

03-053

### **Specifications for designing ceramic tactile graphics for collective and inclusive use**

Serrano-Mira, Julio; Gual-Ortí, Jaume; Abellán Nebot, José V.; Bruscas-Bellido, Gracia M.;  
Monferrer-Pruñosa, Marc

Universitat Jaume I

Ceramic tile "Kersigns" is a new and recent type of inclusive tactile graphics adapted to people with visual impairment. These tactile graphics are obtained using a novel manufacturing system based on the use of materials, techniques and knowledge typical of the ceramic industry. These graphics have excellent properties for use as fixed tactile graphics for both indoor and outdoor environment use, although they have limitations to reproduce distinct heights and a great diversity of textures.

When an inclusive tactile graphic for collective use is designed, it is necessary to consider existing regulations and recommendations regarding geometries to be reproduced and their dimensions, in order that their haptic exploration is appropriate. In addition, these design requirements must include those relating to the technique used to materialize the graphic (machining, casting, etc.).

In the proposed work, the most significant design specifications to apply for the development of tactile graphics "Kersigns" are exposed. The work is complemented with a practical application consisting in the development of the tactile graphic that reproduces the campus of Jaume I University of Castellón, in order to improve the inclusion of persons with visual disabilities.

**Keywords:** *tactile graphic; glazed ceramic; visual impairment*

### **ESPECIFICACIONES PARA EL DISEÑO DE GRÁFICOS TANGIBLES CERÁMICOS PARA USO COLECTIVO E INCLUSIVO**

La baldosa cerámica "Kersigns" constituye un nuevo tipo de gráficos tangibles inclusivos orientados a personas con discapacidad visual. Estos gráficos tangibles se obtienen mediante un novedoso sistema de fabricación basado en el uso de materiales, técnicas y conocimientos propios de la industria cerámica, presentando unas excelentes propiedades para su uso como gráficos tangibles fijos para uso tanto exterior como interior, si bien presentan algunas limitaciones en cuanto su capacidad para reproducir alturas y una gran diversidad de texturas.

Cuando se diseña un gráfico tangible inclusivo para uso colectivo es necesario tener presente las normativas y recomendaciones existentes referentes a geometrías a reproducir y sus dimensiones, de modo que su exploración háptica sea apropiada. Además, a estos requerimientos de diseño se han de incorporar aquellos relativos a la técnica utilizada para materializar dicho gráfico (mecanizado, fundición, etc.).

En el trabajo propuesto se exponen las especificaciones de diseño que se han de aplicar para el desarrollo de los gráficos tangibles "Kersigns". El trabajo se complementa con una aplicación práctica consistente en el desarrollo del gráfico tangible que reproduce el campus de la Universidad Jaume I de Castellón con el fin de mejorar la inclusión de personas con discapacidad visual

**Palabras clave:** *gráfico tangible; cerámica esmaltada; discapacidad visual*

Correspondencia: Julio Serrano Mira [jserrano@uji.es](mailto:jserrano@uji.es)

Acknowledgements/Agradecimientos: Los autores muestran su agradecimiento a Keraben Grupo S.A.U. y a la Oficina Técnica de Obras y Proyectos (OTOP) de la Universitat Jaume I su colaboración y el soporte recibido para la realización del presente trabajo.



©2019 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## 1. Introducción

La comunicación es una actividad necesaria para desenvolverse en cualquier entorno, siendo uno de los principales vehículos de interacción social para las personas. En el caso del colectivo de personas con discapacidad visual la comunicación alcanza una relevancia especial, adquiriendo un papel crucial para ayudar a superar las numerosas barreras con las que los miembros de este colectivo se encuentran cotidianamente. Para estas personas, la información auditiva y, sobre todo, táctil es muy importante para orientarse de forma efectiva en sus desplazamientos por el entorno.

En este sentido, los gráficos tangibles son un medio muy efectivo de comunicación dirigido mayoritariamente a las personas con discapacidad visual. La principal característica de este tipo de dispositivos es que reproducen en relieve una imagen gráfica, de modo que pueden ser percibidos de forma háptica, esto es, mediante el uso del tacto. Los gráficos tangibles para orientación urbana (o en un local o recinto) son el caso más habitual de este tipo de productos, los cuales exponen en relieve diferentes hitos y elementos significativos, tales como: calles, plazas, edificios y código de lecto-escritura Braille. De este modo pueden ser explorados mediante el sentido del tacto, comunicando así sus contenidos de manera que sean percibidos por el mencionado colectivo.

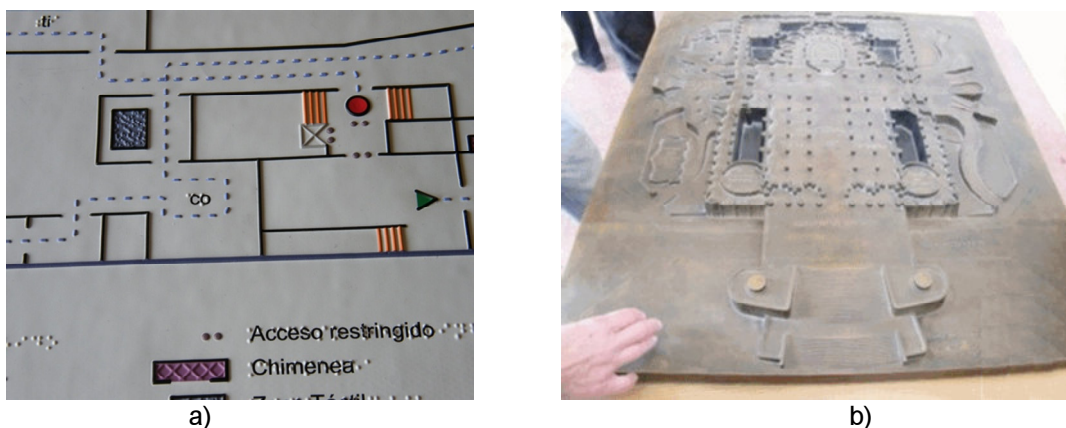
Los gráficos tangibles se pueden clasificar en dos grandes grupos atendiendo a su durabilidad, la cual está directamente relacionada con su portabilidad. Estos dos grupos son los siguientes:

- *Gráficos tangibles portables*, destinados a ser portados por la persona que lo utiliza, siendo casi siempre de duración reducida, dado que su uso es singular. Su tamaño suele ser pequeño, a lo sumo tamaño similar al formato A3. Durante su utilización, el usuario lo apoya contra su tronco para su interpretación háptica, por lo que debe ser ligero y flexible. Además, dada la casi unicidad de su uso, su coste ha de ser muy reducido. Este tipo de gráficos están destinados exclusivamente a personas con discapacidad visual.
- *Gráficos tangibles fijos o permanentes*, los cuales se encuentran en una ubicación fija, y a los que por lo general se les exige una duración y usos elevados. Suelen ser rígidos y se encuentran apoyados sobre una plataforma o sobre un soporte o una peana. Estos gráficos pueden ser destinados tanto a uso en exteriores como en interiores, en función de las necesidades, aunque los requisitos de resistencia y ciertas funcionalidades difieren marcadamente según su destino sea para interior o para exterior. Su coste suele ser bastante elevado, y habitualmente combinan texto y grafismos planos con otros en relieve.

En cuanto al modo de materializar estos planos tangibles, los procesos de fabricación y los materiales empleados difieren según sean portables o fijos. A este respecto, Edman (1992) cita más de una docena de modos diferentes de confeccionar un gráfico en relieve. Cuando se trata de planos únicos o series muy cortas, es posible producir un gráfico de forma artesanal, ya sea para gráficos tangibles permanentes o para portables. Cuando se trata de gráficos portables, los materiales empleados suelen ser papel o bien finas láminas de termoplásticos, siendo los sistemas utilizados el “embossed” (estampado de papel), los microencapsulados (papel con microcápsulas embebidas que al contacto con la tinta y posterior aplicación de calor se hincha en las zonas entintadas), y el termoconformado para las láminas termoplásticas, siendo los dos últimos procesos los que se han consolidado entre los profesionales para usos en los que requiera portabilidad (Rowell y Ungar, 2003). Para el caso de los planos fijos, suelen fabricarse en tiradas únicas, y lo más habitual es emplear fundiciones de bronce, mecanizado de metales (aluminio o acero inoxidable), mecanizado de láminas de plástico y montado superpuesto por niveles, moldeo de resinas

termoendurecibles, o materiales cerámicos esmaltados y cocidos, entre otros. En la Figura 1 se muestra un ejemplo de un plano portable fabricado por termoconformado, y de otro fijo fabricado en fundición de bronce.

**Figura 1: Dos tipos de gráficos tangibles: a) portable obtenido por termoconformado de láminas de termoplástico, b) fijo realizado en fundición de bronce.**



En el diseño de un plano tangible permanente para uso colectivo es necesario tener en cuenta multitud de aspectos, unos relativos a la información a representar (qué información y cómo), otros relativos al uso y al entorno o ambiente en el que se ubicará (resistencia al desgaste, limpieza, resistencia ambiental, etc.), y otros relativos a las limitaciones o exigencias de la técnica de construcción del propio plano.

Por cuanto que la técnica de fabricación del plano tangible introduce grandes exigencias en su diseño, previo al inicio del diseño del plano tangible propiamente, es preciso seleccionar la técnica mediante la cual se fabricará dicho plano. Una de las técnicas de fabricación desarrollada recientemente es la de los gráficos tangibles cerámicos “Kersigns”, en los cuales los relieves se obtienen por deposición de esmalte sobre una baldosa de gres porcelánico previamente cocida, empleando para la deposición una técnica relacionada con las tecnologías de Fabricación Aditiva (popularmente conocidas como “impresión en 3D”). Una vez realizada la deposición de los materiales que conformarán los grafismos y relieves, se procede a una segunda cocción para que cristalicen los esmaltes y así configurar el plano. Este tipo de plano tangible ha sido desarrollado en un proyecto de colaboración entre la empresa Keraben Grupo y los grupos de investigación de “Ingeniería de Fabricación” y de “Arquitectura, Diseño y Patrimonio” del Departamento de Ingeniería de Sistemas Industriales y Diseño de la Universitat Jaume I (UJI), así como el “Instituto Universitario de Tecnología Cerámica Agustín Escardino” (ITC-UJI) también de la UJI en Castellón. Este tipo de gráficos tangibles presenta unas grandes ventajas para su uso colectivo, tanto interior como exterior, en contraste con las demás tecnologías utilizadas habitualmente para fabricar planos tangibles, si bien en su estado de desarrollo actual presenta una limitación importante en cuanto a las alturas obtenibles en los relieves reproducidos. En el trabajo de Gual *et al.* (2018) se pueden consultar las características y proceso de fabricación de los planos tangibles Kersigns, una de cuyas aplicaciones implementada se muestra en la Figura 2.

Como se ha comentado anteriormente, el diseño de un plano tangible es un proceso complejo, en el que se han de tener en cuenta gran cantidad de aspectos. En el presente trabajo se expone el proceso de desarrollo de uno de estos planos tangibles, utilizando la tecnología “Kersigns”, y cuyo uso va destinado a servir de orientación en el campus de la Universitat Jaume I de Castellón (UJI). El desarrollo del trabajo se inicia con el establecimiento de los requisitos de diseño, tanto a nivel general de cualquier plano tangible como los relacionados con la tecnología de construcción a utilizar; se continúa con la

exposición del proceso seguido para llegar a la solución; y se finaliza con la muestra del diseño final obtenido.

**Figura 2. Primera implementación del producto Kersings instalada en un parque, mostrando el plano desarrollado y su montaje sobre una peana de hormigón armado (Gual et al., 2018).**



## 2. Especificaciones de diseño para un plano tangible fijo para uso colectivo.

Hoy en día, los planos tangibles fijos para uso colectivo se diseñan habitualmente con un carácter inclusivo o adaptado, lo que implica que puedan ser de utilidad tanto a personas con discapacidad visual como a personas sin dicha discapacidad. Por ello, este tipo de gráficos tangibles suele incluir, además, grafismos y textos convencionales sin relieve para que pueda ser utilizado también por personas sin la citada discapacidad. Además, se ha de resaltar la importancia de que estos gráficos vengan acompañados de contraste cromático, ya que la mayoría de los usuarios con deficiencia visual poseen todavía restos visuales. En España, estas personas representan aproximadamente un 80% de este colectivo (INE, 2008), consiguiéndose así una comunicación efectiva con un dispositivo táctil para todo tipo de usuarios. Se trata de valores de la última encuesta disponible con los datos de personas con discapacidad en global (la anterior data es de 1999), y las más recientes son sobre empleo y discapacidad, que no incluyen a los que no están en edad de trabajar.

A la hora de abordar el diseño de este tipo de planos tangibles, se han de establecer un conjunto de especificaciones para que el resultado cumpla con sus funciones y, además, se pueda fabricar. Estas especificaciones se pueden englobar en los siguientes grupos:

- Especificaciones relativas a la cantidad y tipo de información mostrada.
- Especificaciones relativas los grafismos y macrotipos utilizados.
- Especificaciones relativas a las exigencias de su uso colectivo y ubicación.
- Especificaciones relativas al material y técnica utilizados para su materialización física.

Respecto las estrategias de diseño en planos táctiles o hápticos existe una literatura muy diversa (Amick et al., 2002; Bentzen & Marston, 2010; Comisión Braille Española, 2012; Gardiner & Perkins, 2002; Lillo Jover, 1992; Schiff, 1982; Purdue Research Foundation, 2002; Rowell & Ungar, 2005; The Braille Authority of North America, 2011; Kwok, 2005).

A continuación se abordan de forma separada cada uno de estos grupos. Para el establecimiento de las especificaciones en cada caso, se han tenido en cuenta las recomendaciones definidas en la literatura anteriormente citada, así como las especificaciones establecidas por el fabricante, y la experiencia previa de los autores.

## 2.1 Especificaciones relativas a la información mostrada

En este apartado se expone un listado de consideraciones relativas a conocer cómo se debe mostrar la información en un plano táctil:

- En general, la información en un gráfico tangible debe exponerse de manera multimodal, principalmente empleando de forma simultánea contraste de color, ayuda verbal y relieve, para, de esta manera, poder ser percibida por usuarios con restos visuales utilizando sus habilidades de exploración háptica y los restos visuales. Asimismo, el producto podrá ser empleado también por todo tipo de usuarios indistintamente de sus capacidades sensoriales.
- Un plano táctil debe contener menor cantidad de información que su homónimo visual y esta información debe mostrarse de manera sintética. El tamaño debe ser el adecuado al proceso de percepción háptica, ya que el tacto es menos agudo que el sentido de la vista (Schiff, 1982), y los detalles de tamaño pequeño, o aquellos que emplean geometrías complejas, se perciben con dificultad. En su defecto normalmente es preferible emplear elementos en relieve con formas abstractas simples, como círculos, esferas, cuadrados, cubos, triángulos, pirámides, etc., pues estas formas y contornos son fácilmente perceptibles mediante el tacto cuando tienen un tamaño adecuado, estimándose un 1 cm de lado como el valor mínimo a emplear (Comisión Braille, 2012).
- Es importante señalar que los elementos en relieve que se introducen en un plano deben exponer sus contenidos correspondientes dentro de éste de manera unívoca y que, por lo tanto, deben destacarse y diferenciarse de aquellos potencialmente similares, es decir, deben ser discriminables entre ellos. La discriminación de símbolos es un reto a resolver en cada plano táctil para evitar confusiones en el uso de éste.
- En relación al tamaño máximo de un plano táctil, se recomienda que éste atienda al área de barrido del proceso de exploración háptica, y que no exceda de 80 cm de ancho por 60 cm de alto (Comisión Braille, 2012). Este formato permite realizar la exploración háptica simultáneamente con las dos manos, mientras que un tamaño mayor impediría abarcar el plano con los dos brazos e incluso alcanzar los vértices del plano.
- La escala del plano se encuentra condicionada por el Braille, ya que la celda Braille no puede escalarse ni presentarse con otros tamaños más allá de los establecidos por la normativa anteriormente citada. Ahora bien, los elementos en relieve que componen el plano pueden modificar sus proporciones y tamaño para facilitar la percepción háptica, es decir, pueden hacerse más grandes o más pequeños (por ejemplo, para dar cabida en su interior a una etiqueta Braille). Se pueden emplear escalas normalizadas, 1:20.000 o 1:30.000, pero la regla fundamental es que la consistencia de la escala nunca debe impedir una lectura óptima del plano.
- Se pueden incluir alrededor de un máximo de quince elementos diferentes (texturas, símbolos, etc.) en el mapa, si bien es recomendable que el número sea lo menor posible.

## 2.2 Especificaciones relativas a los grafismos y relieves

En relación a los aspectos relativos a los grafismos utilizados y al uso de relieves, se pueden destacar las siguientes consideraciones:

- El relieve de un plano táctil debe realizarse incrementando la altura desde el plano principal evitando relieves bajo este plano en profundidad, tipo “surcos”, ya que estos últimos son más difíciles de detectar con la yema de los dedos.
- Existe cierta controversia sobre la elevación del relieve, o contraste de altura, y éste es otro aspecto fundamental. La altura mínima para identificar un elemento en relieve

algunos autores la estiman en 0,2 mm (Jehoel *et al.*, 2006). No obstante, para una localización efectiva en el plano y una percepción clara es preferible incrementar este valor, por lo que las recomendaciones generales proponen una altura mínima de relieve de 0,4 mm. En este sentido, Edman (1992) sugiere utilizar distintos niveles de altura en el plano táctil: un mínimo de 0,5 mm para el Braille; entre 0,5 y 1 mm para símbolos tipo texturas; 1 mm para líneas en relieve; y 1,5 mm para elementos puntuales.

- En la medida de lo posible el relieve debe presentar una geometría definida que muestre claramente y sin ambigüedades las propiedades geométricas del relieve.
- El código de lecto-escritura Braille debe seguir en su diseño la normativa específica al respecto (AENOR, 2009) en términos de tamaño, tipo de relieve y sintaxis.
- Se debe preservar un espacio sin relieve entre los contornos empleados en el plano de alrededor de 2 mm como mínimo, para así aislar el fenómeno o fenómenos a percibir y facilitar su localización y lectura, evitando solapamientos entre ellos.
- También es conveniente emplear la misma orientación del símbolo táctil en el plano y su correspondiente leyenda con el fin de evitar confusiones al tacto y facilitar la comprensión y correspondencia entre elementos idénticos.
- La tipografía visual debe ser claramente perceptible por alguien con visión reducida. Así, una tipografía de “palo recto”, tipo una fuente de letra Arial, es preferible al empleo de fuentes tipo Gótica o Times. En cuanto al tamaño, el mínimo a emplear en estas fuentes es de 38 puntos (Comisión Braille, 2012).
- La tipografía visual no debe emplear relieve ya que éste puede confundir e incrementar la complejidad del plano en su conjunto desde el punto de vista táctil.
- En el uso de tipografía visual junto con el Código Braille deben evitarse solapamientos entre ellos ya que el Braille distorsionaría el contorno del texto, dificultando su lectura.

### **2.3 Especificaciones relativas a las exigencias de su uso colectivo y de su ubicación**

En términos de uso colectivo y ubicación se deben señalar los siguientes aspectos a tener en cuenta, los cuales afectan tanto al propio plano como al elemento que lo sustenta:

- El plano táctil para uso colectivo debe presentarse con una inclinación y altura adecuada para poder emplearse con comodidad, lo que implica una altura de 85 cm y una inclinación máxima de 30 ° (Comisión Braille, 2012). Asimismo, debe permitir el acceso frontal de usuarios en silla de ruedas y esto supone dejar un espacio inferior libre de obstáculos, debajo de él, de más de 80 cm de altura y 90 cm de anchura.
- La situación del plano táctil en espacios colectivos no debe ser un obstáculo o ser una barrera física para el colectivo de personas con discapacidad. Debe situarse fuera del itinerario accesible previsto en las distintas normativas generales de urbanismo relativas a accesibilidad, y debe ser fácilmente localizable mediante el uso de contraste de color y pavimento táctil direccional.
- Los materiales y acabados empleados para un uso colectivo no deben ser tóxicos, deben ser resistentes a un uso continuado y agresivo y deben ser resistentes al desgaste y a la erosión provocada por el uso del tacto.
- Si el elemento táctil se emplea en exteriores, los materiales en los que está confeccionado deben ser resistentes a la radiación ultravioleta y a los distintos agentes climatológicos, así como no acumular agua ni suciedad en su relieve.
- Los volúmenes empleados en el plano táctil y su dispositivo de presentación (peana) deben evitar el uso de cantos vivos.

- El acabado superficial debe ser agradable al tacto y deben evitarse el uso de elementos brillantes que puedan molestar al usuario, impidiendo una correcta lectura al reflejar la luz directa del sol sobre ellos.
- En los planos táctiles expuestos en espacios públicos es recomendable emplear gamas de colores oscuros como fondo del plano ya que desincentivan el “grafiteado” provocado por los actos vandálicos. Por este mismo motivo es interesante emplear texturas tipo estrías en la peana de soporte para evitar las pintadas y los grafitis. Además, no debe estar confeccionado con materiales frágiles para que pueda soportar pequeños impactos tales como golpes con la mano, impactos de latas de refrescos y similares, e incluso el lanzamiento de pequeñas piedras.
- En su uso de exteriores se debe prever en la parte inferior de la peana de soporte la erosión provocada por el orín de los perros domésticos.
- El diseño del conjunto de la peana y plano debe atender también a aspectos que optimicen y faciliten la limpieza, mantenimiento y reposición. Así el material empleado también debe ser resistente a los agentes de limpieza, incluso a aquellos que pudieran resultar agresivos, tales como disolventes para pinturas y desincrustantes.

## **2.4 Especificaciones relativas al material y técnica utilizados para su fabricación**

La técnica utilizada para la materialización del gráfico tangible es la del producto Kersigns, cuyas características generales se han descrito en la introducción. Este tipo de gráficos presenta unas prestaciones muy adecuadas al uso exterior (Gual *et al.*, 2018).

Las especificaciones técnicas vienen limitadas por la capacidad del proceso de producción del gráfico tangible, y por los formatos y características de la baldosa de gres porcelánico que sirve como base para su elaboración. Los aspectos más relevantes a tener en cuenta desde este punto de vista son las siguientes:

- El formato máximo admisible por el proceso es de 90x60 cm.
- La altura máxima de relieve alcanzable es de 0,5 mm.
- Por la variabilidad del proceso a la hora de mantener niveles de altura homogéneos que permitan su discriminación háptica, no se recomiendan más de dos niveles de altura en los relieves, siendo una altura, la máxima, de 0,5 mm y la otra la mitad.
- En la solución cromática adoptada se ha de emplear un máximo de cuatro colores distintos. Además, el coste de realización del plano se incrementa según aumenta el número de colores. Por otra parte, se deberá consultar la gama de colores obtenibles, pues existen algunas pequeñas limitaciones al respecto en el caso de los pigmentos cerámicos.
- Es recomendable emplear como base para el diseño del plano una pieza de tonos oscuros, pues de este modo se resaltan mucho más los grafismos sin relieve.

## **3. Diseño del plano tangible fijo para uso exterior del campus de la UJI.**

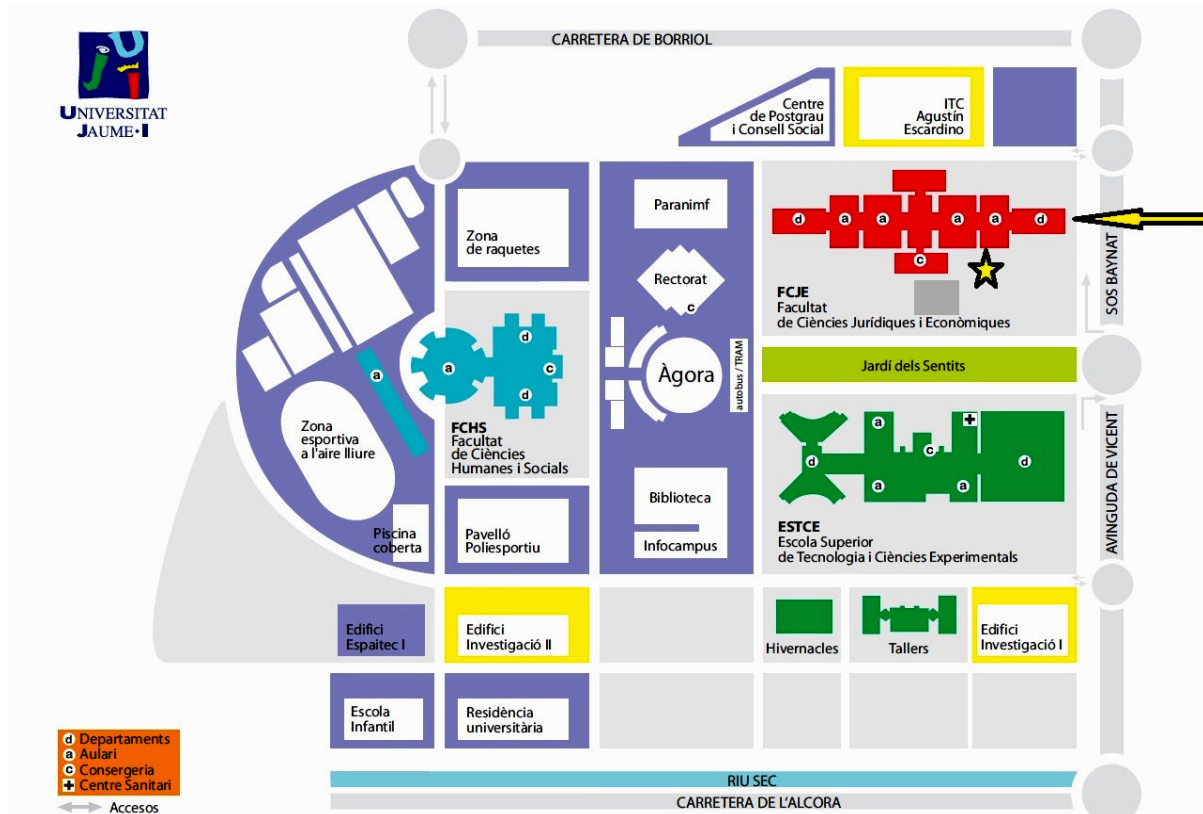
### **3.1 Aspectos generales**

En primer lugar, cabe indicar que existen dos tipos de mapas táctiles en lo que a representación del espacio se refiere: los que representan de forma fidedigna lo referente a geometría y a escala el entorno que tratan de describir, y los que se basan tan sólo en el recorrido para llegar a las distintas estancias o dependencias de un lugar, los denominados planos de movilidad (Edman, 1992).

En el caso del mapa proyectado en este trabajo se trata de un mapa basado en el recorrido, lo que se debe al tamaño del recinto a representar dentro del plano y a la complejidad de la geometría de ciertos puntos del campus.

El plano general del campus universitario de la UJI se muestra en la Figura 3. Dada la complejidad y tamaño del plano detallado y a escala del campus, se ha decidido mostrar dicha figura en un plano simplificado (de movilidad).

**Figura 3. Imagen simplificada del conjunto del campus universitario de la UJI en la que se aprecia la ubicación de los diferentes centros, servicios, accesos, etc.**



Respecto a la solución en relieve adoptada, a continuación se expone el modo en el que se han resuelto algunos aspectos singulares. Así, se ha simplificado la geometría de los contornos de los edificios a formas poligonales más sencillas. Además, en algunos de estos edificios la escala respecto a otros edificios y sus proporciones varían debido a que dentro de su contorno deben albergar texto que siempre vendrá dado en un tamaño de letra fijo.

En las imágenes mostradas en la Figura 4 se puede ver un ejemplo de cómo las geometrías de los contornos de los edificios varían desde una representación exacta a escala a la que se dará en el mapa táctil, tanto en el tamaño como en la distribución de dichos edificios.

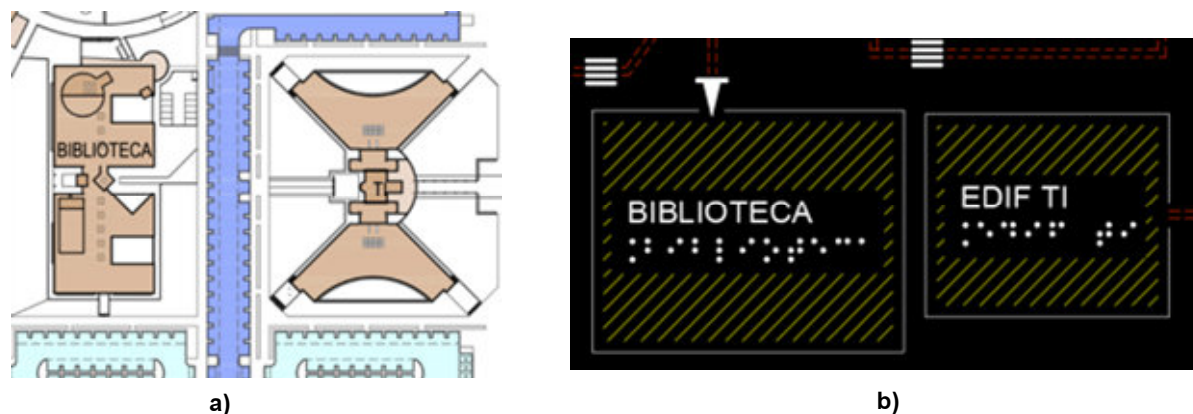
Algo similar sucede con los distintos caminos y recorridos que se pueden realizar dentro del campus para llegar a las distintas instalaciones que éste alberga. En primer lugar, el número de vías y caminos representados en el mapa táctil es notablemente menor que los que se pueden encontrar sobre el terreno. Esto se debe a que se han seleccionado las vías más fácilmente transitables para personas con deficiencia visual que deben hacer uso de un bastón blanco entre los distintos edificios. Además, con esto se consigue simplificar el mapa en lo referente a conseguir una exploración háptica más ágil y mejorar su comprensión.

Para ilustrar lo indicado, la primera imagen de la Figura 5 muestra cómo es la distribución de los caminos en la zona ajardinada central del campus y sus alrededores, mientras que la

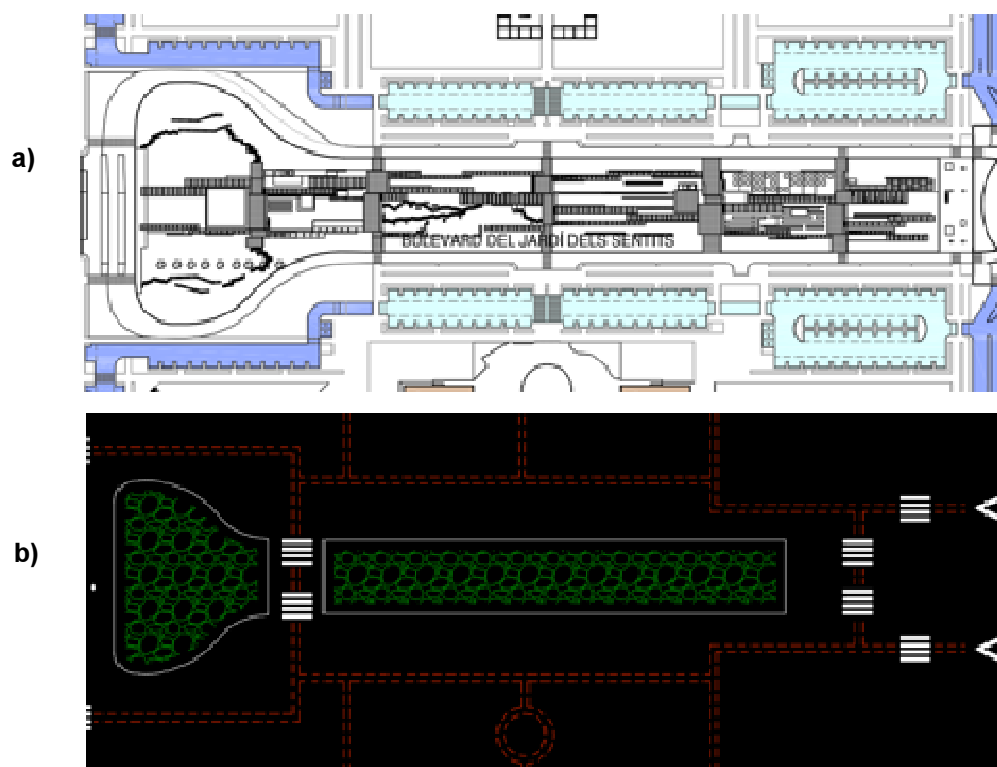


segunda imagen muestra el modo en el que esa zona vendrá representada en el mapa, apreciándose un número de vías y recorridos menor.

**Figura 4. a) Vista en planta de la biblioteca y el edificio TI del campus de la Universitat Jaume I representados a escala (facilitado por la Oficina Técnica de Obras y Proyectos de la UJI); b) Representación de la biblioteca y el edificio TI del campus en el mapa táctil.**

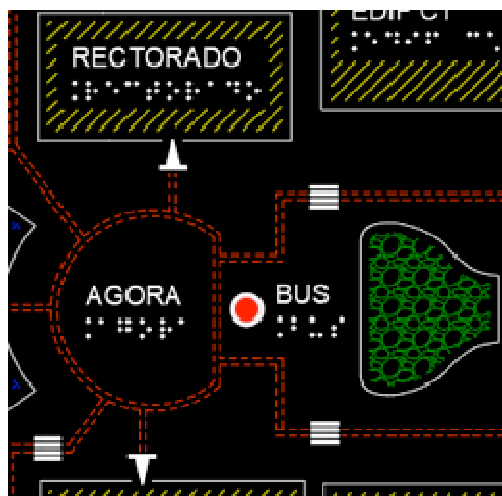


**Figura 5. a) Vista en planta de la zona ajardinada central del campus de la Universitat Jaume I (facilitada por la Oficina Técnica de Obras y Proyectos de la UJI); b) Representación de la zona ajardinada central del campus adoptada en el mapa táctil.**



Por otro lado, se debe tener en cuenta la orientación del mapa en su lugar de instalación. El posicionamiento de éste vendrá dado por la dirección a seguir a partir del punto donde se realiza su lectura. Un ejemplo ilustrativo de esto es el mostrado en la Figura 6. En este caso, tomando como base la posición del punto “Vd. está aquí”, el mapa estaría situado en la zona de la parada del autobús. Para que el mapa sea funcional, éste deberá estar orientado de tal manera que, al hacerse uso de él, la persona que está leyéndolo esté orientada mirando de frente hacia el rectorado.

Figura 6. Vista parcial de la información gráfica del mapa táctil de la UJI en el que el mapa se encuentra junto a la parada del autobús.

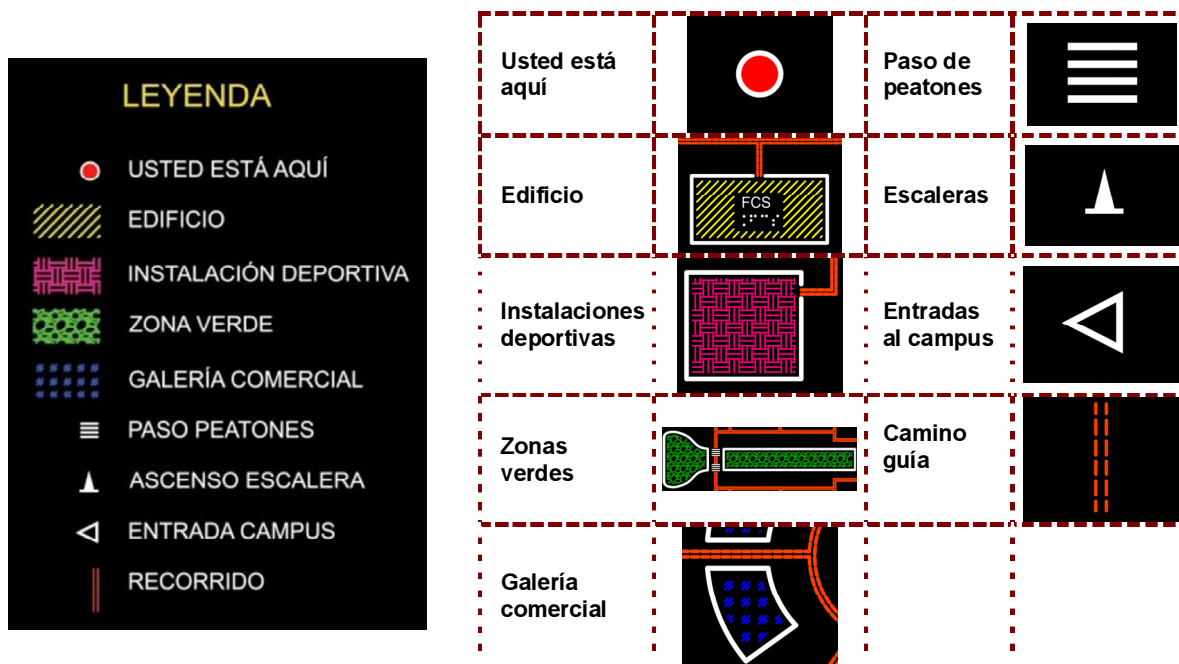


### 3.2 Elementos fundamentales del mapa

Las recomendaciones encontradas en la bibliografía indican que se pueden incluir alrededor de un máximo de quince elementos diferentes (texturas, símbolos, etc.) en el mapa; sin embargo, en este caso se ha decidido optar por el uso de un número menor con el propósito de simplificar el uso y facilitar su lectura, siendo nueve la cantidad utilizada.

Atendiendo a la consideración anterior, se ha realizado una selección de la información más importante a mostrar en el mapa. En la Figura 7 se muestra la leyenda resultante, en la que aparecen los diferentes elementos que engloba el mapa, además de un detalle de aplicación de cada uno de ellos.

Figura 7. Imagen con la leyenda en macrotipo mostrando los nueve elementos seleccionados que se han considerado más significativos, y un detalle de aplicación en el plano de cada uno.



Estos elementos se describen y a continuación:

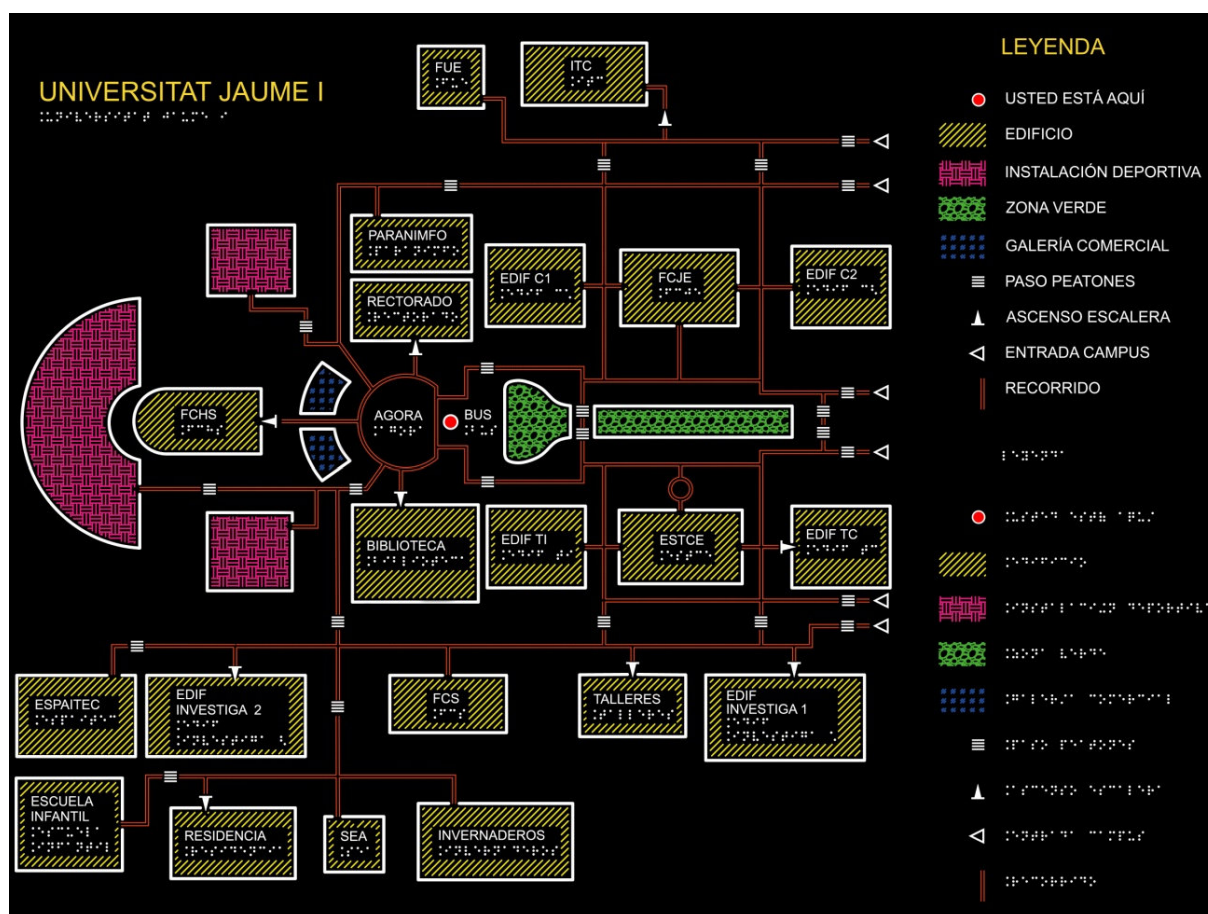
- *Símbolo Ud. está aquí.* Designa la posición actual dentro del recinto del usuario del mapa. En función del lugar en que esté colocado el mapa, la posición de dicho símbolo cambiará. Está formado por un círculo rojo, de 10 mm de diámetro, acompañado de una aureola en blanco, la cual le da máxima visibilidad con respecto del fondo del mapa.
- *Edificio.* Dentro de esta clasificación se encuentran los edificios relevantes de las instalaciones de la universidad, tales como facultades, rectorado, biblioteca, etc. A fin de simplificar el mapa y facilitar la comprensión de éste, el perímetro de los edificios se ha simplificado en figuras geométricas más sencillas. Estos edificios vienen representados con un contorno exterior definido por una línea blanca de 2 mm de grosor, que se verá interrumpida en las zonas del edificio designadas como entrada en las cuales terminará el camino guía. El interior del perímetro se rellena con una textura y en el interior de ésta se reserva un espacio en el que se incluye el nombre asignado para dicho edificio escrito en caracteres visuales y en caracteres de lectoescritura Braille.
- *Instalaciones deportivas.* En esta categoría se han englobado todos los edificios y dependencias pertenecientes a las instalaciones deportivas de la universidad. Vendrán representados, al igual que los edificios relevantes, mediante un contorno exterior definido por una línea blanca de 2 mm de grosor únicamente interrumpido por la zona de entrada. Debido a la complejidad y a la multitud de pequeños edificios e instalaciones que se dan en estas zonas, se ha optado por representar toda la zona interior únicamente mediante textura.
- *Zonas verdes.* Engloba la zona ajardinada de la parte central del campus. La representación de esta categoría se lleva a cabo igual que las zonas deportivas, tan solo cambiando el tipo de textura y su color para ser diferenciada de otras zonas.
- *Galería comercial.* Esta categoría reúne las dependencias del campus destinadas a tiendas y negocios. Su representación es igual que en el resto de zonas con textura.
- *Paso de peatones.* Este símbolo engloba todos los pasos de peatones entre los cuales discurren los cruces entre carretera y acera por la cual podrán circular los usuarios del mapa con deficiencia visual.
- *Escaleras.* Este símbolo representa todos los tramos ascendentes de escaleras que se puede encontrar el usuario a lo largo de todos los recorridos representados en el mapa.
- *Entradas al campus.* Este símbolo representa todas las entradas asignadas al recorrido para los usuarios con discapacidad. Tomando como punto de partida este símbolo, empiezan todos los caminos descritos por el camino guía.
- *Camino guía.* Formado por una doble línea de rayas paralelas. Este grafismo sirve para indicar el recorrido transitable del campus para los usuarios con deficiencia visual.

### 3.3 Mapa táctil resultante

Tras aplicar las especificaciones de diseño señaladas, y adoptando las soluciones expuestas en el apartado precedente, se ha desarrollado el plano táctil del campus de la UJI, cuyas dimensiones son de 80x60 cm. El resultado obtenido se muestra en la Figura 8.

Si se compara el plano resultante con el plano visual de la Figura 3 se puede observar, principalmente, la síntesis geométrica de la planta de los edificios, la clarificación de los recorridos en el conjunto del plano, la introducción de información en Braille y el apoyo de la leyenda para facilitar la comprensión de los contenidos.

Figura 8. Diseño final para el mapa táctil del campus de la Universitat Jaume I.



#### 4. Conclusiones.

En el presente trabajo se ha abordado el tópico de los gráficos tangibles orientados a personas con deficiencia visual, en concreto, se ha llevado a cabo el diseño de un plano táctil de movilidad para un recinto complejo y de gran tamaño como es el correspondiente a un campus universitario. Previo a iniciar el diseño de este plano táctil se ha llevado a cabo la recopilación, clasificación y selección de las recomendaciones de diseño a tener en cuenta para su desarrollo, de las cuales se ha realizado una exposición detallada. Estas recomendaciones han sido tomadas como lista de especificaciones a cumplir por el diseño a realizar. Como resultado de la aplicación de estas especificaciones se ha llegado a la solución final, la cual tiene un carácter integrador e inclusivo debido al empleo y combinación de recursos visuales y táctiles, los cuales amplían las posibilidades de uso y amplia el rango de usuarios beneficiarios..

Las aplicaciones de los planos táctiles Kersigns anteriormente llevadas a cabo correspondían a recintos más pequeños y sencillos. Mediante esta nueva aplicación, se ha demostrado que esta nueva técnica para la materialización de mapas táctiles es absolutamente viable para su aplicación a grandes y complejos recintos. Se espera que en breve la Universitat Jaume I aborde la instalación de estos mapas en distintas zonas del campus, por lo que en la actualidad se está procediendo a desarrollar diferentes diseños de peanas que puedan servir para su ubicación.

## Referencias

- AENOR (2009). *UNE 170002:2009: Requisitos de accesibilidad para la rotulación*.
- Amick, N. S., Corcoran, J. M., Hering, S., & Nousanen, D. (2002). *Tactile graphics kit. Guidebook*. Louisville, EE. UU.: American Printing House for the Blind, Inc.
- Bentzen, B. L., & Marston, J. R. (2010). *Teaching the use of orientation aids for orientation and mobility*. In W. R. Wiener, R. L. Welsh, & B. B. Blasch (Eds.), *Foundations of orientation and mobility* (Third ed., Vol. II, pp. 315-351). New York: American Foundation for the Blind.
- Comisión Braille Española. (2012). *Requisitos técnicos para la confección de planos accesibles a personas con discapacidad visual*. ONCE, Madrid:.
- Edman, P. (1992). *Tactile graphics*. American Foundation for the Blind, New York (USA).
- Gardiner, A., & Perkins, C. (2002). *Best practice guidelines for the design, production and presentation of vacuum formed tactile maps*. Tactile Diagrams Maps and Pictures Conference. <http://www.tactilebooks.org/tactileguidelines/page1.htm>
- Gual Ortí, J., Serrano Mira, J., Bruscas Bellido, G. M., Abellán Nebot, J. V., Guaita Delgado, L. (2018). *Obtención de gráficos tangibles cerámicos para uso colectivo e inclusivo*, 22nd International Congress on Project Management and Engineering, Madrid, 863-874.
- INE (2008). *Encuesta de discapacidad, autonomía personal y situaciones de dependencia (EDAD2008)*, Instituto Nacional de Estadística, Madrid.
- Jehoel, S., McCallum, D., Rowell, J., & Ungar, S. (2006). *An empirical approach on the design of tactile maps and diagrams: The cognitive tactualization approach*. *British Journal of Visual Impairment*, 24(2), 67-75.
- Kwok, M. G. (2005). *Guideline for tactile figures and maps*. Proceedings of GOTH-05 (Guidelines On Tactile and Haptic Interactions) (p. 43). Saskatchewan, Canada: USERLab, University of Saskatchewan.
- Lillo Jover, J. (1992). *Gráficos tangibles y orientación en el invidente*. *Psicothema*, 4(2), 429-444.
- Purdue Research Foundation. (2002). *Tactile diagram manual*. West Lafayette, IN: A Division of the Office of the Dean of Students. Purdue University.
- Rowell, J., & Ungar, S. (2003). *The world of touch: An international survey of tactile maps. Part 2: Design*. *British Journal of Visual Impairment*, 21(3), 105-110.
- Rowell, J., & Ungar, S. (2005). *Feeling our way: Tactile map user requirements – a survey*. International Cartographic Conference 2005 (ICC 2005), La Coruña.
- Schiff, W. (1982). *A user's view of tangible graphics: The Louisville workshop*. In W. Schiff & E. Foulke (Eds.), *Tactual perception: A sourcebook*. New York: Cambridge University Press.
- The Braille Authority of North America. (2011). *Guidelines and standards for tactile graphics, 2010*. [en línea]. <http://www.brailleauthority.org/tg/web-manual/index.html>