timm-Gie, O. Herzog y M. Lawo, «WearIT@work: Toward real-world industrial wearable computing,» *EEE Pervasive Computing*, vol. 6, n° 4, pp. 8-13, 2007.
- [12] L. J. Najjar, «A Wearable Computer for Quality Assurance Inspectors in a Food Processing Plant,» de *IEEE, Wearable Computers*, Atlanta, GA, USA., 1997.
- [13] T. Stiefmeier, D. Roggen, G. Ogris, P. Lukowicz y G. Tröster, «Wearable activity tracking in car manufacturing,» *IEEE Pervasive Computing*, vol. 7, n° 2, pp. 42-50, 2008.

- [14] O. Amft, M. Lauffer, S. Ossevoort, F. Macaluso, P. Lukowicz y G. Troster, «Design of the QBIC wearable computing platform,» *Proceedings of the International Conference on Application-Specific Systems, Architectures and Processors*, pp. 398-410, 2004.
- [15] T. Nicolai, T. Sindt, H. Witt, H. Kenn y O. Herzog, «Empowering Aircraft Maintenance with Wearable Computing : An Industrial Case Study».
- [16] L. Berglin, «Smart Textiles and Wearable Technology – A study of smart textiles in fashion and clothing,» 2013.
- [17] C. Bürgy, An Interaction Constraints Model for Mobile and Wearable Computer-Aided Engineering Systems in Industrial Applications, Pittsburgh, Pennsylvania, USA: Carnegie Mellon University, 2002.
- [18] H. Gellersen, A. Schmidt, M. Beigl y O. Thate, «Developing User Interfaces for Wearable Computers: Don't Stop to Point and Click,» 2000.
- [19] R. Malaka, «Deep Map: The Multilingual Tourist Guide,» European Media Laboratory, Heidelberg, Germany, 1999.
- [20] D. M. Aminzade, «OSCAR,» [En línea]. Available: <http://www.monzy.org/oscar/>. [Último acceso: 20 Julio 2016].
- [21] Camara de Comercio de Bucaramanga, «Producto Interno Bruto,» 2014. [En línea]. Available: http://www.camaradirecta.com/temas/documentos%20pdf/informes%20de%20actualidad/2016/pib_2014_revisado.pdf. [Último acceso: 15 Agosto 2016].



Edinsson Javier Landazábal Hernández. Nació en Bucaramanga en Enero 21 de 1981. Tecnólogo en electrónica de las unidades tecnológicas de Santander, UTS. Bucaramanga, Santander, Colombia. Ingeniero en Control Electrónico e Instrumentación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, UDFJC-Convenio UTS. Bucaramanga, Santander, Colombia.

Él ha trabajado como técnico electrónico, auxiliar de metrología, inspector de calidad, asistente y supervisor de operaciones, interventor de obra eléctrica, instructor SENA. Actualmente trabaja como asistente de investigación en el Centro de Excelencia y Apropiación del internet de las cosas CEA-IoT en Bucaramanga, Santander.



Jesús Martín Talavera Portocarrero. Investigador postdoctoral en el Centro de Excelencia y Apropiación en Internet de las Cosas (CEA-IoT). Doctor en Informática, Universidad Federal de Rio de Janeiro (2016), RJ-Brasil. Magister en Ciencia de la Computación, Universidad Federal de Sao Carlos (2010), SP-Brasil. Ingeniero de Sistemas, Universidad Católica de Santa María (2006), Perú.