

# Zapato *Sandra*



## Trabajo Fin de Grado

INGENIERÍA DE DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO

Diseño de artesanía que incorpora tecnología de electrónica creativa



*Agradecimientos a mis compañeros  
del proyecto 5sentints.*

*A Character Maker, por su ayuda en todo  
lo relacionado con la electrónica. Por su  
paciencia.*

*A los artesanos Jose y Toni, por su  
dedicación y simpatía en todo momento.*

*A Manolo Martínez, por guiarme.*

# Índice

---

<b>1. Objeto del proyecto</b>	<b>Pág. 7</b>
1.1. Contexto	Pág. 8
1.2. Briefing	Pág. 9
<b>2. Moda</b>	<b>Pág. 11</b>
2.1. Indumentaria fallera	Pág. 14
2.2. Moda Italiana	Pág. 16
2.3. Tecnología en la moda	Pág. 18
2.3.1. Fastech	Pág. 19
<b>3. La historia del calzado</b>	<b>Pág. 23</b>
3.1. Calzado fallero	Pág. 29
3.2. Industria del calzado	Pág. 30
<b>4. El estado del arte</b>	<b>Pág. 35</b>
4.1. Wearables	Pág. 37
4.1.1. Wearables y los sentidos	Pág. 42
4.2. Calzado wearable	Pág. 45
<b>5. Mercado</b>	<b>Pág. 49</b>
<b>6. Tecnología aplicada</b>	<b>Pág. 57</b>
6.1. Placa base	Pág. 59
6.2. Pila - Método de alimentación	Pág. 60
6.3. Led's	Pág. 61
6.4. Acelerómetro	Pág. 62
6.5. Hilo conductivo	Pág. 63
6.6. Esquema electrónico	Pág. 64
<b>7. Ideas principales</b>	<b>Pág. 66</b>
7.1. Descubrimiento	Pág. 68
7.2. Interpretación	Pág. 70
7.3. Ideación	Pág. 71

<b>8. Prototipado</b>	<b>Pág. 73</b>
8.1. Materiales y procesos	Pág. 74
8.2. Construcción	Pág. 75
8.2.1. Construcción piezas especiales	Pág. 79
<b>9. Evolución</b>	<b>Pág. 83</b>
<b>10. Presupuesto</b>	<b>Pág. 87</b>
10.1. Scandallo	Pág. 88
10.2. Precio venta al público	Pág. 89
<b>11. Bibliografía</b>	<b>Pág. 93</b>
<b>12. Anexo: bocetos, vistas y patrones</b>	<b>Pág. 97</b>
<b>13. Anexo II: fichas técnicas</b>	<b>Pág. 105</b>



A stylized illustration of a hand in shades of grey and white, holding a bright yellow object. The hand is positioned on the left side of the page, with the fingers curled around the object. The background is plain white.

**1**

# **Objeto del proyecto**

# 1.1. Contexto

Este proyecto surge a partir de la necesidad de querer formar parte de la Roma Maker Faire que se celebrará del 1 al 3 del próximo mes de diciembre. Maker Faire es el espectáculo mas importante del mundo de la innovación. Es un evento rico en invención y creatividad que celebra la cultura del "hazlo tu mismo" en un ámbito tecnológico. Es el lugar donde maker y apasionados de cualquier edad se encuentran para presentar los propios proyectos y compartir los propios conocimientos y descubrimientos. Esta feria nace en el 2006, y desde entonces ha seguido creciendo hasta convertirse en un punto de encuentro de eventos puntuales e independiente. Es un evento que une ciencia, fantasía, tecnología, entretenimiento y negocios dando vida a cualquier cosa completamente nueva. Es un lugar donde negocios, educación y consumidores se mezclan y crean una mágica alquimia: se enseña, te diviertes y haces negocios.

Maker Faire Rome es una manifestación nacida para satisfacer un publico de curiosos de todas las edades que quieren conocer de cerca y experimentar las invenciones creadas por los makers. Ideas que nacen de la voluntad de resolver pequeños y grandes problemas de la vida cotidiana.

Maker Faire Rome puede encontrar invenciones en el campo de la ciencia y la

tecnología, la fabricación biomédica, digital, internet, la comida, el clima, la automatización e incluso nuevas formas de arte, música y artesanía. Es una forma de percibir de cerca cómo será el futuro que nos espera.

El proyecto que se plantea para llevar a esta feria se llama 5sentits. Este esta compuesto por cinco productos, todos ellos elaborados de forma artesanal y con pequeñas tecnologías que tenemos a nuestro alrededor que incrementan su valor. Cada uno de estos productos esta destinado o bien a potenciar un sentido, o bien su característica principal esta directamente conectada con uno de ellos. Entre los cinco productos que presentamos, hoy se va a exponer aquel que esta directamente relacionado con la vista.

Además, no trabajamos con objetos cualquiera, sino que se trata de buscar una conexión entre productos italianos y españoles, más concretamente con los valencianos.

Los prototipos y primeras pruebas del producto se realizan en el FabLab, ahora instalado en el polígono de Alboraya. Este es un acrónimo de inglés Fabrication Laboratory, y es un espacio de producción de objetos físicos que agrupa máquinas controladas por ordenadores.



## 1.2. Briefing

Por todo lo nombrado anteriormente, el producto que se propone es un zapato de fallera, típico del siglo XVIII, que introduce pequeños elementos tecnológicos relacionados con el e-textil. Con esto, encontramos ya la conexión entre ambas culturas, ya que es un calzado que se usaban los reyes y la alta nobleza. No se busca un producto que tenga unas ventas inmediatas, sino tratar de experimentar con los límites de percepción y adaptación que tiene la gente al relacionar elementos de tradición y vanguardia. Este producto está dirigido principalmente a mujeres, por el tipo de calzado que es, pero también a toda esa gente diseñadora, emprendedora, que juega con los límites de lo normal para conseguir cosas extraordinarias. Se busca causar un impacto. Como hemos dicho, este producto estará expuesto en la feria de Roma, por lo que gente de todo el mundo podrá acceder al mismo. La tecnología esta cada vez más presente en nuestras vidas, y no podemos cerrarnos a ningún tipo de propuesta.



A collection of fashion design sketches on the left side of the page. At the top, there are blue fabric-like shapes, possibly representing a hat or a garment detail. Below them is a sketch of a woman's face in profile, looking towards the right. Further down is a sketch of a woman's torso and a long, flowing, pink and red dress with a fitted bodice and a full skirt. The sketches are rendered in a loose, artistic style with visible pencil or charcoal lines and some color washes.

**2**

# Moda

## 2. Moda

El término moda, del latín *modus*, en su significado más amplio indica una elección. Elegir el estilo de vestir implica incluirse en una clase social, así como encajar dentro del referente socio-cultural sincronizado con nuestro tiempo y lugar. Esta elección difiere según el contexto social ajustado a normas de moda imperantes. Las características para la elección de una prenda varían desde las básicas de protección y calidez, las subjetivas como la atracción, llegando a la más importante, un sentido de pertenencia (Nicola Squicciarino, Enciclopedia Europea, 1990). La moda provoca el reflejo crítico antes que el estudio objetivo, se la evoca para fustigarla, marcar distancias, deplorar la estupidez de los hombres y lo viciado de sus asuntos: la moda son siempre los demás. Estamos sobre informados por crónicas periodísticas y subdesarrollados en materia de inteligencia histórica y social del fenómeno.

El público trata de combinar la tendencia de igualdad social, difundida por la democratización del vestir, con el deseo personal de diferenciación en esferas de actividad social.

El consumismo moderno se entiende en estrecha relación con el deseo continuo por lo nuevo. La velocidad industrial de producción acelera novedades que no son más que mejoras de lo anterior, dejando presente lo nuevo frente a lo gastado. Esto provoca devaluaciones inmediatas en productos recién estrenados.

La transformación del sistema de moda, a raíz de los perfeccionamientos tecnológicos en la industria de la indumentaria, se extiende a partir del desarrollo de la producción

en serie. Mediante modelos de negocio bianuales, el *prête-à-porter* o *ready to wear*, producen industrialmente moda accesible para todos y han evolucionado hacia un "tecnomercado" delimitado por el pronto moda o *fast fashion* de retail semanal. La época del "a medida" ha sido superada.

El contexto experimental del vestir se impulsa a través de la cultura maker. Es una cultura de aprendizaje a través del hacer en un entorno social. De enfoque participativo, sus prototipos experimentales se suelen producir en comunidades o *Fab Labs*, de carácter individualizador, impulsan un desarrollo sostenible productivo y emergen como respuesta al consumismo actual.

Las transformaciones organizativas, sociales y culturales han sacudido el sistema de la moda, promoviendo la moda abierta, en perfecta concordancia con una sociedad abierta como ya adelantaba Lipovetsky (1990). Se han instaurado una yuxtaposición de estilos, donde se puede acceder a una moda a la carta, gracias al comercio electrónico y la venta on-line, provocando así una autonomización del consumidor frente a la idea de tendencia, fenómenos miméticos o la imposición estilística de grandes marcas.

Las consideraciones económicas previas propagan diversas consecuencias en la sociedad, debido a los problemas que implica costear el acelerado ritmo productivo. Si compras una prenda de ropa, lo haces a sabiendas de que ésta no durará más de un año, unos meses o después de la tercera lavada será un desecho. Y es que, el sistema empresarial existente del pronto moda, opera bajo un esquema acelerado llamado moda rápida o *fast fashion*.



Esto consiste en vender ropa de baja calidad a precios accesibles para que el consumidor pueda comprar en mayor cantidad y frecuencia.

Existen modelos de negocio como Zara o H&M que sacan hasta 57 colecciones al año, en vez de 2 o 4 colecciones de diseños planeados y más originales. esto ha afectado a la comunidad productiva textil en lo que se refiere a costear el rápido orden de consumo. Esto conlleva una serie de consecuencias negativas. Un presente social de actividades éticas dudosas, materiales de baja calidad, y ropa de deshecho continua contaminando el planeta. Pero sobretodo, la pérdida de subjetividad como expresión vestida.

Delimitado por la regla de producir mucho, rápido y barato, la sociedad textil industrial existente continúa la actividad sistemática instaurada por un sistema de consumo, basado en la obsolescencia programada. Con el fin de que las ventas aumente mes a mes, las grandes empresas aprovechan los vacíos legales en materia laboral y ambiental para operar en países tercermundistas y así reducir al máximo los precios. La consecuencia directa es una moda barata deshumanizada, con talleres clandestinos y una falta de ética que impera el sector.

La sociedad delimitada por el principio del consumo de remplazo en el vestir, se

haya sumida una demanda para se que se cree una necesidad de sustitución. La ropa se gasta a una mayor velocidad, ocasionando una causa incontestable de cambio.

Hoy en día, consumimos un 400% más ropa de lo que lo hicimos hace dos décadas. Esto es debido que cambiamos más rápido y más barato. Se precisa la evolución hacia un modelo más sostenible y más lento para la moda, sobre el verdadero coste para la gente y el planeta, en lugar de definir el éxito únicamente por ganancias de la línea de fondo.

A lo largo del último siglo, los cambios en el vestuario han evolucionado del tradicional "hecho por encargo" al actual producto en masa de talla estándar y de precio fijo. Lo normal es que la ropa se diseñe en un país, se confeccione en otro, y termine vendiéndose por todo el mundo.

En este momento de moda rápida ha cambiado la industria por completo, ocasionando la conducta del consumo insostenible, hecho que precisa de volver a una vida del producto desacelerada.

La moda sostenible busca una nueva conexión emocional con el consumidor. Un ciclo de vida duradero en el vestir añade sostenibilidad a las prendas, hechas de materiales de calidad y diseños atemporales que nunca pasen de moda.

## 2.1. Indumentaria fallera

Cuando las Fallas empezaron su existencia, aproximadamente desde el siglo XVIII, eran un simple festejo de la víspera de San José que organizaban grupos improvisados de vecinos. Éstos, que solían ser hombres, iban vestidos como cualquier otro día dada aún su escasa importancia en la sociedad valenciana. Y sin traje “fallero” siguieron hasta los años 1920, en que por fin la mujer tiene un papel visible en la fiesta fallera, aunque fuera solamente honorífico.

El año 1929 supuso un punto de inflexión de la fiesta ya que, por primera vez, una mujer tenía el papel de representar las Fallas de Valencia. Fue Pepita Samper, la primera miss España (“señorita España” se decía entonces), la que realizó las funciones de las actuales fallera mayor de Valencia al ser valenciana. Para ello se vistió con un “traje de labradora valenciana”, convirtiéndose en la primera persona de la fiesta que llevaba una indumentaria específica para la misma. Dicho vestido, que aún se conserva en el Museo de la Ciudad de Valencia, fue la base de muchos otros que utilizaron las falleras.

En efecto, la aparición del cargo honorífico para las mujeres en las Fallas (llamada reina fallera en 1931, belleza fallera en 1932 y fallera mayor de Valencia desde 1933) supuso la necesidad de implantar una indumentaria específica para ellas, que fue ese traje inspirado en el utilizado por las labradoras valencianas. Las primeras representantes de las Fallas de Valencia también utilizaban el “traje de miss” (uno elegante y contemporáneo) en actos oficiales, lo que no es de extrañar porque el propio

cargo es un cruce entre la figura de miss y la de reina de Jocs Florals; ello ocasionó la vacilación entre la imagen de una y otra.

No obstante, el moderno traje de miss desapareció pronto de las reinas falleras quedando el “tradicional”, el cual empezó a usarse por el resto de falleras, en especial desde los años 1940 por la generalización del cargo de fallera mayor (y sus actos asociados, como la exaltación) y la aparición de actos multitudinarios como la Ofrenda de Flores a la Virgen de los Desamparados (1945) o la Crida (que aunque existía de antes, toma su fisonomía actual en 1954, primer año en que se realiza desde las Torres de Serranos). El traje, aunque inspirado en el tradicional de la huerta valenciana, estaba condicionado más por estereotipos y la moda de cada momento, que por seguir la tradición. Y aún así fue el icono habitual en carteles festivos como los de la Feria de Julio y las Fiestas de Mayo, donde se buscaba una imagen localista y folklórica.

Y mientras la mujer tenía su traje “de fallera”, el fallero seguía usando uno de calle, que en actos oficiales solía ser el de chaqueta y corbata. Los tradicionales de saragüell y torrentí solo se utilizaban en contadas ocasiones como las cabalgatas, por lo que no se podía hablar de indumentaria masculina para la fiesta. No fue hasta 1954 cuando apareció un “traje de fallero”, inventado por Junta Central Fallera como una especie de uniforme negro y que entonces fue llamado “traje de labrador de gala”.

Era una especie de transformación de piezas tradicionales: chaqueta corta de raso negra, camisa blanca, faja de color (el color dependía del cargo del fallero) de la que colgaba un sombrero de red con borlas, pantalones largos negros y espardenyes.

Así pues nos encontramos con que en los años 1960, falleros y falleras tienen su "uniforme". Con ello, el franquismo pretendía supuestamente ocultar las clases sociales y mostrar iguales a todos los participantes de la fiesta, algo que también se hizo en otras celebraciones españolas. Fue también la época en que España vivió un boom

económico en el que era más importante lo moderno que lo antiguo, lo que transformó el traje de labradora haciéndolo menos tradicional, pasando a llamarse "traje de fallera" entre el colectivo de la fiesta.



Vestimenta fallera 2018

Con el tiempo se ha ido valorando más la indumentaria tradicional y el traje negro de fallero se fue abandonando poco a poco entre los hombres, imponiéndose los de saragüell y de torrentí. Ahora bien, también surgió un nuevo "traje de fallero" con pantalón largo de rallas y chaleco que, aunque algo más basado en la tradición que el negro, no dejaba de ser una invención actual.

Por su parte, las falleras se empezaron a preocupar más por ser fieles a los trajes del siglo XVIII o del XIX, pero las modas y los intereses comerciales muchas veces desvirtúan esta intención. Por ejemplo, en aquellos siglos no se utilizaban escotes

generosos, ni lentejuelas, ni faldas tan cortas como las que se estilaban en los años 60, ni con tanto vuelo como se ve en la actualidad. En el siglo XVIII se llevaba un solo moño -costumbre que quiso recuperar Junta Central Fallera y que no tuvo éxito-, un cuerpo ajustado y una falda con vuelo natural, mientras que en el XIX el vestido era sencillo, sobrio y con toquilla. Es decir, que las falleras no siempre visten fieles a los modelos antiguos; no obstante, hoy en día hay indumentaristas que además son estudiosos de la vestimenta antigua valenciana, y recomiendan lo que consideran que es correcto según los datos históricos (aunque luego que lo quiera así el cliente es otra cosa).

## 2.2. Moda italiana

A fines de la época medieval, la vestimenta va adquiriendo en Italia características propias. Hacia el siglo XIII, la túnica masculina, que era amplia y larga, se va acortando y cubre solamente las rodillas. A veces, la túnica caía derecha y

otras se sujetaba con un cinturón, dejando un faldellín debajo de la cintura. Los varones usaban calzas largas, hechas al sesgo, con ligas de oro y adornos con joyas. Tanto las mujeres como los hombres gustaban de las telas suntuosas, como sedas, brocados y terciopelos de color escarlata, azul, verde o púrpura. En esa época, los brocados de la isla de Sicilia eran considerados los más bellos del mundo. Se usaban amplias capas flotantes que en invierno llevaban adornos de pieles, siendo las de armiño las preferidas por los príncipes o jefes de Estado.



Perugia sandals 1928





French shoes 1690-1700

La cabeza de los hombres estaba protegida por una capucha que, por lo general, terminaba en una punta muy larga que se envolvía en el cuello, en un brazo o en torno de la cabeza, a modo de turbante. Pero esto era sólo privilegio de los nobles. Al regresar de Tierra Santa, los cruzados trajeron a Occidente telas y accesorios usados en los países orientales con los que habían estado en contacto. En Europa, y principalmente en Italia, se pusieron de moda bolsos, zapatos, guantes y cinturones ricamente bordados. En las telas se aplicaban perlas, lentejuelas y bordados de estilo persa. Hacia el siglo XIV comenzaron a usarse prendas divididas en cuartos y mitades; cada parte tenía colores contrastantes e inclusive cada media o cada zapato era de color distinto. El calzado era suave y flexible, de cuero o de terciopelo, con bordados en colores y aplicaciones de oro y piedras preciosas. Las puntas de los zapatos de los hombres eran tan alargadas que hasta se llegó a sujetarlas en lo alto por medio de cadenitas. Cuando hablamos de la historia del calzado en el siglo XX no podemos dejar de mencionar a los principales creadores, italianos, franceses y un británico radicado en EEUU: Perugia, Ferragamo, Jourdan, Vivier, y David Evins. La influencia italiana ha sido y es aún muy poderosa debido a su diseño impecable y excelente terminación.

## 2.3. Tecnología en la moda

Vivimos en un contexto global de transformaciones en todos los órdenes sociales, y la moda está agrupándose bajo otros parámetros experimentales provenientes del sector tecnológico. Un acceso mayor a la información y los adelantos en las tecnologías interactivas comienzan a sacudir la industria, y en consecuencia, algunos diseñadores actúan trazando nuevos procesos para realizar ropa. Esta experiencia a través de los diversos campos tecnológicos, es la que se utiliza en el presente contexto para trazar un mapa conjunto sobre el futuro de la moda.

A partir del uso de las nuevas tecnologías, impera contestar la pregunta que nos formulaba David Dworsky (2014), en el reputado documental "The Next Black", sobre el futuro de la industria de la moda. "¿Cuáles son las tendencias, tecnologías e innovaciones que tendrán un impacto en lo que usamos dentro de 50 años?. Una visión de futuro en la industria del vestido promoverá cambios revolucionarios en la industria. [...] De la misma manera que los teléfonos se han convertido en los teléfonos inteligentes, la ropa puede convertirse en smartclothes, tan sólo dentro de 5, 10, 15 años podremos verlo." (Dworsky, 2014).

Nos encontramos en un tercer tiempo, tras la alta costura y el modelo básico del *prête-à-porter*, llega el momento de las micromodas, una especie de ilusión óptica tras las variaciones del sector, que verdaderamente se han consolidado como rotaciones o sucesiones regulares de formas. Es a partir de aquí donde esas micromodas van a conducir cada una, a un componente o avance tecnológico clave en su ADN.

Mediante este entorno se tratará de ofrecer una visión sobre el verdadero impacto de las nuevas tecnologías en el sistema de la moda. No estamos hablando de eficiencia técnica, en virtud de una fuente continua de renovación de necesidades de consumo. Sino de nuevos acontecimientos digitales, que moderan la evolución de su relación con las funciones físicas del cuerpo y no condensados bajo su estética.



**Tecnología y moda**

El espacio digital, revolucionará el comercio mundial, la vida doméstica y un nuevo modelo de ciudad. Dentro de un entorno de creatividad e innovación, emerge el laboratorio digital, que establece las bases para la experimentación con nuevos materiales y procesos a través de un prisma tecnológico que aborda la innovación y el espíritu empresarial. Surgen nuevas formas de producción que combina los métodos tradicionales y las nuevas herramientas digitales (como se explicará posteriormente sobre nuestro producto).

## 2.3.1. Fashtech

La intersección del diseño, la moda, la ciencia y la tecnología describe una nueva Tecnología de Moda o Fashion Technology, término que acuñó en el año 2000 Sabyne Saymour. La ropa tiene funciones sociales, psicológicas y físicas. Y es a través de la tecnología, donde Saymour indica como las funciones de la ropa pueden ser mejoradas, junto a nuevos horizontes que se definen en el espacio virtual. "La tecnología y la moda no son tan distantes entre sí como podría parecer a primera vista. La trama de una superficie textil se corresponde con el 0 y el 1 de la lógica binaria de los circuitos de ordenador". En definitiva, se trata de soluciones tecnológicas que tienen relevancia para el desarrollo del producto moda, incluyendo el tratamiento creativo de los conceptos de productos, materiales y colores. Incluyendo la optimización de ajuste de prendas de vestir y el tamaño, así como, la gestión de las relaciones proveedor / comprador a través del avance en productos 3D emergentes. La integración del CAD al 3D, unida a la exploración del cuerpo, incrementa las oportunidades de personalización del producto.

La moda de wearables tiene un gran potencial expresivo que se amplifica mediante el uso tecnológico. Las posibilidades ilimitadas para la personalización dinámica inmediata de la ropa son fascinantes, y la experimentación actual en el área está mostrando una gran promesa. "Hoy en día, los wearables en moda son mediadores de la información y amplificadores de fantasía"

El concepto "atelier" de costura está cambiando, comienzan a emerger nuevos espacios de trabajo en moda tecnológica, a imagen de laboratorios. Espacios



**Vestido anemone Lady Gaga 2014**

híbridos unidos bajo la dicotomía de la tradición y vanguardia. Estos lugares están compuestos por zonas donde máquinas de coser y mesas de corte se fusionan productivamente con impresoras 3D, programación, codificación o electrónica

Nancy Tilbury, es diseñadora de moda tecnológica en el atelier Estudio XO, en el exploran el arte del diseño a modo de la ciencia ficción. Empiezan la narración de un nuevo proyecto imaginando un mundo de ciencia- ficción, adaptándolo a la realidad. Su estudio es pionero en la fusión entre la tecnología y la moda. Trabajan en lo que ellos llaman experiencias de alta costura digital, significa crear prendas interactivas que evolucionan. El objetivo es llevar esas ideas y conceptos a la calle. Inicialmente mediante la fashtech se están creando prendas extravagantes al gusto de cantantes como Lady Gaga y su vestido anémone, que cobra vida soltando burbujas y formando estructuras. Convierten la narración proyectual imaginada en una máquina y van creando las piezas que ensamblan al vestido tecnológico.

Con sede en Londres, el estudio XO trabaja en la intersección del arte, la tecnología y la moda.

Hoy crean piezas interactivas para estrellas como Lady Gaga, pero se imaginan un futuro en tecnología digital junto a prendas ponibles que golpearán la corriente principal del estilo personal.

“Creo que nuestra relación con la ropa en 20 años va a ser muy interesante, la moda vendrá dictada a través de la digitalización. Un día vestiremos la superficie de un ordenador sobre nuestros cuerpos. Ésta es la futura revolución de la moda, y desde el estudio XO imaginamos un futuro donde la microinformática aplicada a la ciencia, transforma las fibras. Me pregunto si incluso vamos a llevar ropa, o si vamos a tener plenamente piel digital. No creo que la moda, esté preparada para la computación mecánica y el diseño híbrido, pero se acerca como un tsunami, surgiendo de la nada.” (Tilbury, 2014).

Durante siglos, se diseñaba una prenda textil en función de las fibras conocidas en ese momento, dependiendo de la fibra empleada la mayoría de las propiedades de la prenda resultante.

Sin embargo, desde finales del siglo XIX, el textil ha sufrido grandes cambios a una velocidad sorprendente, con un profundo impacto en nuestras vidas.

En la actualidad los textiles pueden ser diseñados para aplicaciones específicas, con lo que es posible definir la aplicación para la que se concibe el textil y, en base a ella, concretar las características y prestaciones de éste, y, en función de esas exigencias, elegir el material textil más adecuado de entre la amplia oferta existente.

Se conocen como textiles inteligentes todos aquellos capaces de alterar su naturaleza en respuesta a la acción de

diferentes estímulos externos, físicos o químicos, modificando alguna de sus propiedades, principalmente con el objetivo de conferir beneficios adicionales a sus usuarios. Algunos de estos materiales son conocidos desde hace años, pero la mayoría son de reciente aparición.

Entre ellos los hay de muchas clases, por ejemplo, que proporcionan calor o frío, o que cambian de color, con memoria de forma, que protegen de los rayos ultravioleta, que combaten las bacterias, o que regulan la distribución de perfumes (aromas), o de cosméticos, de medicamentos, etc. Habitualmente se clasifican en tres categorías:

1. Pasivos: mantienen sus características independientemente del entorno exterior (sólo “sienten” los estímulos exteriores).

2. Activos: actúan específicamente sobre un agente exterior (no sólo “sienten” el estímulo exterior sino que reaccionan ante él).

3. Muy activos: este tipo de tejidos adaptan automáticamente sus propiedades al percibir cambios o estímulos externos.

Normalmente, cuando vas a una tienda en busca de indumentaria te fijas en el diseño, la composición de la tela, el color, la talla y el precio de la prenda. Ahora, y sobre todo dentro de unos años, también tendrás en cuenta su funcionalidad: los textiles inteligentes propician ropa que supervisa la salud, mide los movimientos y un sinfín de funciones que prometen revolucionar nuestras vidas.

¿Qué pasa si una camiseta puede medir las funciones vitales? O, ¿qué pasa si las cortinas de tu casa pueden medir altas concentraciones de algún gas peligroso? Estos casos parecen futuristas, pero son tecnologías que se están desarrollando ahora mismo en el ámbito de los tejidos electrónicos (e-textile) en la Universidad de Carolina del Norte.

Añadiendo este tipo de tecnología a los tejidos, conseguimos añadirles valor. Sin embargo, dado que la industria textil trabaja con bajos costes y alta escalabilidad (adaptación con el paso del tiempo sin ningún tipo de pérdida), las tecnologías que permiten la integración de las funciones electrónicas en los textiles deben satisfacer estos dos requerimientos.

Las telas que interactúan con la piel han salido de los laboratorios y ya están en nuestras vidas. Se pueden comprar vaqueros que hidratan, perfuman y adelgazan, y camisas y camisetas inmunes a los líquidos con las que no importa que te derrames el café.

Existen tejidos que reaccionan a los estímulos del entorno. Nos referimos a las prendas que cambian de color según la luz o la temperatura o también cuando se mojan gracias a los tejidos hidrocrómicos, como los de Pepa Salazar, ganadora por ello del premio Samsung Ego.

También pueden usarse para conseguir caminar erguidos o sentarnos correctamente. Esto se consigue con tejidos inteligentes como el de las mallas Nadi: por fuera no se distinguen de las convencionales, pero, cuando no ejecutas bien una postura, generalmente dirigidas hacia el yoga, te avisa con vibraciones (la frecuencia y la duración de estas varían en función de la posición del cuerpo y el ángulo). Esta prenda está vinculada a una 'app' en el 'smartphone' en la que quedan registrados los movimientos. De momento, no se venden pero la 'app' llegará a final de año.

Se está investigando en telas con estructuras textiles capaces de actuar como sensores que controlan parámetros fisiológicos y ambientales (ritmo cardíaco, respiración, temperatura...). También con biofibras que favorecen la cicatrización de la piel, dilatan los vasos sanguíneos o neutralizan la electricidad estática para eliminar el estrés y dormir mejor, como la sábana bajera antiestrés de Zazen.

Otro tipo de uso, con un gran éxito sobretodo para los niños, son las telas que no se manchan. Se trata de fibras tratadas con aprestos sustancias con las que se impregnan, basados en fluocarburos no volátiles y que, por ello, no son agresivos para el Medio Ambiente. Si les cae aceite, se limpian con un trapo sin dejar señal alguna porque en realidad, al apresto ha impedido el contacto.

Como puede comprobarse, es un campo de aplicaciones ilimitadas. Si se utilizan medicamentos o productos antibacterianos se obtienen tejidos terapéuticos o preventivos. Si se tratan con perfumes o cosméticos, se consigue ropa perfumada, e incluso en un futuro no muy lejano autobronceadora.

El proyecto Jacquard, impulsado por Google en colaboración con Levi's, experimenta con prendas que se convierten en superficies interactivas capaces de reaccionar a los gestos de los usuarios y comunicarse con el entorno. Para ello crean telas que mezclan hilos conductores con los naturales e integran componentes electrónicos en miniatura.

Por último, también destacan los tejidos reciclables y sostenibles con el medio ambiente. Este tipo moda cada vez gana más adeptos y las firmas lo saben. Son tejidos de 100% algodón orgánico 'premium' con certificado GOTS y serigrafiadas con tintas ecológicas de certificado OEKO-TEX, producidos bajo los estándares ecológicos. Otras prendas están fabricadas con materiales reciclados -como las de la empresa española Ecoalf-; a veces se componen de materias primas renovables, por ejemplo derivados de plantas (y no del petróleo) para reducir el impacto ambiental, reducir las emisiones y eliminar residuos en los lugares de fabricación.





**3**

# Historia del calzado

### 3. Historia del calzado

La primera prueba indirecta de calzado primitivo tiene 40.000 años, cuando empezó a cambiar la estructura ósea del dedo meñique. Este primer tipo de calzado cubría los dedos y estaba hecho de cuerda de cáñamo. Tiempo después, hace 5.000 años, se vieron los zapatos de tipo mocasín hechos con cuero y rellenos de heno para conseguir una mayor comodidad.

La estética del calzado fue variando con el tiempo y las necesidades de cada época. Con muestras del siglo XVI como el chapin, comprendemos que las mujeres siempre han experimentado el deseo de mantenerse erguidas y seguras de sí mismas. La altura de este tipo de calzado a veces era exagerada (hasta los 50 cm) y pronto demostró ser poco práctica.



Calzado XVI - Chapin

Otro rasgo de moda renacentista fueron los zapatos à la poulaine. Estos eran zapatos con mucha punta que también acabaron demostrando ser poco prácticos en caso de tener que salir corriendo para huir o simplemente al andar.

Los famosos siempre han causado tendencia, ya en los siglos XVII y XVIII con elementos de adorno como bordados y apliques. Esto es debido a que eran los únicos que podían permitírselo, ya que sus precios eran más elevados a causa de su más costosa elaboración.

Tanto hombres como mujeres empezaron a abandonar el tacón alto a partir de la Revolución francesa y el fin del dominio aristocrático. Los tacones altos para mujeres no se volvieron a poner de moda hasta mediados del siglo XIX y los hombres no volvieron a usar tacones hasta 1970.

En la segunda mitad del siglo XIX, cuando la riqueza empezó a extenderse entre las clases media y alta, la vida en la alta nobleza irradiaba nociones de grandeza.

Las mejoras en los accesos urbanos y la introducción de los adoquines, permitió a la mujer caminar de nuevo sobre tacones altos. La apariencia del calzado de moda estaba fuertemente influenciada por París, que en aquella época era capital cultural del mundo. Fue entonces cuando la silueta del calzado contemporáneo empezó a tomar forma. También fue la época de los inicios del calzado relacionado con el deporte.

En el inicio del siglo XX se anunciaron dos cambios en la industria del calzado: introducción de la industrialización y adopción por parte de los jóvenes estadounidenses de los zapatos de suela de goma como elemento de moda cotidiano.



El desarrollo de la industria del calzado en Europa se vio frenada por las dos Guerras Mundiales. El calzado innovador para mujeres se fabricaba con materiales no relacionados, como la paja o la madera.

Entre el 1930 y el 1940, Salvatore Ferragamo fue el icono italiano del diseño de calzado. Fue poco después, en 1950, cuando Ferragamo y el francés Roger Vivier diseñaron el tacón de aguja o stiletto. Este tipo de calzado triunfó en la postguerra, y se pudo fabricar gracias a los avances en las técnicas para confeccionar tacones.

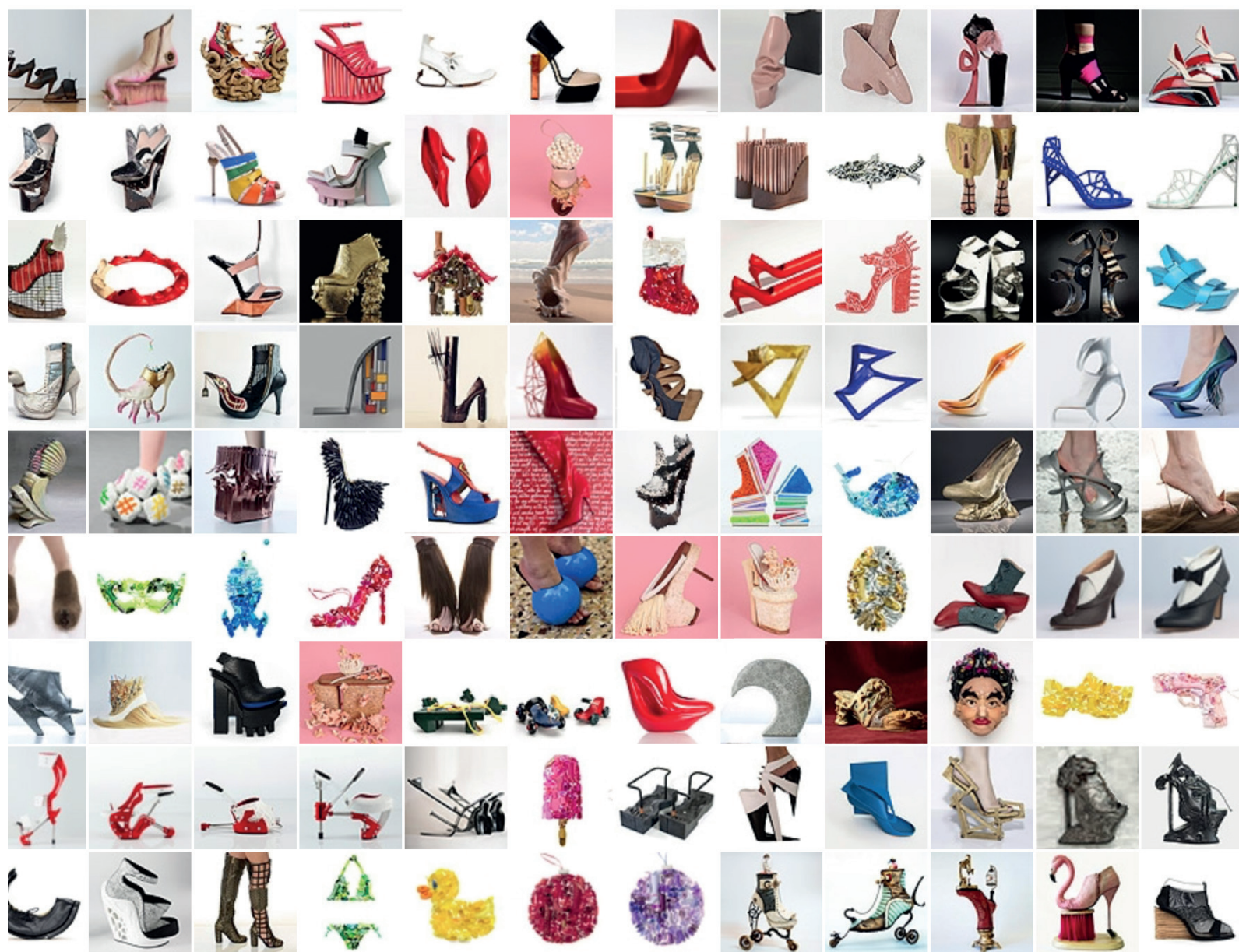
En 1970 aparece el glam rock británico, y con él, el regreso de los tacones para los hombres. En 1976 con el movimiento punk surge una moda con estilo militante y auténtica. Un icono clave de este movimiento son las botas Dr. Martens. El calzado actual sigue viendo huellas de su legado, como es el caso de las tachuelas y las botas militantes. En 1980 aparece la moda de la bota de duende o pixie boot, que era un botín acabado en punta. En este mismo año fue cuando el calzado deportivo empezó a tomar forma. A finales de este año empezó el declive económico que se reflejó en la forma de vestir, y la ropa informal se convirtió en algo aceptable. Fue en 1990 cuando se formó un concepto contemporáneo de lujo. Los zapatos deportivos no eran ya cosa de gente menos adinerada. Prada y otras firmas empezaron a diseñar este tipo de calzado.



Botas Dr. Martens

El calzado, así como la moda en general, es un tema que esta en continuo cambio y movimiento, según las tendencias, las necesidades, los gustos. A veces, es la misma exploración de los límites de fabricación la que hace que se creen zapatos que parecen esculturas.

Liza Snook, creadora del Virtual Shoe Museum, habla sobre ello. Este museo virtual es una galería y portal online sobre zapatos llevados al extremo. Según ella dice, debemos ampliar los límites del diseño del calzado: "Inspira y asombra a la gente. Desmelénato, piensa de forma extravagante, fuera de las convenciones y amplía tu perspectiva."

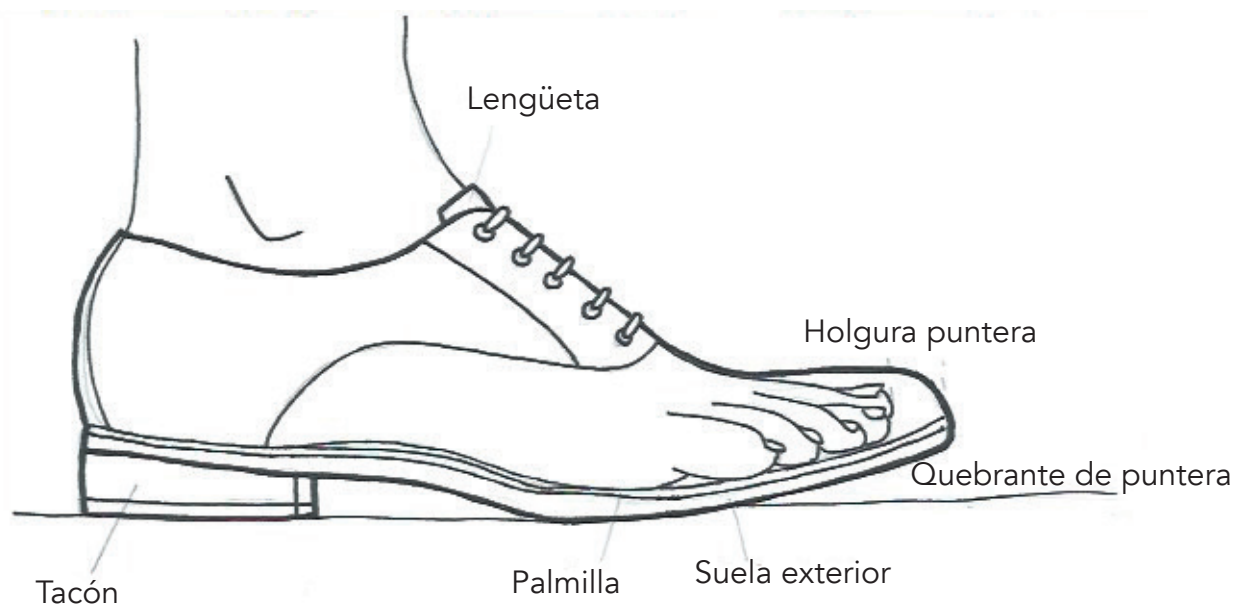


Virtual Shoe Museum

Antes de crear, es necesario también tener unas nociones básicas sobre la anatomía del pie para poder diseñar sobre ella.

El pie es una de las partes mas complicadas, sensibles y utilizadas de nuestro cuerpo. Ocupan poco lugar, pero soportan todo nuestro peso y nos ayudan a mantener el equilibrio. Pasamos aproximadamente el 33% de nuestras vidas de pie, quietos o andando. Por lo tanto, un zapato bien diseñado no solamente tiene que sentar bien, sino que al mismo tiempo debe ser cómodo y facilitar una comodidad eficiente. Para asegurar esta comodidad existen unas holguras que deben respetarse. Entre muchas, la cazoleta del talón debe ajustarse correctamente al tobillo, así como que debe existir un quebrante de puntera, ya que es un espacio esencial que permite el balance al andar.

Los zapatos tienen un efecto directo en la salud de los pies, y por consecuente, en la de todo el cuerpo. En cuanto a la anatomía de un zapato, están constituidos por muchas menos partes que el pie, aunque cada una esté diseñada para trabajar con el movimiento del pie. Antes de empezar a diseñar un zapato, es importante comprender cada una de las partes que lo componen, así como identificarlas con el nombre estandarizado que utiliza la industria del calzado. El calzado se compone de varias partes que a menudo se fabrican de forma independiente, pero que deben acoplarse y funcionar en su conjunto. La fabricación de tacones y suelas generalmente esta en manos de expertos que trabajan en lugares distintos. Una fabrica de zapatos es solo el lugar donde son ensambladas todas esas partes para producir el zapato.



En cuanto a las partes más importantes del zapato son:

-El corte es todo aquello que queda por encima de la suela. Está hecho de piezas que son cosidas entre sí. El material más usado para el corte es el cuero (sobre todo la vaqueta), pero el corte también puede estar hecho con otros materiales como los textiles (por ejemplo, sintéticos, tela, goma).

-El forro es importante ya que mantiene las partes internas del corte en su sitio. Los materiales que se utilizan habitualmente para el forro son la piel de cerdo, de becerro y de cabritilla y los textiles.

-El tope ayuda a mantener la forma y la altura de la puntera del zapato. Es una pieza de material termoplástico semirrígido que se adapta con calor a la forma de la puntera. Los zapatos de gran calidad pueden tener el tope de cuero.

-El contrafuerte del talón ayuda a mantener la forma de la cazoleta y a evitar que el talón se salga. Es una pieza de material semirrígido termoplástico. Los zapatos de alta gama pueden tener un contrafuerte de cuero.

-La plantilla cubre la superficie que está en contacto con la planta del pie. Cubre la palmilla y consiste en una pieza de cuero o tela. Aquí es donde generalmente se pone la marca.

-El cambrillón sirve para mantener el puente entre el talón y la bola del pie. Va pegado a la talonera y generalmente consiste en una tira metálica, aunque también puede estar hecho de nailon, madera o incluso cuero.

-La palmilla da cuerpo y forma a la base del zapato. Su función principal es la de ser un componente al que se puede sujetar el corte. Está hecha de fibra de cartón de gran dureza y a ella se adhiere con cola el cambrillón. La talonera puede ser de celulosa o de un material compuesto.

-La suela exterior es la parte inferior del zapato que toca el suelo. Las suelas pueden ser fabricadas con distintos materiales según el precio del zapato y el uso que se le vaya a dar. El cuero, de procedencia bovina, se utiliza para calzado de calidad. Materiales como la goma crepé, la goma de resina, el poliuretano (PU) y la goma vulcanizada son utilizadas habitualmente para las suelas.

### 3. 1. Calzado fallero

Seguramente las mujeres del siglo pasado no tenían tantos problemas a la hora de elegir el calzado. Primero, porque no había tantos modelos y segundo, porque más que ser un complemento era un calzado rudimentario para proteger los pies, no para lucir, sino para utilizar. Los cultivos de esparto y cáñamo en el Mediterráneo permitieron la realización de alpargatas o «espartenyes» en las clases populares.

Fue en el siglo XVIII cuando llegó la revolución del calzado y las mujeres más adineradas empezaron a interesarse por diseños que venían de Francia y es ahí cuando en los talleres empiezan a fabricar sin descanso. De hecho, se hacía ostentación de ello y el calzado, además de perseguir una moda, reflejaba la clase social. «La historia del zapato es común en toda Europa, se solía copiar mucho la moda francesa y posteriormente la inglesa. El calzado valenciano era poco ostentoso. En los inicios de siglo las puntas eran afiladas y cerradas y conforme va entrando el siglo XIX la punta se va matando hasta que aparece la punta más redondeada», asegura Jorge Faubel, responsable de la tienda de indumentaria 1.700.

Existe una gran diversidad de modelos heredados de aquella época, que ahora se reproducen con profusión en la indumentaria fallera. Desde los más adornados con pasamanería, cordones, lazadas, botones forrados en tela, adornados con camafeos, encajes, telas plisadas... Y de diferentes formas: copete, abanico, con hebillas (lisas, cuadradas, redondeadas). Los materiales que se empleaban y con los que se hacen hoy en día son seda, piel, terciopelo o con la misma tela del traje. Al principio, la planta era igual. No tenía la forma de derecha e izquierda. Hoy en día el calzado que más se demandan son los abotinados porque resultan más cómodos. El calzado de mujer de siglo dieciocho es el que más se suele hacer, y que a las clientas les gusta llevar modelos trabajados y con muchos adornos.



Calzado 1780 - Brocado de seda, cuero y lino  
Museum of Art - Los Angeles

## 3. 2. Industria del calzado

Desde mediados del siglo XVIII, es decir, desde el principio del período llamado Revolución Industrial, la industria del calzado empieza a consolidarse con el empleo de mano de obra, la numeración del calzado y el montaje de industrias destinadas a la fabricación de calzados.

La industria del calzado no se inició de la misma forma en todo el mundo. Unos países, dado su desarrollo interior, fueron más aventajados que otros en crear los procesos industriales que, al principio, convivían con la actividad artesanal.

León, Guanajuato es considerada la capital del calzado mexicano y una de las principales urbes zapateras a nivel mundial. En 1645 se documentó la existencia de un artesano zapatero local y de un taller de zapatos perteneciente a un regidor local.

El primer gremio relacionado con el calzado fue fundado en 1765, perteneciente a la industria del cuero local. En 1809 surgió un gremio exclusivo para los zapateros.

Con la revolución industrial se fundaron fábricas de calzado modernas lo que ayudó a formar un clúster económico que contaba con cientos de maestros zapateros. A principios de 1900 existían en León 1287 talleres zapateros y una industria local de materias primas.

En 1926 se inauguró la Unión de Fabricantes de Calzado, el cual tenía como objetivo la defensa de los zapateros y el progreso de la industria local.

Durante 1933 el valor de la producción zapatera ascendía a 20 millones de pesos e involucraba al 35% de la población laboralmente activa.

La apertura económica de México

durante las últimas décadas del siglo XX fue un duro golpe para la industria del calzado. Devaluaciones económicas, fuga de capitales extranjeros y la entrada de fabricantes chinos obligaron a muchos talleres a cerrar sus puertas. Esto poco a poco ha cambiado el enfoque exportador de la industria hacia uno dirigido a nichos especializados y al comercio local.

En España el primer foco se crea en la Comunidad Valenciana, en la zona del Medio Vinalopó, se inició a mediados del siglo XIX y, a final del mismo siglo, ya existía una industria consolidada y mecanizada (hasta donde llegaba la tecnología del momento), que daba empleo a miles de familias, con industrias que superaban los mil trabajadores.

Durante la época de Napoleón se extiende el uso del punto París, equivalente a 2/3 centímetros. Sin embargo, al resultar esta medida demasiado grande, se empezaron a introducir medidas medias. Es precisamente en estos años cuando se crea el primer foco industrial de calzado made in Spain. A finales de siglo ya existía una industria consolidada y mecanizada con fábricas que llegaban a superar los 1.000 trabajadores.

Además, en el siglo XX el suero es sustituido por la goma en la suela y se empiezan a probar materiales sintéticos para su fabricación. Aunque no es hasta 1971 cuando aparecen las primeras zapatillas de goma de marca comercial.

Destaca la ciudad de Elda, que ostentó la primera Feria Internacional de Calzado en España, y Elche, en la que se produce más del 40% del calzado nacional, formando uno de los focos productores más importantes de Europa.

También alcanzan protagonismo las industrias de fabricación de calzado en Almansa (Albacete), Vall de Uxó (Castellón), Valverde del Camino (Huelva), Arnedo (La Rioja), Islas Baleares, entre otras zonas y ciudades de España.

Los zapatos de mujer están hechos con materiales más delicados, por lo tanto los modelos y los métodos empleados en su construcción son diferentes de los zapatos de caballero.



Fábrica de calzado Descans - Par a Par 2017

## 3. 1. 1. La horma

La construcción del zapato empieza con la horma. Una horma es un molde estilizado del pie que se utiliza como base sobre la que construir el zapato. Sin embargo, hay que señalar que la horma no tiene ni la forma ni las medidas exactas del pie. Está diseñada para ser introducida en el zapato, con holguras para el movimiento. La horma también debe diseñarse para acoplar la forma del tacón y de la suela del zapato. La fabricación de la horma requiere unos conocimientos muy especializados debido a los distintos tipos de construcción de calzado, por ejemplo las botas, las zapatillas de deporte y los mocasines requieren cada uno de ellos una horma específica.

La horma se fabricaba tradicionalmente en madera, sin embargo en la actualidad, la industria moderna del calzado prefiere utilizar el polietileno, un material más duradero y reciclable. La construcción de la horma es la parte más importante de la fabricación de zapatos, ya que determina su forma y ajuste. El desarrollo de un diseño debe empezar a partir de la horma: todos los demás componentes, sobre todo la suela y el tacón, son diseñados a continuación para ajustarse a la horma.



Las hormas tienen una gran variedad de formas, y pueden ser alteradas para que se adapten a cada pie.

Horma de polietileno



## 3. 1. 2. Los patrones



Patrones empresa Descans - Par a Par

El patrón es una representación bidimensional a tamaño real de la superficie tridimensional de la horma. Se utiliza para cortar el material con el que se hará el corte, compuesto por las distintas piezas del zapato, cada una con su forma.

Una forma clásica para traducir los diseños en patrones es el método del encintado de la horma para crear un patrón maestro. Se cubre toda la horma con cinta adhesiva y sobre ella se dibuja el modelo. A continuación se despega la cinta, se aplanar y se utiliza para crear los patrones base.

Otra forma de realizar los patrones a partir de los diseños es utilizando un molde al vacío. Se trata de un molde de plástico que se termoconforma sobre la horma y que después se puede retirar, cortar y aplanar formando las piezas del matron deseadas. Ahora algunas fábricas exigen, a parte de los dibujos, moldes al vacío de los diseños.

El arte del corte de patrones es muy preciso y se tarda muchos años en llegar a dominarlo. El ajuste y la comodidad del zapato es una cuestión de milímetros.





4

## Estado del arte

## 4. Estado del arte

Estado del arte , es un anglicismo derivado de la expresión state of the art (literalmente estado del arte), utilizado para la investigación-acción. La expresión inglesa se puede traducir al español también como “puntero”, “lo último” o “[lo más] avanzado”; por ejemplo, state of the art technology se traduce dentro del contexto cultural hispano, es decir, no literal, como “tecnología punta”, “lo último en tecnología” o “tecnología de vanguardia”.

El estado del arte proviene originalmente del campo de la investigación técnica, científica e industrial y significa, en pocas palabras, la situación de una determinada tecnología. Lo más innovador o reciente con respecto a un arte específico. Esta noción ha pasado a los estudios de investigación académica como “el estado o situación de un tema en la actualidad”. Es una forma de aludir a lo que se sabe sobre un asunto, lo que se ha dicho hasta el momento que ha sido más relevante.

Es una compilación de resultados de otras investigaciones que se han realizado sobre la investigación que se desea realizar. Se trata de establecer qué se ha hecho recientemente sobre el tema seleccionado.

Los estados del arte sirven para no repetir temas de investigación, así como para definir metodologías, ya que uno de los principales problemas al iniciar una investigación es no saber como empezar. Para esto sirve el estado del arte, ya que al revisar otras investigaciones se puede establecer cómo se ha ido estudiando el tema. Además, debe ser conclusivo, debe establecer qué se investigó, cómo y qué resultados se obtuvieron.

## 4.1. Wearables

Desde el inicio de los tiempos el ser humano ha tratado de mejorar su cuerpo. Ya sea por motivos estéticos –como los tatuajes o los piercings- o por motivos prácticos, aunque estas últimas han tardado un poco más en llegar. Hoy estamos viviendo como muchas empresas tecnológicas, en su esfuerzo por abrir nuevos mercados, se han lanzado a vendernos wearables, pero la historia de la tecnología ponible tiene, en realidad, varios siglos.

Esto es un punto que demuestra el interés del ser humano –como colectivo- en mejorar nuestras capacidades a través de tecnología que se viste. El tiempo que llevamos intentando hacerlo también refuerza esta idea.

Cuando hablamos de “wearable” nos referimos al conjunto de aparatos electrónicos que se incorporan en alguna parte de nuestro cuerpo interactuando de alguna forma continua con el usuario y con otros dispositivos con la finalidad de realizar alguna función concreta, como es el caso de los relojes inteligentes, las pulseras que controlan nuestra salud, gafas, entre muchos. Todos ellos cuando les agregamos uno o varios microprocesadores pasan a ser productos wearables.

La raíz de la palabra (wear) proviene de una palabra inglesa que significa “llevable” o “vestible”, que en el ámbito tecnológico hace referencia a pequeñas computadoras que puede llevar el usuario con él. De este modo nos referimos a productos que incorporan un microprocesador y que podemos usar a diario. Con esto, no consideramos separable a la televisión, el ordenador, la cafetera, ya que no forman parte de nosotros, no pudiendo ser “llevables” como hemos dicho anteriormente.

En el siglo XXI fue cuando los wearables dieron el gran salto. Hasta entonces, tenemos intentos de wearables que se remontan a 1580, por ejemplo, con los huevos de Nuremberg. Estos eran unos dispositivos que se llevaban alrededor del cuello, como un collar, y su función era la de medir el tiempo de forma portable. No eran demasiados precisos, pero consiguieron ser bastante populares tras la muerte de su inventor, Peter Henlein.

Otro wearable del pasado surgió en algún momento del siglo XVII, en la China de la Dinastía Qing, cuando alguien decidió que sería cómodo tener un ábaco en miniatura en su anillo. Y así se creó. Este anillo medía 1,2 centímetros de alto y 7 milímetros de ancho siendo imposible de manipular con los dedos. Necesitabas unas pinzas para hacer los cálculos.

En 1812, Abraham Louis Breguet fabricó el primer reloj de pulsera. No sería hasta después de la Primera Guerra Mundial cuando estos se popularizarían.



Huevos de Nuremberg - 1580

En 1812, Abraham Louis Breguet fabricó el primer reloj de pulsera. No sería hasta después de la Primera Guerra Mundial cuando estos se popularizarían.

Pero no fue hasta 1961 cuando se pudo crear el primer ordenador para vestir, inventado por Edward O.Thorpe y Claude Shannon. Este zapato contenía un pequeño dispositivo capaz de calcular las posibilidades de dónde caería la bola en la ruleta. Tenía un índice de acierto del 44% y lo enviaba por radio al apostador. Este tipo de aparatos siguieron apareciendo hasta que en 1985 el estado de Nevada los prohibió.

El aspecto de los wearables comienza a ser más reconocible a partir de 1972. En abril de este año, Hamilton lanzó el Pulsar P1 por el módico precio de 2.100 dólares de la época, equivalentes a unos 9.800€ actuales, y contaba con una pulsera de oro. Solo tres años después, en 1976, la misma compañía lanzó el pulsar Calculator Watch, el primero en incluir una calculadora. Sin embargo, sus botones eran demasiado pequeños para el dedo, por lo que incluía un stylus, con el que poder marcar. Es curioso que el primer reloj-calculadora tuviera el mismo problema que el anillo-ábaco que se había encontrado tres siglos antes.

La japonesa Seiko es una de las que más luchó en los años 70 y 80 por la incorporación de funciones a los relojes. El Seiko UC 2000 era un dispositivo que por si solo no era excesivamente impresionante, pero contaba con dos módulos que permitían disparar sus opciones. Se podía conectar a un teclado con el que podías almacenar notas en el reloj por inducción, y un segundo módulo contaba con una impresora térmica.

Seiko también lanzó en 1982 el que muy posiblemente sea el primer reloj conectado de la historia, aunque en este caso no era a internet, sino a la televisión. Tenía una pantalla de 1,25 pulgadas, y se podía conectar a un transistor que te permitía sintonizar distintas frecuencias de televisión. Además tenía otra segunda pantalla más pequeña en la que se indicaba la hora y las alarmas programadas.



Pulsar P1 - Hamilton 1972



A pesar de la larga historia de estos elementos, no ha sido hasta principios del siglo XXI cuando hemos empezado a ver el auténtico potencial de estos dispositivos. En 2006 vimos Nike+, una colaboración entre Apple y Nike que permitía controlar al milímetro nuestros entrenamientos, gracias a los medidores de las zapatillas y el iPod Nano. Dos años más tarde Fitbit llegó al mercado, marcando un antes y un después en el terreno de las pulseras inteligentes.

Pese a todo, esta es una tecnología que aun esta en pañales. Esta tecnología todavía no nos ha demostrado todo lo que es capaz de hacer.

Podemos datar los orígenes de la tecnología wearable en la década de los sesenta, pero no ha sido hasta 2010 cuando esta tecnología ha evolucionado lo bastante para poder atraer a un extenso abanico de consumidores. Su presentación oficial al mundo fue en la feria internacional de consumo electrónico CES del año 2014. Empresas como Adidas o Sony mostraron al mundo los diferentes dispositivos que se consideraban oficialmente wearable. Por otro lado, se dice que la presentación oficial estuvo datada por el lanzamiento de la GoogleGlass y el AppleWatch, considerando que los usuarios aceptaríamos de manera muy receptiva todos estos wearables.

Todos ellos están pensados para interactuar con otros dispositivos y hacernos la vida mucho más fácil. La tecnología wearable es el próximo paso entre la fusión del hombre y el microprocesador.

Pero esta tecnología no esta solo en pulseras o relojes, sino que esta presente en un extenso abanico de campos con distintas finalidades.

Gafas inteligentes. La compañía Google conocida mundialmente por su buscador es referente en la industria del desarrollo y también innovación en este nuevo tipo de tecnología con sus Google Glass, las primeras lentes inteligentes de esta compañía que son controladas a través de instrucciones pronunciadas con nuestra voz disponiendo de una pequeña pantalla donde se muestra la información solicitada. Con estas gafas wearables podremos hacer fotografías y grabar videos en alta definición de todo aquello que estemos viendo y reproducirlos en otro instante, podemos consultar nuestro correo electrónico, el tráfico, las últimas noticias o la ruta más corta para llegar a tu destino, traducir a cualquier idioma los carteles que te halles por la calle o incluso realizar una videoconferencia en directo.

Accesorios y complementos. Relojes, anillos y pulseras que se encienden al identificar tu huella digital, estos complementos digitales guardan toda la información sobre tu modo de vida como los kilómetros que andas a lo largo del día, el ritmo cardíaco, los ciclos de sueño, etcétera... Asimismo podrás interactuar con otros dispositivos electrónicos merced a la tecnología inalámbrica de estos wearables pudiendo abrir las puertas de tu casa, encender el motor de tu vehículo, abonar tus compras sin precisar sacar la tarjeta de crédito, cargar y descargar todo tipo de ficheros como documentos, imágenes, vídeo... todo ello con un solo ademán de muñeca.

Seguridad de los Trabajadores. La seguridad de los trabajadores mejorará con la tecnología wearable, como ejemplo en nuestros días existen cascos de bomberos que controlan los niveles de oxígeno y la temperatura que puede resistir el bombero en los trabajos extinción de los incendios, además llevan incorporados un localizador

GPS que deja conocer en cualquier instante el punto preciso donde se halla.

Industria textil. Prendas infantiles que señalan y mandan una señal a tu smartphone cuando tu bebe posee fiebre, ropa de deporte que te ayuda a realizar los movimientos adecuados mientras que aprendes a jugar al golf, sudaderas con leds que te alumbran en las calles oscuras mientras que haces running y que al mismo tiempo contabiliza los kilómetros recorridos, el ritmo cardíaco, las calorías quemadas y el desempeño durante todos los días que practicas deporte.

Moda. En el ámbito de la moda la tecnología wearable ha tolerado el desarrollo de vestidos que se encogen o bien se prolongan mudando la manera y el estilo a fin de que no te haga falta cambiarte de traje cuando sales de una asamblea de trabajo para acudir a una celebración, vestidos que cambian de color y que incorporan pequeñas placas solares que guardan la energía solar mientras que andas por la calle a fin de que jamás te quedes sin batería en tu smartphone.

Medicina. Por otro lado los avances en este campo de las wearables está dejando el desarrollo de nuevos dispositivos que se implantan en el cuerpo del usuario, bajo esta filosofía se están desarrollando sensores que controlan la cantidad de glucosa de un paciente con diabetes de tal forma que un dispensador electrónico inyecte de forma automática la cantidad de insulina precisa, este mismo sensor tomaría datos relevantes sobre la salud del paciente y se enviarían vía internet a los ordenadores, tablets o dispositivos del equipo médico.



En la actualidad los wearables mas importantes son los relojes inteligentes, ya que son uno de los dispositivos mejor interiorizados en nuestro día a día. El futuro de la tecnología pasa por esta nueva concepción de ordenadores que nos acompaña a todas partes. Indudablemente la tecnología wearable ha llegado para quedarse entre nosotros.

Las prendas wearables se diseñan, combinando la estética y el estilo con la tecnología funcional. Los usuarios finales advierten el gran potencial de las tecnologías portátiles. Una filosofía de diseño que se basa en la conciencia inmediata transmisora y receptora constante de emociones, experiencias y significados. El contexto de uso es tremendamente importante al crear wearables de moda significativos. Mientras que el diseño estéticamente agradable es una parte integral del éxito de un portátil de moda, el contexto determina realmente la definición funcional y expresiva. Los primeros wearables eran funcionales, pero complicados de llevar y mirar. Los wearables de hoy están evolucionando rápidamente para cumplir con el mundo de la moda, que buscan una producción de prendas de vestir cómodas. Su éxito radica en la personalización, que permite nuevos modos de auto expresión, como factor esencial en la fabricación de artículos de moda que atraen al público.

Actualmente, la máquina está transformando los procesos del vestir. La plataforma de hardware libre Arduino (s.f.), basada en una placa con un microcontrolador y sus componentes electrónicos libres, se ha convertido en la tecnología portátil del futuro. Su componente más utilizado en moda es la placa LilyPad (2015), su creadora Leah Buechley (2006), diseña este kit electrónico para los e-textiles y proyectos wearables. El valor añadido de LilyPad Arduino, es la capacidad que da a los tejidos de detectar información sobre

el entorno, mediante el uso de sensores de luz, movimiento o temperatura. Eso permite al textil ofrecer respuestas ante los cambios ambientales. La prenda puede reaccionar al entorno, vibraciones o estímulos. (véase en el apartado 6.1)

Efectivamente, se trata de poner máquinas sobre nuestro cuerpo, y por lo general son propuestas que se limitan a complementos, pero entre bastidores se compete por integrar la tecnología a las prendas de gran consumo.

## 4.1.1. Wearables y los sentidos

Las opciones de creación son infinitas y dependen de los requisitos que se precisen. Los actuadores hacen frente a sentidos específicos, lo que permite realizar diseños de inclusión en diversos ámbitos sociales.

**Vista.** El sentido de la vista, se activa con actuadores leds, la fibra óptica, tintas y colorantes fotocromáticos, termocromáticos, luces ultravioleta, E- tintas, pantallas alfanuméricas, alambre electroluminiscentes, células solares o fosforescencia en materiales oscuros. Muchas empresas están ofreciendo ropa que puede iluminar una habitaciones, ya sea en chaquetas, biquinis, sudaderas... Marcas como CuteCircuit (2015) emplean ésta tecnología para crear vestidos conformados con LEDS, que transmiten videoclips o imágenes coloridas. Los circuitos, que conectan las luces funcionan con pequeñas baterías como las de los productos iPod.

Otro vestido innovador en este campo fue el diseñado por la diseñadora Natalie Walth, de San Francisco. Esta joven diseñó un vestido básico, que combinado con fibra óptica y luces leds genera una sensación de movimiento en la oscuridad. El color de los leds, así como de la fibra, varía según el movimiento y la dirección del usuario (2014). A partir de este momento se vio una mayor aceptación de esta tecnología en la moda, sobre todo en campos de exhibición relacionados con pasarelas o con la danza.



**Oído.** El sentido del oído, se enardece a partir de altavoces o zumbadores, estratégicamente posicionados. Vicent LeClerc, (2006) crea un particular esmoquin sonoro, que se puede activar y modular a través del movimiento de las manos y la torsión o compresión del tejido. El esmoquin Accouphène está decorado con 13 altavoces, realizados a partir del bordado de hilados de alta conductividad en la parte frontal de la chaqueta. Los sonidos se generan con el movimiento de un imán cosido en las mangas. La fuerza del imán y su distancia del bordado determinar la amplitud de los sonidos.



Esmoquin Accouphène - 2006



Scentsory Design - 2014

**Olor y gusto.** El sentido del olor y gusto, se estimula mediante cápsulas de olor sincronizadas. Jenny Tillotson (2014) ha desarrollado moda sensorial, "Scentsory Design®", ofreciendo nuevas oportunidades de diseño sostenible para mejorar el estado de ánimo a través del olfato. Sistemas de salida, outputs de aroma computerizados, son usados en el cuerpo por la moda y el bienestar. Sensores de emoción, emiten a través del vestir feromonas para la mejora del estado de ánimo. En palabras de la propia Tillotson "Una segunda piel vestida, desbloquea una sexta dimensión de la moda".



Proyecto con memoria de forma. Skorpions

**Tacto.** El sentido del tacto reacciona a motores actuadores, impulsados por unos alambres maleables que poseen memoria de su forma original. Encierran propiedades únicas a raíz de su composición maleable, donde, dureza y elasticidad cambia radicalmente a raíz de distintas aplicaciones. Se utilizan para desencadenar el movimiento, puede ser cosidos en textiles, y originan tejidos que se encogen o se estiran con la aplicación de una pequeña corriente. Hilos, fibras, tejidos conductores, superficies magnéticas o plásticos poliformados, son alterados. El Proyecto Skorpions, de Joanna Berzowska (2008) es un conjunto de prendas electrónicas cinéticas que se mueven y cambian en el cuerpo con movimientos lentos y orgánicos. El cambio de forma se realiza con el uso de la aleación con memoria de forma Nitinol (SMA), también conocido como cable muscular, es una aleación de níquel y titanio, que tiene la capacidad de recordar indefinidamente su geometría. El

corte del patrón, las costuras, y otros detalles de construcción, convierten al proyecto en un componente importante del diseño de ingeniería. En este campo ha habido mucho avance, hasta el punto de que el pasado 2016 se crearon unas gafas diseñadas para sordos. Estas gafas permitían mejorar la audición de una persona sorda a través de la conducción ósea. Esta técnica ha pasado de ser únicamente del terreno médico a comercializarse, con el fin de ayudar a personas con problemas auditivos. Las Zungue Panther consiguen transmitir música a través de los huesos craneales, sin necesidad de obstruir el conducto auditivo con un auricular. De esta manera se podrá, además, escuchar cualquier ruido a través de los oídos, ya que nada los taponan. Esto es posible gracias a unos transductores craneales situados en cada patilla, que emiten vibraciones con frecuencia comprendida entre 300 y 19000 Hz.

## 4.2. Calzado wearable

Dentro del mundo de los wearables, el calzado ha sido uno de los puntos fuertes en cuanto a innovaciones con diferentes tecnologías y aplicaciones. Desde el principio se vio en el calzado un potencial para mejorar algunas de las necesidades que se nos presentan, así como para facilitar la vida de muchas personas con diseños de inclusión.

La empresa Ducere (2014) Technologies Pvt, una Start up India creó unos zapatos que vibran e indican al usuario la ruta que debe seguir. Están sincronizados con la aplicación Google Maps. Los zapatos inteligentes tienen una plantilla con chip que se conecta mediante Bluetooth a un smartphone con Android, iOS y Windows Phone. La idea inicial de diseño inclusivo, surgió con el fin de ayudar a las personas con algún impedimento visual a moverse por su entorno. Las plantillas de las zapatillas pueden insertarse en muchos tipos de calzado. No son las primeras zapatillas inteligentes, pero sí las primeras en usar la navegación como principal característica (OPTI, 2015), además de llegar en un momento de explosión de los wearables, hecho que favoreció su extensión. En cuanto a la versión comercial, cuesta entre 100 y 150 dólares y está enfocado a deportistas (corredores o ciclistas) o a usuarios para enfoque en salud, que pretendan adquirir estos zapatos inteligentes guiados por el servicio de navegación por satélite de Google y que puede mostrar distancia recorrida, tiempo o calorías consumidas.

En 2016, Samsung muestra un wearable para los pies que ayuda a optimizar nuestro

rendimiento. IOFIT es el nombre que han decidido ponerle a este calzado. Se trata de una zapatilla deportiva que la propia empresa coreana considera, más que un wearable, un calzado inteligente único en su categoría. Este wearable utiliza una combinación de sensores de presión con una aplicación que analiza el equilibrio y las posturas del cuerpo con el fin de mejorarla. Junto al calzado, elaboraron una aplicación que ofrece una función de reproducción de vídeo que permite al usuario evaluar su forma y los datos a tiempo real en una sola pantalla. Así el interesado puede visualizar mejor cómo se ve y cómo su postura afecta a su rutina de ejercicio.

Ese mismo año, en 2016, Lenovo salta al mercado de los wearables con las nuevas YAOFAT F2, las zapatillas deportivas más tecnológicas. Son capaces de registrar nuestra actividad física y funcionan con carga inalámbrica. De esta manera, cuentan nuestros pasos y nos dicen cuántas calorías hemos quemado, pero no cuentan con sensor de ritmo cardíaco. Se realizó pensando en un uso más cotidiano, como es el del paseo o ruta diaria, y no como zapatilla de correr profesional. En la suela lleva unos led's que cambian de color según el estado de ánimo del usuario. Es posible controlar también el tipo de música que escucha el usuario, y incluyen una serie de minijuegos para acompañar la rutina diaria de deporte.

Por último, lo más nuevo en wearables salió este pasado mes de marzo de 2017. Xiaomi lanza un par de zapatos con el nombre "The 90 Minutes Ultra Smart Sportswear". Se trata de un calzado deportivo capaz de llevar registro del desempeño físico de su usuario. El corazón de esta prenda es Curie, un módulo desarrollado por Intel para dotar de "inteligencia" a cualquier wearable, a través de sensores y un micro controlador integrados en un espacio no más grande que un botón. Las zapatillas pueden recolectar información de la actividad física realizada al correr, caminar o practicar algún deporte, recopilando datos como distancia recorrida, velocidad promedio o calorías consumidas. Están preparados para unirse a The Band, una pulsera desarrollada también por Xiaomi, que también recoge información sobre la actividad física que se lleva a cabo. Este tipo de calzado está disponible en el mercado chino desde abril.

Llevando todo esto un uso más cercano y accesible para el público, llegamos a una versión de las zapatillas deportivas que incluyen luces leds. Este tipo de calzado es el que más solemos ver respecto a los nombrados anteriormente. De todos los wearables, es el más comercializado, debido a su precio y a su impacto en los niños, que es el público principal al que van dirigidos. Este calzado incorpora luces Led alrededor de toda la suela y se puede recargar mediante unas conexiones USB. Generalmente, las luces permiten varias combinaciones de colores, ya sean estáticos o variables.

Durante el pasado año 2016, causaron sensación en Estados Unidos, y poco a poco se fueron extendiendo hasta llegar a España. El precio de este calzado salió sobre unos 70 euros, encontrando poco a poco más imitaciones a las que se puede acceder a través de Amazon o Ebay, en las cuales se pueden encontrar desde los 30 hasta los 50 euros.





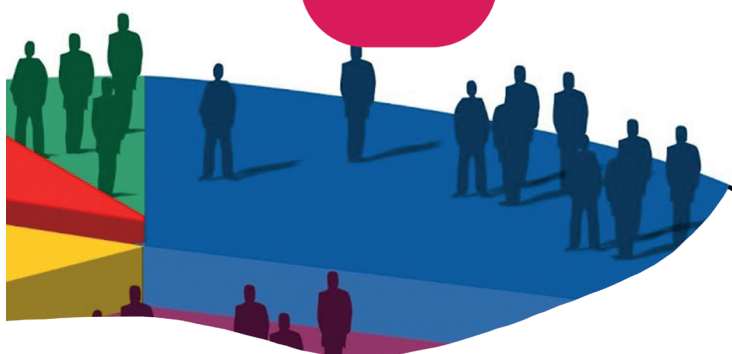
The 90 Minutes Ultra Smart Sportswear - Xiaomi 2017







# 5 Mercado



El cuestionario Delphi es una técnica de comunicación estructurada, donde desde un espacio local, como coordinadores, podemos llegar a una investigación global. La elaboración del cuestionario debe ser llevada a cabo según ciertas reglas: las preguntas deben ser precisas, cuantificables e independientes. Y sobre todo, versar sobre probabilidades de realización de hipótesis y/o acontecimientos.

El cuestionario formulará preguntas relativas al grado de ocurrencia (probabilidad), de importancia (prioridad) y de temporalidad con un cronograma futuro. El componente geográfico añade el último coeficiente de la encuesta, la información del espacio o lugar de los encuestados quedará reflejado estadísticamente. Las respuestas de probabilidad y prioridad categorizadas en; (Mucho, normal o regular, poco y muy poco), continuas al cronograma jerarquizado en un tiempo previsto de 0 a 15 años.

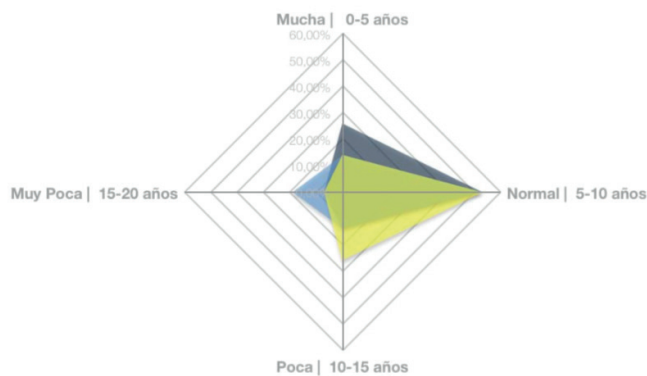
Al realizar la media de todos los datos, se introduce una segunda ronda, donde se solicita a los expertos que indiquen su acuerdo o desacuerdo con dicha media. Y por último se pide a los expertos que no se hallan de acuerdo con la media que argumenten sus razones. Tras este segundo cuestionario, se calcula la nueva media, sobre los cambios obtenidos en esta ronda de respuestas.

# Escenario social

Hoy la comunicación de moda se desarrolla en dos planos; la calle y las pasarelas. Los movimientos sociales contemporáneos, conectados digitalmente, han sacudido el sistema actual del vestir, propagando acciones abiertas, basadas en criterios inclusivos, acerca de anhelos, deseos y necesidades sobre el producto textil futuro. La cultura maker fundamentada en la producción colaborativa y de proximidad, busca el compartir nuevos modelos de fabricación inclusiva, alejado de modelos productivos actuales de obsolescencia textil programada. Técnicas de innovación abierta en métodos básicos, en un ambiente sin fines lucrativos.

**Diseño inclusivo.** Serán accesibles cambios antropométricos en el sistema de la moda.

<b>Probabilidad</b>	Mucha 26%	<b>Normal</b> 53%	Poca 14%	Muy poca 7%
<b>Cronograma</b>	0/5 años 14%	<b>5/10 años</b> 53%	10/15 años 14%	15/20 años 19%
<b>Prioridad</b>	Mucha 14%	<b>Normal</b> 53%	Poca 26%	Muy poca 7%

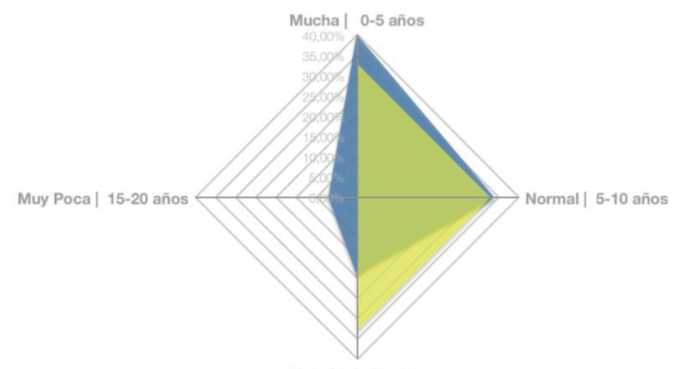


No estamos hablando de mejoras sociales, en eficiencia o innovación tecnológica, estamos hablando de un cambio de paradigma, reformular el sector, a partir de una postura tecnoprogresista, que concentra su apoyo activo a la convergencia entre el cambio tecnológico y el progreso social.

Los resultados del método Delphi se acercan a la prioridad de un prosumidor dinámico, y confían en una futura producción compartida interdisciplinar, centrada en una futura moda a la talla con cambios ergonómicos para dentro de 10 años.

**Prosumidor.** El usuario podrá acceder a las cadenas de producción de cualquier marca.

<b>Probabilidad</b>	<b>Mucha</b> 40%	Normal 34%	Poca 19%	Muy poca 7%
<b>Cronograma</b>	<b>0/5 años</b> 40%	5/10 años 34%	10/15 años 19%	15/20 años 7%
<b>Prioridad</b>	<b>Mucha</b> 33%	<b>Normal</b> 33%	<b>Poca</b> 33%	Muy poca 0%



# Escenario económico

El presente mercado laboral textil requiere de nuevos sistemas de organización y procesos innovadores. Entre otros, destacamos la necesidad de mejorar los conocimientos, en concreto, procedimientos y oportunidades de colaboración digital. Producir sobre pedido, es una estrategia de negocio ampliamente adoptada en el comercio minorista de la moda.

Recientes territorios sociales, engloban un enjambre de inteligencia colectiva habilitada por nuevas tecnologías, y en particular por la conectividad a Internet. En esencia se fomenta una economía basada en el crowdfunding descrito bajo ropa co-

financiada, o paradigma de producción entre iguales.

El desenlace del escenario económico, cosecha datos analíticos en altos porcentajes de probabilidad próxima, que confirman un consumo digital, basado en la financiación social y la personalización de masas.

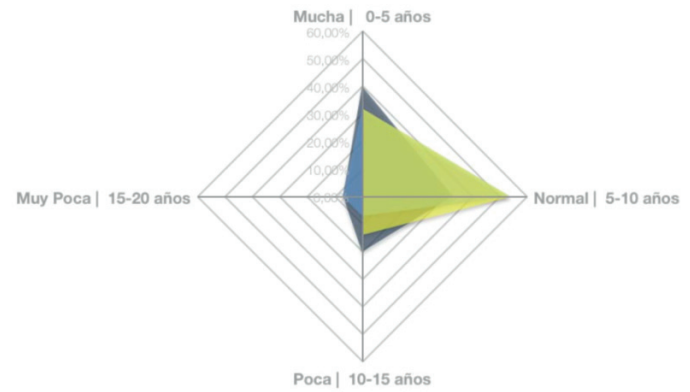
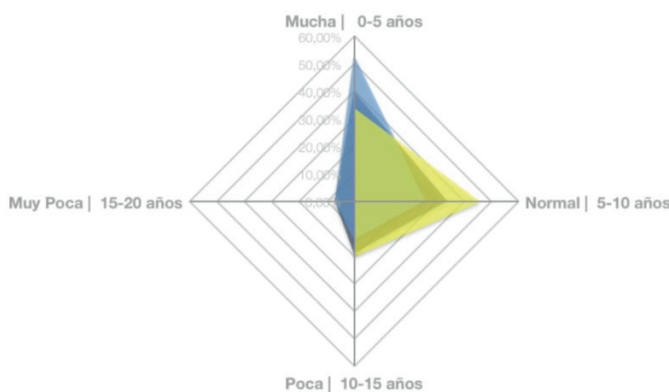
Muchas de las marcas más importantes, sobretodo en deporte, ofrecen ya una amplia personalización en lo que se refiere a calzado.

**Crowdfunding.** Se amplian los nuevos sistemas de financiación social colaborativa en una producción más humana.

<b>Probabilidad</b>	<b>Mucha</b> 40%	Normal 34%	Poca 19%	Muy poca 7%
<b>Cronograma</b>	<b>0/5 años</b> 53%	5/10 años 26%	10/15 años 14%	15/20 años 7%
<b>Prioridad</b>	Mucha 34%	<b>Normal</b> 46%	Poca 20%	Muy poca 0%

**Personalización de masas.** Una mayoría de marcas ofrecerán la posibilidad de alterar el producto final.

<b>Probabilidad</b>	<b>Mucha</b> 40%	Normal 33%	Poca 20%	Muy poca 7%
<b>Cronograma</b>	0/5 años 32%	<b>5/10 años</b> 54%	10/15 años 7%	15/20 años 7%
<b>Prioridad</b>	Mucha 32%	<b>Normal</b> 54%	Poca 14%	Muy poca 0%



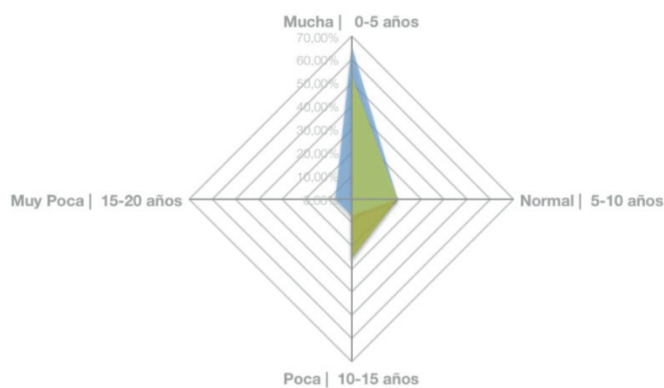
# Escenario medioambiental

Según muestran las respuestas de los expertos, los atributos futuros del sector se dirigen a nuevos esquemas de procesos basados en el reciclaje, la energía renovable y la justicia social. Aspirando a resolver problemas de toxicidad en la ropa, el desperdicio de materiales y los recursos vitales como el agua.

Hay que hacer frente a los impactos ambientales negativos, aumentando la transparencia productiva, la creación de materiales seguros y perpetuamente ciclados, para acercar ese futuro al desarrollo sistémico del panorama textil. El objetivo es aprovechar las alianzas, que ofrece la adaptabilidad de nuevos procesos creativos,

**Ecoefectividad.** Ciclo de vida del producto responsable. Adaptabilidad modular de la ropa. Nuevos elementos, capas y desconstrucciones.

Probabilidad	Mucha	Normal	Poca	Muy poca
	<b>54%</b>	20%	26%	0%
Cronograma	0/5 años	5/10 años	10/15 años	15/20 años
	<b>66%</b>	20%	7%	7%
Prioridad	Mucha	Normal	Poca	Muy poca
	<b>54%</b>	20%	26%	0%

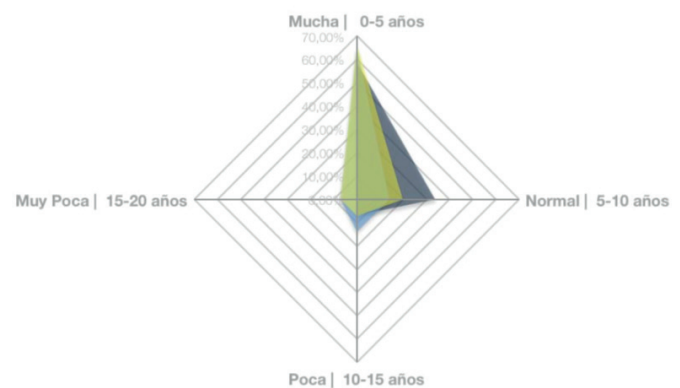


en favor del futuro sostenible del diseño, para demostrar la armonización de los diversos costes programáticos, y el desafío de los sistemas por el cambio en rehacer la forma en que hacemos las cosas.

En este estudio, ambos factores se encuentran con resultados de mucha mejora a corto tiempo. Como marca, fabricante, diseñador, consumidor o ciudadano del mundo puede convertirse en parte creciente del esfuerzo, gracias a la colaboración colectiva, para crear un impacto positivo en la industria de la moda. En resumen, se vislumbra un nuevo movimiento en la moda en beneficio de una mejora medioambiental.

**Residuos textiles.** Procesos de elaboración, pensando en los residuos que general el proceso creativo de una prenda.

Probabilidad	Mucha	Normal	Poca	Muy poca
	<b>59%</b>	34%	7%	0%
Cronograma	0/5 años	5/10 años	10/15 años	15/20 años
	<b>65%</b>	14%	14%	7%
Prioridad	Mucha	Normal	Poca	Muy poca
	<b>66%</b>	20%	7%	7%



# Escenario tecnológico

La fusión entre moda y tecnología es una realidad imparable. Los expertos valoran de máxima probabilidad y prioridad, un sector textil, implementado por la fabricación digital, los tejidos inteligentes, así como la mezcla entre las disciplinas tecnológicas y tradicionales.

Estamos hablando de una generación actual de nuevos materiales, en los que la nanotecnología juega un papel esencial. La explicación de todo esto se fundamenta en estudios, de cómo las nanopartículas permiten cambiar las propiedades de los tejidos. Tejidos que pueden llegar a repeler virus, o bacterias, y que con más de cien lavados continúen sin perder sus

propiedades. No es ciencia ficción; en menos de 5 años se pronostica que el viejo sector textil tendrá una nueva renovación.

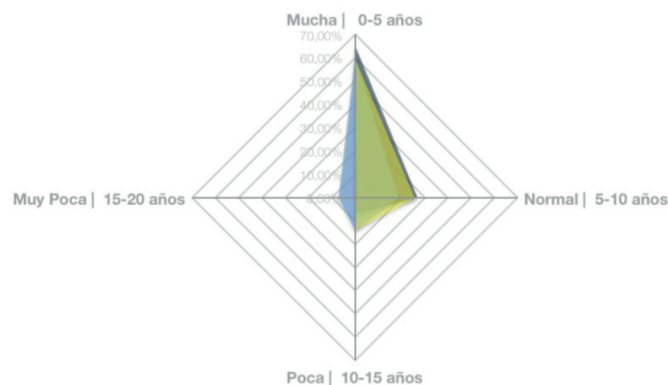
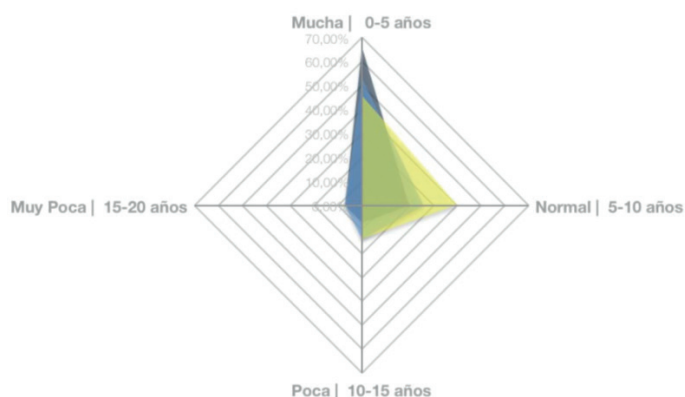
En consecuencia, la implementación tecnológica en moda, nos permite reflexionar sobre nuevos códigos y paradigmas, donde podamos imprimir prendas en 3D biodegradables. Nuevos materiales se están desarrollando para esta tecnología, y el trabajo de diseñadores experimentales, como se demuestra en las investigaciones del contexto reseñado, ayudan a marcar el comienzo de este mercado digital, proporcionando una visión y aspiración futura.

**Wearables.** Se mezcla el vestir con disciplinas tecnológicas, implementando nuevos usos y utilidades en la ropa.

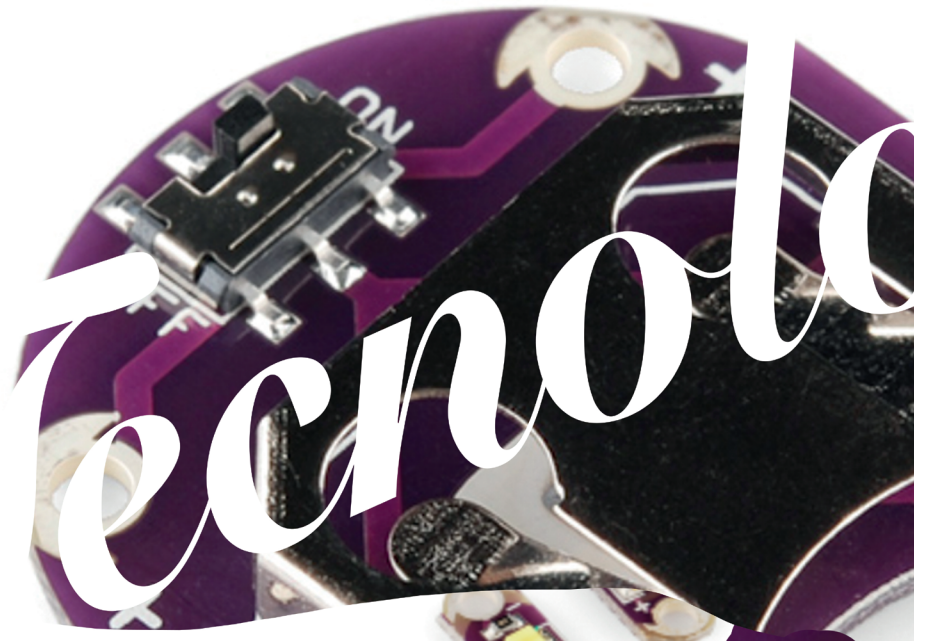
**Smart textiles.** Los tejidos se implementan, aumentan su función aplicandose incluso a la salud.

Probabilidad	Mucha	Normal	Poca	Muy poca
	66%	20%	7%	7%
Cronograma	0/5 años	5/10 años	10/15 años	15/20 años
	53%	26%	14%	7%
Prioridad	Mucha	Normal	Poca	Muy poca
	46%	40%	14%	0%

Probabilidad	Mucha	Normal	Poca	Muy poca
	66%	27%	7%	0%
Cronograma	0/5 años	5/10 años	10/15 años	15/20 años
	60%	19%	14%	7%
Prioridad	Mucha	Normal	Poca	Muy poca
	60%	26%	14%	0%











6

## Tecnología aplicada

Tras haber estudiado las tendencias y todo lo relacionado con productos wearables, nos atrevemos a investigar más la posibilidad de mezclar todo lo estudiado con la otra cara de la moneda, con el mundo artesanal.

Los tejidos inteligentes son unos grandes desconocidos dentro de los wearables, los dispositivos ponibles que están revolucionando la tecnología contemporánea. Todo el mundo habla de las pulseras de e-salud o los teléfonos inteligentes, pero muy poco de esas prendas que están diseñadas para 'pensar' por si solas gracias a la incorporación de material electrónico. Y en ese avance, el hardware Arduino es clave.

Este hardware abierto, formado por una placa base con un microcontrolador y un entorno de desarrollo propio, es una tendencia tecnológica actual. Es el open hardware por excelencia y la alternativa más sólida al desarrollo bajo patente.

Sus cinco fundadores, David Cuartielles, Massimo Banzi, Gianluca Martino, David Mellis y Tom Igoe, empezaron un proyecto en 2005 que sólo pretendía enseñar electrónica a los alumnos del Instituto de Diseño Interactivo de Ivrea. Hoy día es una plataforma barata, con todos los elementos necesarios para desarrollar proyectos y muy útil para los wearables o la prometedora Internet de las Cosas.

Antes de ponernos a diseñar el calzado que queremos es necesario saber los elementos y las conexiones que deberemos tener en cuenta a la hora de dibujar.

## 6.1. Placa base

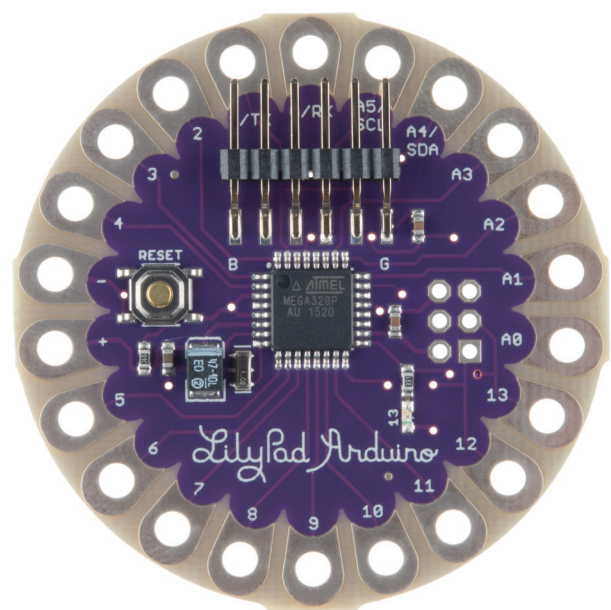
Dentro de esa tendencia del hardware abierto, uno de los proyectos más destacados es LilyPad Arduino, un conjunto de piezas electrónicas que se pueden coser a los tejidos para darles interactividad con sensores, luces o sonidos. Para ello necesitamos distintos módulos electrónicos, entre ellos un microcontrolador programable, hilo conductor de electricidad y algún tipo de suministro de energía.

El valor añadido de LilyPad Arduino, gracias al potencial del hardware Arduino, es la capacidad que da a los tejidos de detectar información sobre el entorno, mediante el uso de sensores de luz, movimiento o temperatura. Eso permite al tejido ofrecer respuestas ante los cambios ambientales (puede encenderse como un árbol de Navidad gracias a las luces LED, puede funcionar ante las vibraciones o generar sonido ante un estímulo...).

La creadora de este kit electrónico es Leah Buechley, ingeniera, artista y educadora. Hasta 2013 fue profesora del Media Lab del MIT (Massachusetts Institute of Technology), donde lideró numerosos proyectos de tejidos inteligentes. Buechley es experta en la creación de tecnologías abiertas para que

las personas puedan desarrollar sus propios proyectos: LilyPad Arduino es el máximo exponente de su desarrollo profesional en ese campo. La versión comercial de esta tecnología fue diseñada por Buechley con la ayuda de la empresa Sparkfun Electronics.

Los primeros modelos de su kit, lo que posteriormente se conocería como LilyPad Arduino, nacieron en 2006, eran prototipos personales diseñados para sus clases. Esos experimentos iniciales acabaron en un estudio universitario llamado 'A Construction Kit for Electronic Textiles' ('Un kit de construcción de textiles electrónicos'), un ensayo donde Buechley, integrante del departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Colorado en Boulder, desarrolló su experiencia con los e-tejidos. El estudio analiza algunos de los proyectos originales que se hicieron con el kit LilyPad Arduino y sus pruebas experimentales.

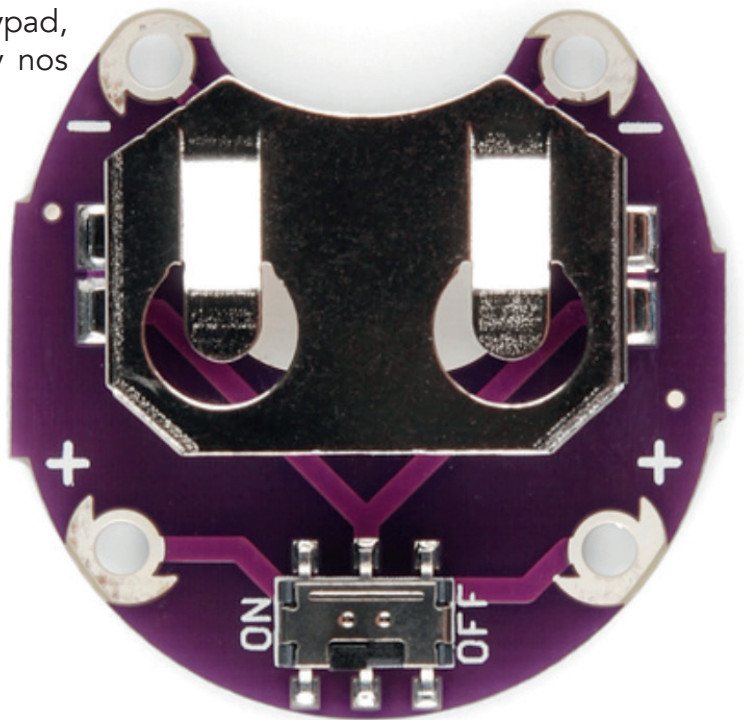


LilyPad Arduino - Placa base

## 6.2. Pila

Como todo elemento electrónico es necesario el uso de una alimentación. En primer lugar, se pensó en la idea de utilizar una batería para que fuera fácil su carga. De este modo, fue necesario buscar baterías de lipo, ya que sus dimensiones nos facilitarían su colocación prácticamente invisible en el zapato. Tras buscar baterías de este tipo, descubrimos que no eran muy recomendables en productos wearable e-textil, ya que su combinación con telas y tintas conductivas podía generar chispas y calor.

Es por ello que se recomienda utilizar pilas de monedas. Para el uso de este tipo de alimentación se requiere de un adaptador que pueda ser conectado a la placa base LilyPad. Haciendo una búsqueda de información sobre adaptadores de pilas de moneda, aparece una sugerencia de un adaptador específico para la placa LilyPad, hecho que nos facilitará su conexión y nos asegurará su funcionamiento.



Adaptador pila LilyPad

## 6.3. Luces LED's

Los LED's son componentes eléctricos semiconductores (diodos) que son capaces de emitir luz al ser atravesados por una corriente pequeña. Estos se forman cuando dos materiales conductivos cualquiera se ponen en contacto. Las siglas "LED" provienen del inglés "Light Emitting Diode", que traducido al español es "Diodo Emisor de Luz".

Cuando la electricidad pasa a través de un diodo los átomos del material conductor retienen mucha energía y requieren liberarla. Esta energía libera electrones al segundo material dentro del chip-reflector y durante esta liberación se produce la luz. En otras palabras, la electroluminiscencia se da cuando, estimulados por un diferencial de voltaje, las cargas eléctricas negativas (electrones) y las cargas eléctricas positivas, al combinarse entre sí, dan como resultado la liberación de energía en forma de fotones. Esto da como resultado una generación de luz mucho más eficiente ya que la conversión energética se da con mucho menos pérdida

en forma de calor como ocurre con bombillas incandescentes tradicionales.

Los LEDs son componentes que, dependiendo de la combinación de los elementos químicos presentes en los materiales que los componen, pueden producir un amplio rango de longitudes de onda dentro del espectro cromático, dando como resultado diferentes colores.

La diferencia entre un LED convencional y estos LED's LilyPad es simple. Todo el paquete de componentes LilyPad están diseñadas de manera creativa con unas pestañas de costura para permitir que se cosan a la tela, y así poder crear cualquier cosa que se pueda soñar.



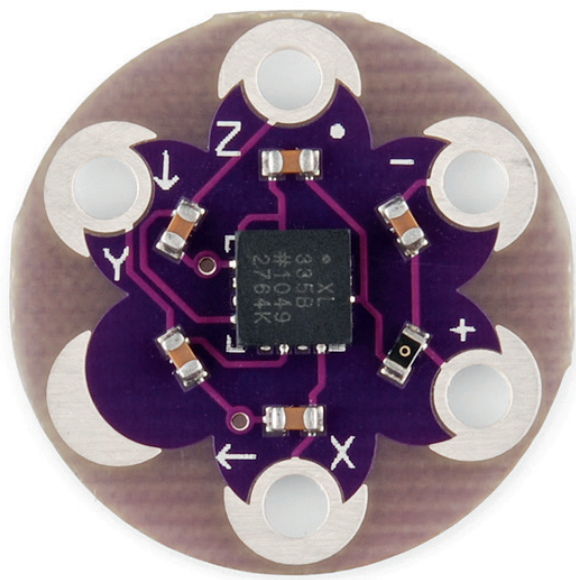
LED LilyPad

## 6.4. Acelerómetro

Los acelerómetros son dispositivos ampliamente utilizados en todo tipo de dispositivos, desde determinar la orientación en móviles o tablets, detectar la caída libre, medir pasos en podómetros, estabilización de cámaras, alarmas y sensores de vibración, entre muchos otros.

Este es el acelerómetro de tres ejes para el LilyPad. El acelerómetro de LilyPad puede detectar movimientos de articulación, inclinación y vibración.

Tiene una salida de 0 a 3V analógica en cada uno de sus ejes X, Y, y Z. Necesitará convertir este voltaje analógico en cantidad de gravedad y usar trigonometría para calcular ángulo. Si no buscas precisión es muy fácil usar este sensor para censar movimientos básicos. Además sus dimensiones son factibles a la hora de introducirlo en cualquier prenda, ya que tiene un diámetro de 20mm.



Acelerómetro LilyPad

## 6.5. Hilo conductivo

Los hilos conductivos son una vía lógica para crear circuitos textiles utilizando procesos de fabricación de ropa. El acero inoxidable y la plata suelen ser los principales componentes de conducción. La plata es la más conductiva de estos dos materiales, pero el acero inoxidable ofrece un hilo más barato. Actualmente, la industria textil está intentando usar los mismos mecanismos de producción que se han usado durante décadas para fabricar con estos hilos conductivos. Es decir, integrar el hilo conductivo a la maquinaria que utilizamos normalmente para tejer. El problema es que los hilos que contienen acero inoxidable o plata pueden ser difíciles de integrar en las típicas máquinas de fabricación debido a la fricción y la abrasión del hilo sobre el metal. A diferencia de los tejidos típicos como el algodón o el poliéster, los materiales conductivos son más rígidos y con menos extensibilidad, lo que dificulta la mezcla con el resto de tejidos durante el proceso textil. Las máquinas deben funcionar más lentamente para prevenir defectos de fabricación así como prevenir los daños en las propias máquinas.

Para mejorar la conductividad del hilo se

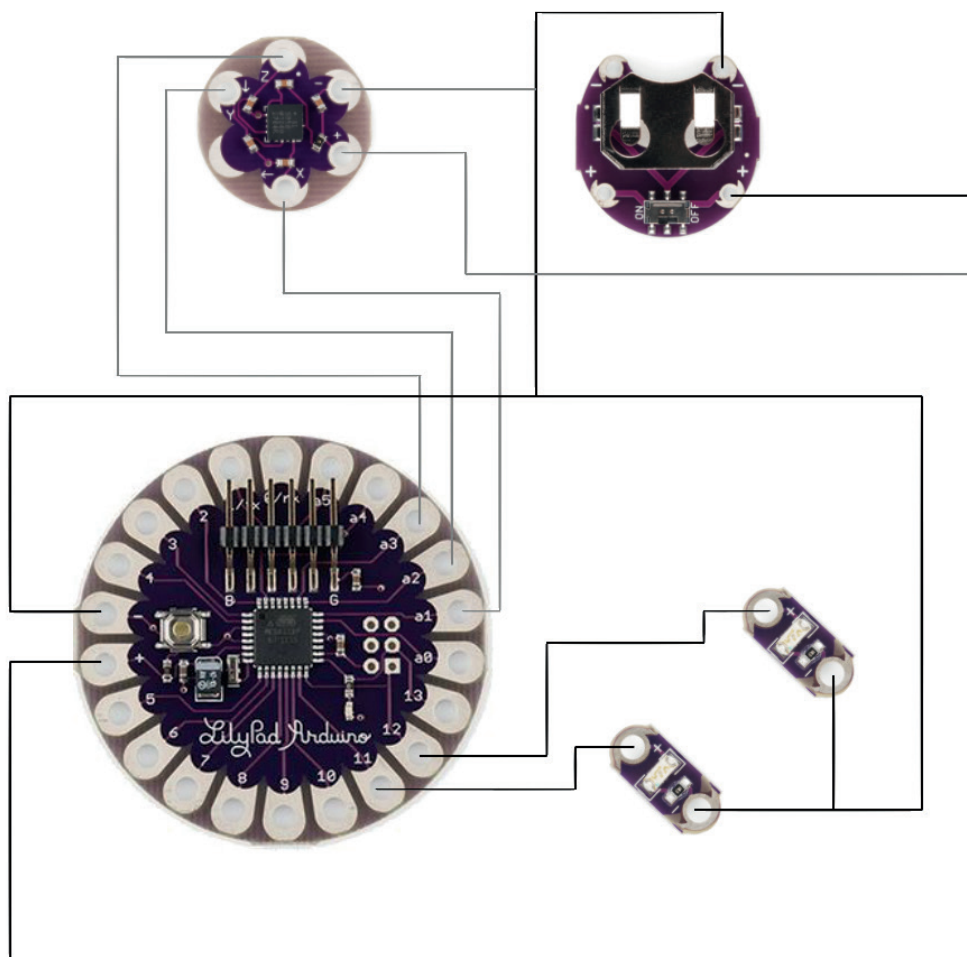
mezclan materiales conductivos con fibras no conductivas. Sin embargo, muchos hilos conductivos no son adecuados para generar circuitos textiles, por su dificultad a la hora de tejer o bien por su alta resistencia eléctrica.

Otra forma de integración de componentes electrónicos sobre tejidos es la tinta conductiva. Las industrias tecnológicas utilizan estas tintas para crear los circuitos impresos conocidos como PCBs, que es la superficie constituida por caminos, pistas o buses de material conductor laminados sobre una base no conductora. Estos caminos unen sensores y accionadores, y se generan usando varios procesos de impresión. Si bien las tintas conductoras se usan tradicionalmente para imprimir en películas y papeles, la variación de la viscosidad de una tinta conductora permite imprimir sobre diferentes sustratos, incluidos los textiles. Esto facilita mucho la integración de dispositivos electrónicos y sensores sobre tejidos ya prefabricados, hecho que abarata mucho la producción. Este proceso es muy importante en la evolución de electrónica y textil.



Hilo conductivo

## 6.6. Esquema electrónico



Como se aprecia en el esquema, el producto consta de unas conexiones aparentemente sencillas. El adaptador, junto con la pila de 6V, se encargará de dar corriente al resto de componentes. Por su parte, el acelerómetro se encargará de detectar el movimiento, recogiendo datos en analógico y enviándolos a la placa LilyPad Arduino. Esta mediante un programa sencillo los convertirá y enviará la orden a los LED's, que se encenderán o se apagaran dependiendo de si existe movimiento o no.



En la siguiente imagen aparece un programa alternativo que es el que actualmente esta cargado en ambos zapatos. Este sencillo programa se encarga de encender y apagar los LED's con un intervalo de 0,5s (500ms como aparece en la imagen).

*Explicación extendida en el capítulo 9 - Evolución.*



```
int led = 3;
int led2 = 6;

void setup() {

  Serial.begin(9600);

  pinMode(led, OUTPUT);
  pinMode(led2, OUTPUT);
  //pinMode(led3, OUTPUT);

}

void loop() {

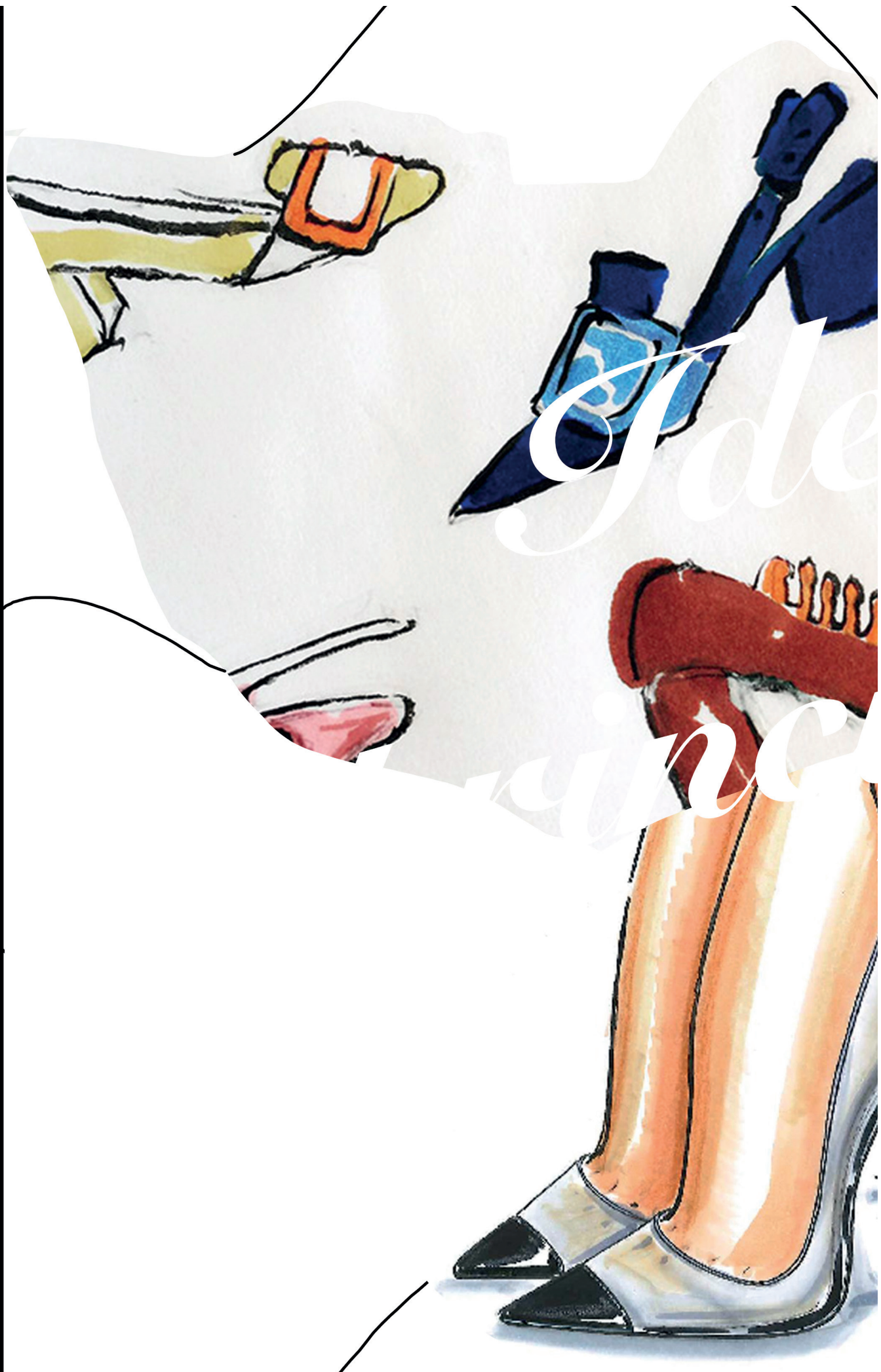
  digitalWrite(led,HIGH);
  digitalWrite(led2,HIGH);
  //digitalWrite(led3,HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(led,LOW);
  digitalWrite(led2,LOW);
  delay(500);
}
```

Primero se indica el número de los puertos en los que están conectados los LED's.

Se indica que ambas variables son salidas de datos.

Todo lo indicado dentro del void loop es el programa que se va a repetir mientras le llegue corriente a la placa base. En este caso, ambos LED's se encienden y se apagan en un intervalo de 0,5 segundos.

Programa generado con ArduinoCC



Side

winck



**7**

**Ideas principales**

## 7.1. Descubrimiento

La idea principal sobre la que trabajar era conseguir fusionar tradición y vanguardia. Por ello, se pensó en introducir tecnología a algo tan antiguo como la seda de la tela de fallera.

Las primeras ideas giraban entorno un zapato cotidiano, como sería un botín de tacon, confeccionado con esta seda e introduciendo toda la tecnología que se ha nombrado anteriormente.

Al general una visión cercana a lo que se buscaba, se observó que el impacto visual no era el esperado. Ya que se hablaba de innovación, había que arriesgar más, llevándolo un poco más al extremo, como se sugiere en el Virtual Shoe Museum.

El siguiente paso fue pensar en un producto más artesanal y más antiguo, para que el cambio fuera aun más llamativo. Es por ello que se llegó a la idea de generar unas alpargatas que generaran luz con el movimiento. Además, el uso de este calzado hoy en día es bastante cotidiano, así que podríamos captar la atención en clientes de este tipo de producto.



Boceto de tacones - Photoshop



Vista en detalle -  
Ubicación de la luz LED

En este punto, teniendo el concepto claro, había que profundizar más en el diseño, considerando las dimensiones y las posiciones de cada componente electrónico.

Para empezar, el uso de la cinta alrededor del tobillo serviría como sujeción, así como lugar para la colocación del LilyPad y la pila. No se busca ocultar cada elemento, ya que lo que se trata de causar un impacto visual, así que se aprovecha la estética de la placa como posible decoración de la cinta.

El resto de componentes se dividirían por el resto de la alpargata. Los LED's irían cosidos por bajo de la tela, y el acelerómetro debía estar integrado en la suela, para una mayor comodidad.



Boceto alpargata - Photoshop

## 7.2. Interpretación

Al tener clara la idea, llegó la hora de ponerse en contacto con algún artesano que pudiera realizar el trabajo.

Tras conseguir el contacto de una artesana que trabajara el mimbre, se descubrió que la fabricación de alpargatas no era tan artesanal como se consideraba. El primer paso para generar una alpargata es pedir la suela a fabrica. Este paso ya dificulta la creación, ya que no se podría introducir ningún elemento mientras se confeccionaba esta parte del calzado.

Así pues, tras hablar personalmente con ella, confesó que no se encontraría a gusto trabajando de este modo, ya que ella prefería

hacer proyectos en los que si se trabajara el mimbre de forma artesanal.

Se pretendía buscar un proyecto en el que artesano y diseñador se encontraran a gusto.

El siguiente paso fue ponerse en contacto con un artesano, esta vez de todo tipo de calzado.

Tras comentarle el proyecto a artesanos Descans, aceptan y muestran interés por el proyecto, pero había que hacer un cambio en el diseño, ya que el uso de una suela ya generada no es la adecuada.



Taller artesanos Descans - Par a Par

## 7.3. Ideación

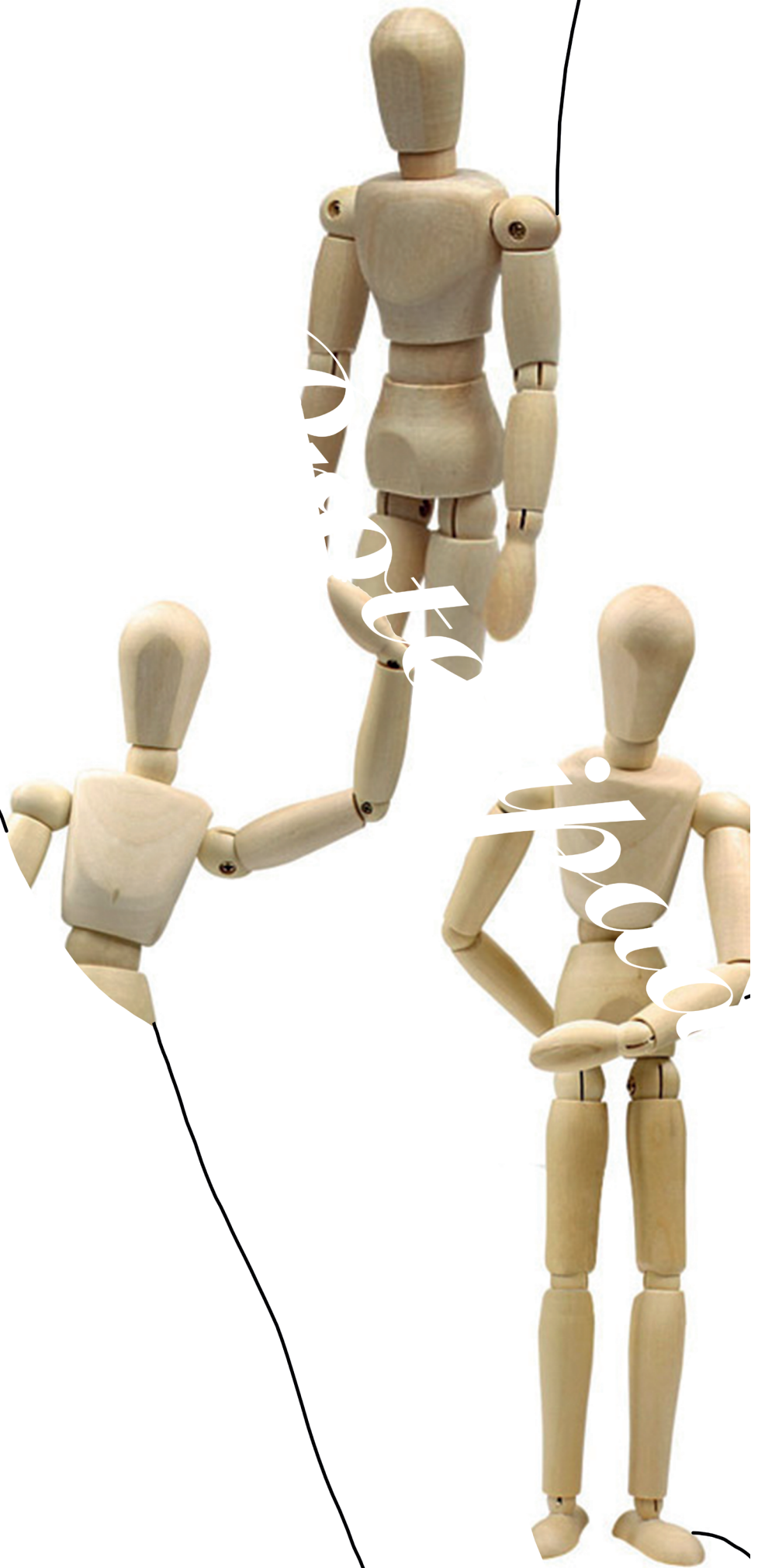
La idea fue entonces generar el zapato más antiguo que podíamos diseñar, un tacón típico del siglo XVIII.

Para generar un cambio más visual, se planteó que la parte interior del zapato fuera abierta. Esto a simple vista parecía más atractivo, pero no demasiado viable. El trabajo de realizar un trabajo de este tipo es mucho más costoso, y en este caso se necesita la mayor cantidad de tela y de superficie para realizar las conexiones de todos los elementos.

Tras valorar la propuesta de realizar un zapato cerrado se acepta.

Lo primero era entregar los componentes a los artesanos, ya que ellos mismos iban a encargarse de coselos al zapato y de realizar las conexiones entre estos. Es un trabajo muy costoso y delicado que ha necesitado mucho tiempo y dedicación.









**8**

# Prototipado

## 8.1. Materiales y procesos



Integrar electrónica y textiles juntos requiere dos procesos de fabricación. Cada uno requiere una estrategia de fabricación personalizada separada de los métodos tradicionales de producción electrónica y textil.

Cortar y coser es el método más común y barato de manufactura de ropa. Es una labor intensa, pero es el camino más fácil para producir grandes cantidades. Los costes de producción pueden reducirse usando materiales más baratos o menos tratados, y reduciendo la cantidad de cosidos por prenda. Cada operación adicional a la producción de la pieza tiene un impacto en el precio de producción, es decir, una camiseta bordada será más cara que una camiseta lisa.

Existen tecnologías emergentes que tienen el potencial de simplificar el proceso de producción de prendas de vestir para que sea más fácil integrar los textiles electrónicos de una manera personalizada.

En nuestro caso, hablamos de una manufactura totalmente artesanal. Los hilos conductivos se pueden tejer en la prenda siguiendo el procedimiento de tejido normal. Esto no requiere ningún paso adicional, por lo que no aumenta el coste de producción. Además, al usar el hilo conductor solo en las áreas en las que va a tener función, como crear conexiones entre la placa base, la pila y los sensores, y en nuestro caso a los led's, no desperdiciamos hilo, hecho que tampoco encarece el producto final.

## 8.2. Construcción



### 1. Corte

El primer paso es cortar a partir de los patrones ya establecidos para el tipo de calzado que se ha elegido. Estos patrones son diferentes para cada tipo de zapato.

Una vez seleccionados los patrones se procede al corte tanto de piezas exteriores como las interiores (el forro), así como el corte de la suela.

Todo esto depende también de la talla que se elija, en este caso trabajamos con una talla 38 de mujer.



### 2. Refuerzo

Al ser telas de seda es difícil trabajar con ellas sin añadir un refuerzo pegado con adhesivo (cola de cemen-más ligera). Tras pegar ambas piezas se introducen en la máquina que hace función de prensa.

Este proceso se repite en todas las piezas de exterior, ya que son aquellas que están realizadas en seda. Para las piezas que funcionan de forro y la suela no es necesario.



### 3. Corte y marcas de costura

En el primer proceso de corte se deja un margen de error contando con el posible deshilachamiento de la seda. Una vez tenemos el refuerzo añadido, se perfecciona el corte y se realizan las marcas de costura para facilitar el trabajo en los siguientes pasos. De este modo el costurero conoce la posición de las piezas y por tanto, por donde coserlas.

#### 4. Preparado de piezas

Algunas piezas de este modelo necesitan un montaje especial, como es el caso de la lengüeta y la punta.

La lengüeta esta hecha a base de pliegues sobre una misma pieza, mientras que la punta son diferentes trozos pegados entre sí consiguiendo un efecto como el de la imagen.



#### 5. Forro

El siguiente paso es pegar el forro a estas dos partes (la lengüeta y la punta). El forro de las piezas laterales no va pegado como en estas piezas, sino que se cose una vez generada la primera fase de confección del zapato.



#### 6. Costura

Una vez terminadas y cosidas las dos partes delanteras del zapato entre sí, podemos seguir cosiendo las partes laterales del zapato, así como el pequeño detalle delantero que sostendrá el adorno.

El siguiente paso es coser el forro solo por la parte superior para dejar acceso al espacio intermedio, donde estará el cableado eléctrico.

También cosemos un elástico que evitará la deformación delantera.

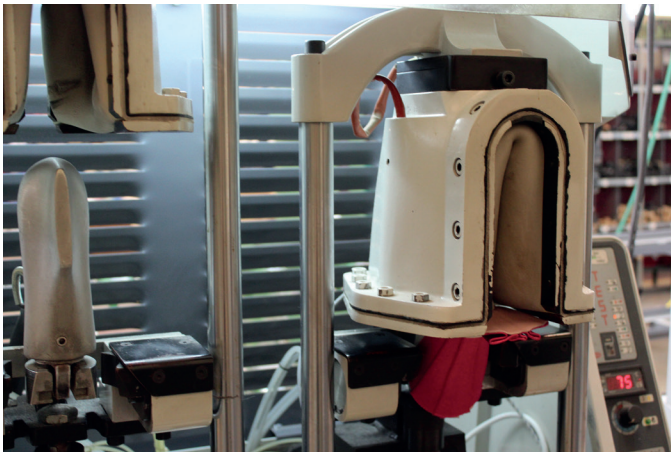


#### 7. Preparación del tacón

La preparación del tacón se basa en pegar con cola de caucho la tela, ya previamente cortada con el patrón, al propio tacón.

En el caso de nuestro tacón, ha sido necesario generar una pequeña endidura para colocar el acelerómetro. (Véase en el apartado 8.2.1)





### 9. Formación

En este paso se introduce la forma previamente cosida en una maquina que, a traves de calor y presión, le da una primera forma al zapato. Este proceso se repite varias veces hasta que el forro queda pegado a la tela.

En nuestro caso, el resultado no debía quedar pegado completamente, ya que se necesitaba el acceso a esa parte intermedia donde se realizan las conexiones.



### 10. Horma

Una vez realizada una forma aproximada de la parte trasera, introducimos el zapato en una horma con la talla correspondiente para así poder seguir confeccionando las partes laterales y la punta.



### 11. Formación a partir de horma

En este punto del proceso, para conseguir la forma deseada, se estira el forro y se adapta a la horma con una suela previamente colocada. De este modo cuando se extraiga dicha horma el zapato tendrá una forma y una consistencia considerables.

Para conseguir una consistencia mayor, se le añade un refuerzo que se adhiere con cola de caucho y calor para darle forma.



### 12. Formación

A continuación se realiza el mismo proceso de estirar y pegar pero esta vez con la seda exterior y así conseguir una forma más completa.

### 13. Tacón

Una vez tenemos la forma completa del zapato, el siguiente paso es pegar el tacón y más tarde atornillarlo. Para ello nos ayudamos de una máquina que ejerce presión en dos direcciones a la vez, según conviene la propia forma del zapato.



### 14. Suela

A continuación se ajusta la suela al zapato. Para ello, el primer paso es calentarla para que no este tan rígida y se pueda adaptar con facilidad. Después, con ayuda de un poco de cola a base de acetona, pegamos la suela al tacón y retiramos las partes que sobran.



### 15. Decoración

El último paso es generar los diferentes adornos que va a lucir el zapato. En este caso, consta de dos pequeños adornos que esconden la tecnología necesaria para el proyecto. En ambos casos se trata de una estructura recubierta con seda y decorada con una tela de encaje fruncida. Para ello utilizamos cola de caucho con mayor adherencia.



### 16. Packaging

Por último, el producto se prepara para la entrega al cliente. Para ello, quemamos los posibles desperfectos que se generan al estar trabajando la seda y se introduce en la caja correspondiente.



## 8.2.1. Construcción de piezas especiales



### 1. Troquelar la tela

En este caso, la tela debía ser troquelada para que la luz del led pasara a través de ella. Para que la tela no se deshilache, después de generar el troquel se ha fijado el hueco con un punto de silicona que permite pasar la luz y a su vez protege la tela.



### 2. Preparación del tacón - Parte electrónica

A parte de la preparación que hemos explicado previamente, este tacón conecta el acelerómetro con la fuente de alimentación. Para eso, ha sido necesario rebajar el tacón para introducir el acelerómetro y pasar todo el cableado a través de él.



### 3. Conexiones

Todas las conexiones han sido realizadas entre la seda y el forro. Como los cables no pueden tocarse entre ellos, ya que causarían cortocircuitos, se han ido protegiendo con cinta aislante.

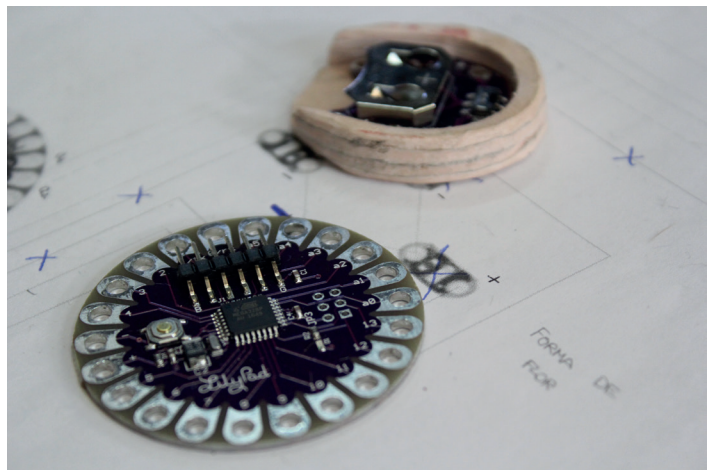
### 3. Conexiones

En todos los pasos explicados anteriormente ha sido necesario trabajar con mucha cautela para no dañar ninguna de estas conexiones.



### 4. Decoración

Para la decoración ha sido necesario generar una estructura que recubre los dos componentes electrónico (en la parte delantera el LilyPad y en la parte trasera la alimentación) para luego forrarlos y realizar los adornos.



Este proceso se repite del mismo modo para ambos zapatos.





El diseño de los adornos dista de los típicos adornos ya que han sido realizados a medida para conseguir ocultarlos. Los otros adornos, como broches o lazos, no tenían la superficie suficiente para colocar las piezas, sobre todo la placa base, que aunque tiene unas dimensiones bastante favorables, un zapato es una prenda delicada y pequeña.



World



*nike*

**NIKE**





## 9 Evolución



## 9. Evolución

Como se ha dicho anteriormente, la idea principal era conseguir un efecto visual en el que a medida que se aumentaba la velocidad del paso, se aumentara la intensidad del LED. Para ello, se consiguió un programa en ArduinoCC que se acercaba a la idea inicial. (véase el programa completo en el anexo II).

En primer lugar, tras activar las variables que se iban a utilizar sobre la aceleración y marcando las variables leds como salida de datos, se introdujo una fórmula que transformaba los datos analógicos del acelerómetro en coordenadas de un vector que llamaríamos velocidad. En dicha fórmula, se tenían en cuenta valores como un Voltaje de referencia o la ceroGravedad. Con esto conseguimos un acercamiento al valor deseado.

El segundo paso fue calcular el módulo de dicho vector para así conseguir introducir un rango de oscilaciones de aceleraciones para encender y apagar en función del valor extraído.

```
void loop() {  
  
  ax = analogRead(lectX);  
  ay = analogRead(lectY);  
  az = analogRead(lectZ);  
  
  ax = ((ax / 1024.0) * vref - ceroG) / sens;  
  ay = ((ay / 1024.0) * vref - ceroG) / sens;  
  az = ((az / 1024.0) * vref - ceroG) / sens;
```

A continuación se procede al mapeo. Esto es un extracto de datos, a partir de una gráfica, en la que se observa toda la lectura del acelerómetro. Observando que la oscilación estaba entre 0 y 3 aproximadamente, siendo 0 cuando esta en reposo, se propuso un rango de entre 1 y 2 para extrapolar dichos datos y enviar información al led para encender. Como el led recibe información entre 0 y 1023 se ha extrapolado a esos datos consiguiendo una sensibilidad aceptable.

```
trans = map(aceleracion, 1, 2, 0, 1023);  
trans = constrain(trans, 0, 1023);
```

El resultado del proyecto con dichos datos no era el esperado. El acelerómetro detecta aceleraciones sobretodo en caída libre, por tanto solo se conseguía que el led se encendiera cuando la pisada estaba descendiendo. La parte más difícil de este proyecto era conseguir ajustar sobretodo esta última parte de lectura de datos. Para que el acelerómetro fuera completamente viable necesita el acompañamiento de un giroscopio. Este a su vez detecta cambio de movimiento, y en ese caso podríamos calcular la velocidad. Con este dato sería más factible la idea de aumentar o reducir la intensidad del led en función de dicho valor. Pero esta opción, al requerir otro componente electrónico, requiere más espacio en el zapato para ser ocultado. Por esa razón, se descarta esta idea por el momento, aunque no se descarta para futuros estudios sobre el prototipo.

Aprovechando la placa base del LilyPad, se elabora un programa mucho más sencillo en que el led parpadea con una oscilación de 0,5 segundos. De este modo se consigue un efecto visual rápido y que funciona. (explicación previa en la página 65) Este programa podría variar en el tiempo de oscilación o incluso alternando los leds, haciendo que se inicie uno antes que el otro. (parpadeo alterno).

Tras seguir pensando opciones debido a que el resultado no era el que se esperaba, empiezan las hipótesis. El zapato está cerrado, y trabajando con los componentes descritos el resultado final puede variar entre los dos programas previamente nombrados (*véase en el anexo II*).

Simplificando el circuito electrónico conseguiríamos un resultado similar y sin tantos componentes, hecho que mejoraría la estética final del proyecto. Para ello, podríamos prescindir del acelerómetro y utilizar un pulsador en el tacón. Al presionarlo sobre el suelo el circuito se cerraría y por tanto se activarían las luces. Esta opción resultaría más simple, y si el resultado no necesita más programación podríamos incluso prescindir de la placa base de LilyPad, y por tanto el zapato necesitaría un adorno menos. Pero esto solo son casos hipotéticos que se deberían seguir estudiando. Con el proyecto, en este momento, tenemos más margen de programación, y por tanto el usuario, si tiene conocimientos en lenguaje CC, puede seguir programando el zapato a su gusto.

# Problemas observados

Hasta aquí, las primeras pruebas con el zapato eran favorables. Ambos programas funcionan, y la decisión final ha sido mantener el programa que permite que ambos LED's parpadeen a la vez.

El siguiente paso fue empezar a documentar todo lo sucedido, queriendo realizar fotos y videos para mostrarlo. Así pues, se desconectó la placa base del ordenador y se introdujo una pila de botón de 3V para que le diera la corriente necesaria. En ese momento, se observó que los led's no funcionaban. Al haber estado funcionando todo este tiempo, no se planteó la posibilidad de que la conexión del adaptador de la pila no fuera correcto.

Tras muchos intentos para conseguir solucionar este problema, detectamos que existe una falta de conexión en un puerto, a la cual no se puede acceder en estos momentos. En este zapato, existe una conexión entre la placa base y el adaptador de la pila. Un puerto negativo del adaptador va hasta el puerto negativo de la placa, y un puerto positivo del adaptador esta conectado con el positivo de la placa. Como se observa en la imagen, el adaptador tiene dos polos positivos, y dos negativos. Tras muchos estudios, se esta estudiando la posibilidad de que ambos puertos positivos, y ambos negativos, debieran estar conectados entre sí, pa mas tarde conectarse a la placa. El problema de este proyecto es que acceder al circuito y a las conexiones es una tarea muy dificil, por no decir imposible, ya que el zapato esta totalmente cerrado y las conexiones se encuentran entre el forro y la tela. En otro tipo de proyecto en el que las conexiones van dentro de un objeto o carcasa, es más fácil seguir comprobando y mejorando en cualquier momento del proceso.

En estos momentos, se sigue trabajando para conseguir acceder al error y solucionarlo. Este proyecto se sigue valorando hasta conseguir los resultados esperados.



Prueba del Zapato Sandra - Conexión con ordenador



*Estu*







## **10** Presupuesto

## 10.1. Escandallo

El concepto del escandallo es similar en la elaboración o fabricación de un producto o la ejecución de un proyecto que lleve incorporados materiales.

El escandallo permite obtener el cálculo previsto del coste de un producto incorporando aquellos recursos directos que vayamos a consumir como puede ser materiales, horas trabajadas, energía consumida, horas máquina...

En primer lugar, se realiza un escandallo sobre el precio de los componentes electrónicos para un par de tacones. En este caso, el precio esta con I.V.A incluido y contando que se compra a pequeña escala.

De este modo conocemos el precio inicial de nuestro producto, considerando que hacemos solamente un par.

Producto	Proveedor	Cantidad	Precio/Unidad	Coste total
Placa base	SparkFun	2	15,95	31,9
Acelerómetro	SparkFun	2	14,95	29,9
LED's (5 piezas)	SparkFun	1	2,95	2,95
Adaptador pila	SparkFun	2	1,95	3,9
Hilo conductivo	SparkFun	1	3,95	3,95
				72,6

Presupuesto de las piezas

Servicio	Cantidad	Precio/Unidad	Coste total
Precio base modelo	1	110	110
Adorno LilyPad	2	17,5	35
Adorno Pila	2	12,5	25
Preparación Tacón	2	10	20
Horas de cableado	16	20	320
			510

Presupuesto de los servicios ofrecidos por Descans

Este último presupuesto sobre el servicio ofrecido por los artesanos es sin I.V.A, por tanto un par, añadiendo el precio de los componentes electrónicos estaria sobre los 685€.

## 10.2. Precio venta al público

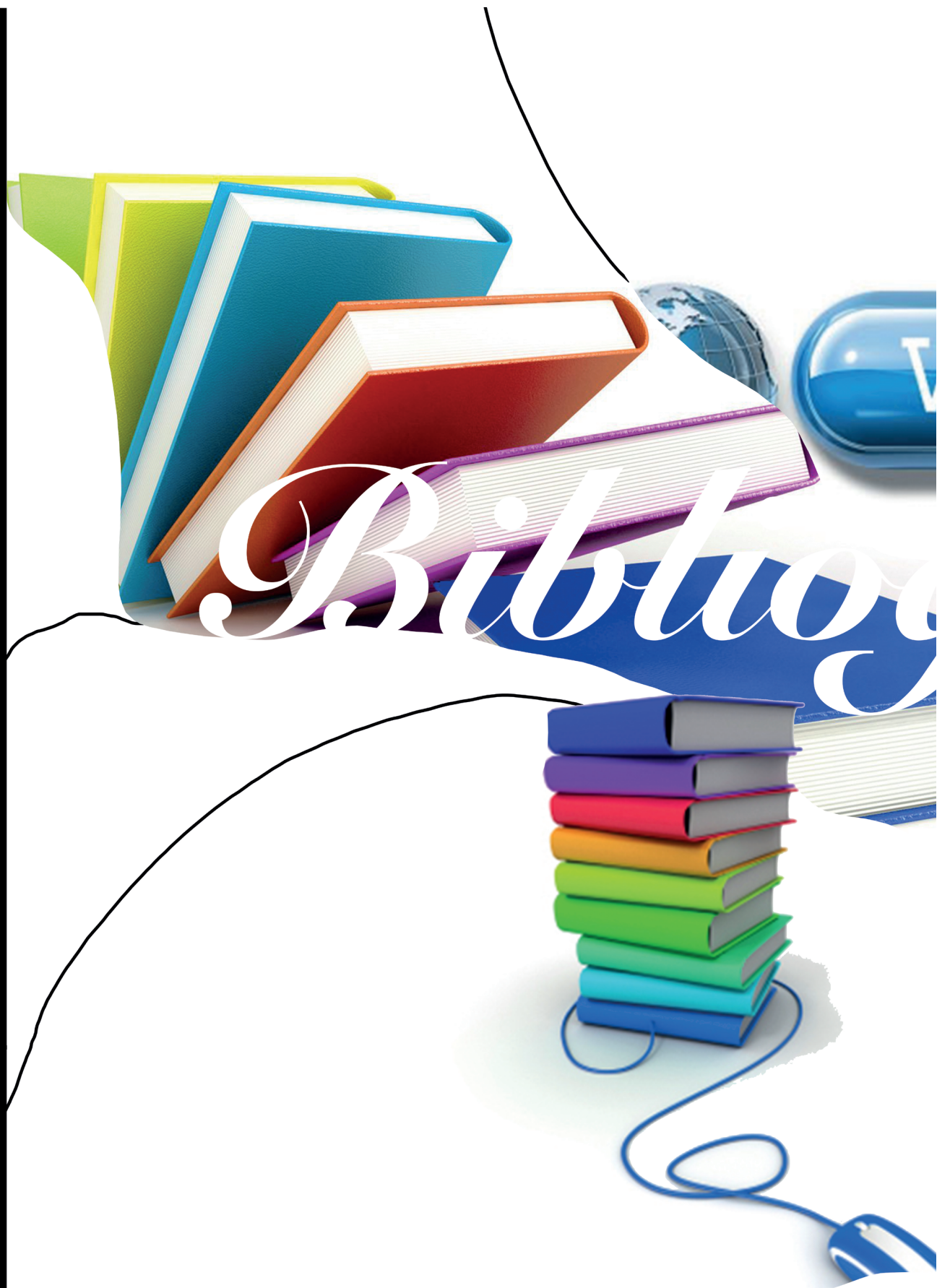
En este momento, se realiza una previsión del precio estimado del producto considerando una fabricación de un mínimo de 100 piezas. Contando con una tirada de este tipo, los tiempos de producción se reducirían, y podría reducirse el precio final del producto en un 20%.

Por tanto, el precio aproximado para una tirada de este tipo rondaría los 520€, contando el material y la mano de obra.

Es por ello que el precio de venta al público debería tener un incremento para conseguir cierta rentabilidad, siendo pues su precio final como mínimo a partir de los 650€.



Zapato Sandra





**11**

## **Bibliografía**

# 11. Bibliografía

Libro: Historia del calzado

Tesis Doctoral. Bodymap, el futuro de la moda

<http://www.makerfairerome.eu>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Estado\\_del\\_arte](https://es.wikipedia.org/wiki/Estado_del_arte)

<http://normasapa.net/que-es-el-estado-del-arte/>

<https://es.slideshare.net/yuli27g/estado-del-arte-seminario>

<http://www.posgrado.unam.mx/musica/lecturas/>

[LecturaIntroduccionInvestigacionMusical/epistemologia/EstadoArte.pdf](#)

<http://www.dispositivoswearables.net>

<https://bbvaopen4u.com/es/actualidad/tejidos-inteligentes-lilypad-arduino-el-corazon-de-la-ropa-que-piensa>

<http://www.levante-emv.com/fallas/2014/01/29/moda-xviii-llega-pies-fallera/1072829.html>

<https://www.districtofallas.com/historia/historia-del-traje-de-fallera-y-de-fallero/>

<http://lahistoriadelamoda.webnode.es/los-italianos/>

[https://www.vanitatis.elconfidencial.com/estilo/2016-04-13/tejidos-inteligentes-seis-cosas-que-la-ropa-del-futuro-sera-capaz-de-hacer-por-ti\\_1182049/](https://www.vanitatis.elconfidencial.com/estilo/2016-04-13/tejidos-inteligentes-seis-cosas-que-la-ropa-del-futuro-sera-capaz-de-hacer-por-ti_1182049/)

<https://nanotecnologia.fundaciontelefonica.com/2007/11/21/tejidos-inteligentes-i/>

<http://www.textileworld.com/textile-world/features/2017/03/wearable-electronics/>

<https://elandroidelibre.elespanol.com/2016/09/historia-de-los-wearables.html>

[www.cetronic.es](http://www.cetronic.es)

<http://ultra-lab.net/tienda/soporte-lilypad-para-bater%C3%AD-moneda-con-interruptor>

<http://www.ticbeat.com/cyborgcultura/zapato-nuevo-wearable-samsung/>

<http://es.ccm.net/news/18297-nuevo-wearable-zapatos-inteligentes>

<https://www.zonamovilidad.es/wearable-lenovo-zapatillas-inteligentes-tecnologia-yaofat-f2.html>  
<http://www.harpersbazaar.es/moda/tendencias/moda-y-tecnologia-una-historia-cronologica/>  
[http://www.gescomchile.com/que\\_son\\_los\\_leds\\_y\\_como\\_funcionan.html](http://www.gescomchile.com/que_son_los_leds_y_como_funcionan.html)  
<https://www.youtube.com/watch?v=vLoJrHeURxY>  
<https://www.audifon.es/gafas-zungle-panther>  
<https://www.zungleinc.com>  
<https://www.muycomputer.com/2014/12/15/zapatos-inteligentes/>  
<https://magnet.xataka.com/why-so-serious/que-tienen-las-zapatillas-con-suela-led-la-ultima-tendencia-que-lo-esta-petando>  
<https://www.xataka.com/eventos/intel-curie-es-un-modulo-con-el-tamano-de-un-boton-que-convierte-a-cualquier-objeto-en-inteligente>  
<http://www.ticbeat.com/tecnologias/en-2019-se-venderan-173-millones-de-wearables-segun-idc/>  
<http://www.hintmag.com/post/head-over-heels-for-the-brooklyn-museums-new-exhibit--august-25-2014-1549>  
<https://www.sparkfun.com>

Google Imágenes



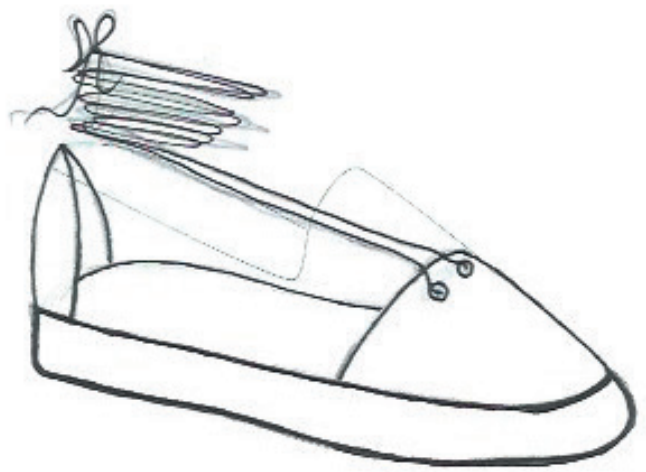
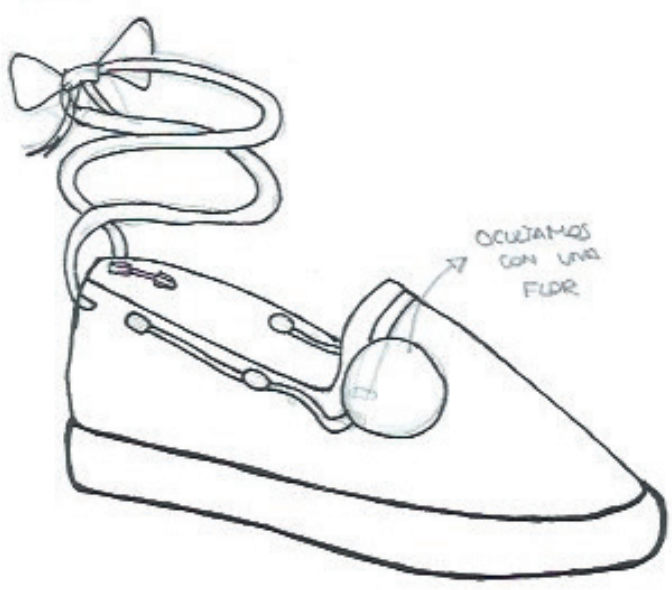
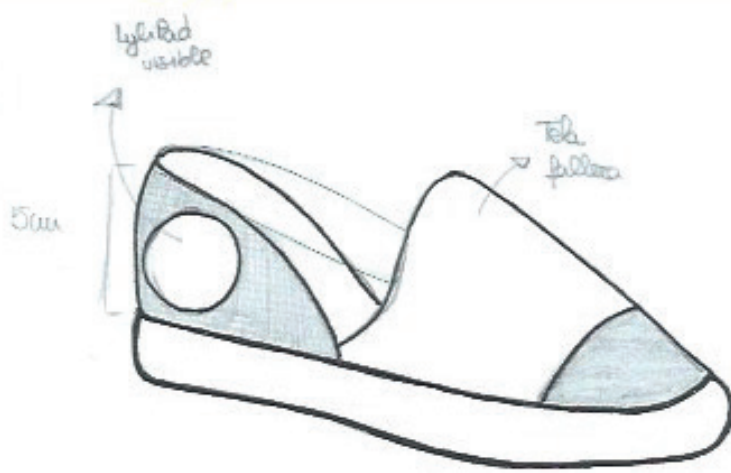
Bocetos principales  
Alpargatas  
Zapato tacón

Patrones Zapato Sandra

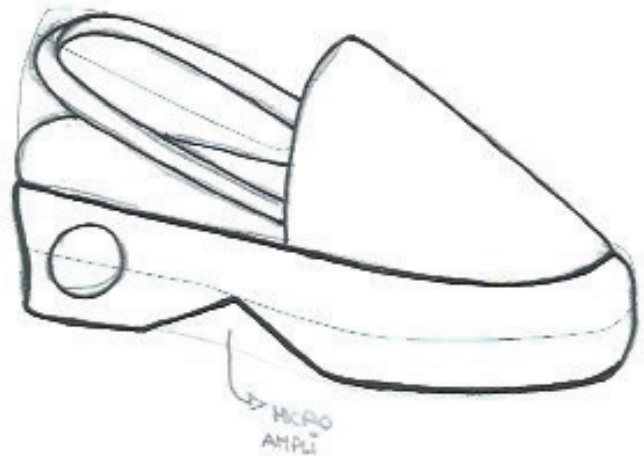




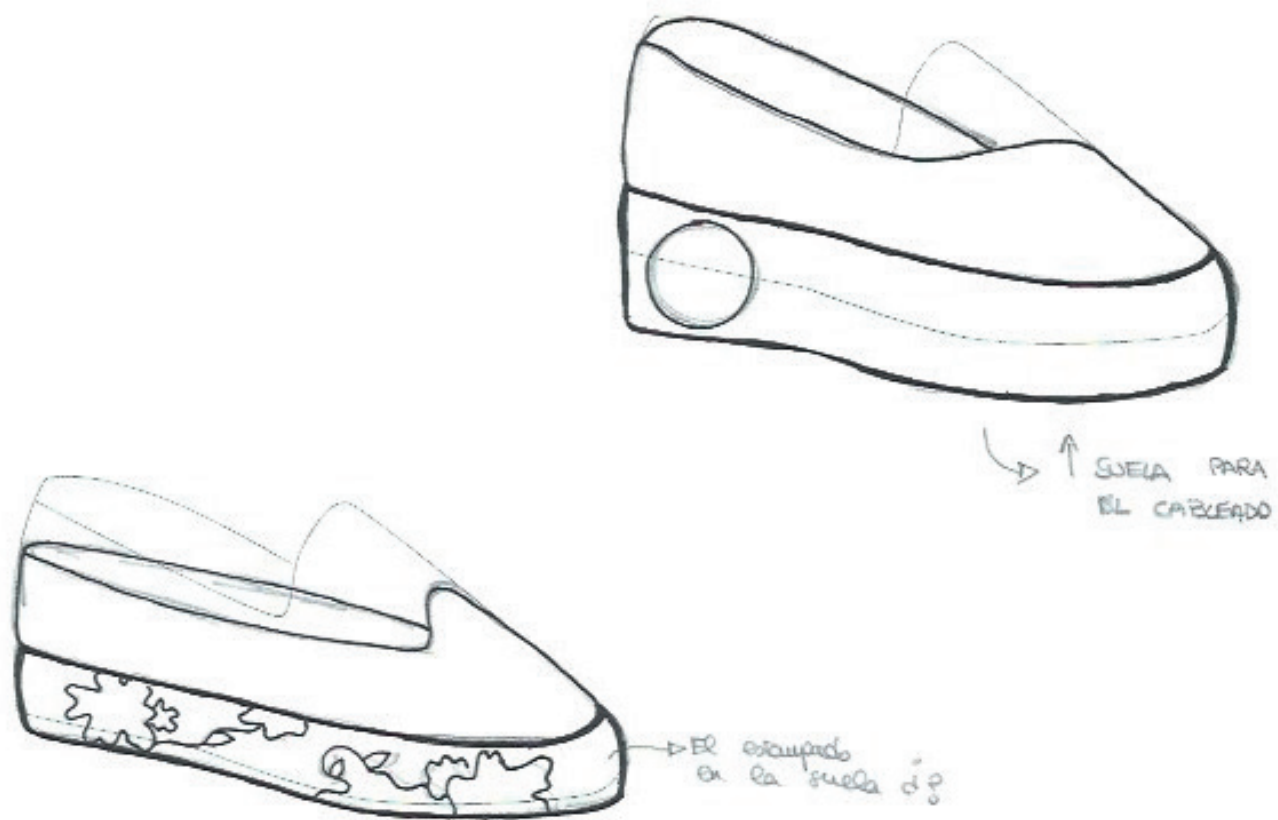
## **2 Anexo: planos vistas y patrones**

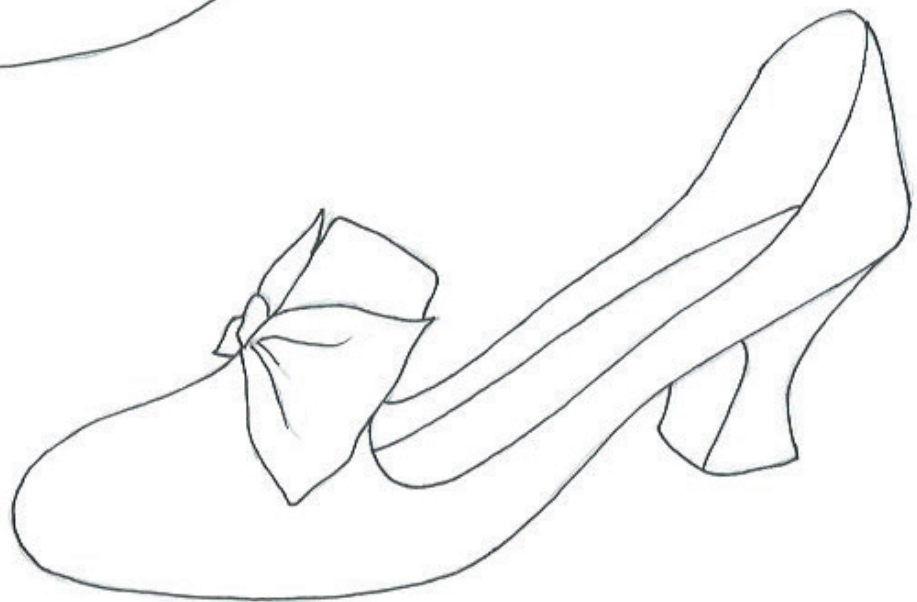
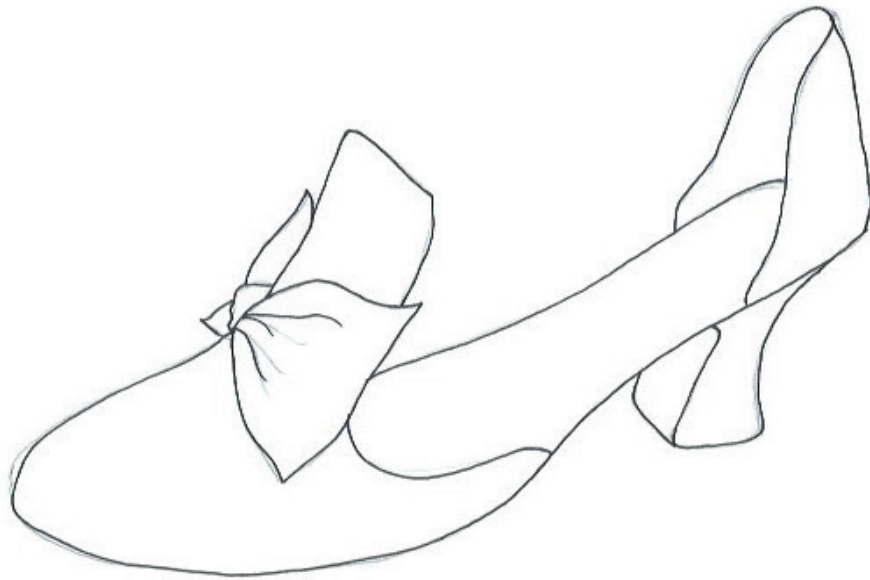
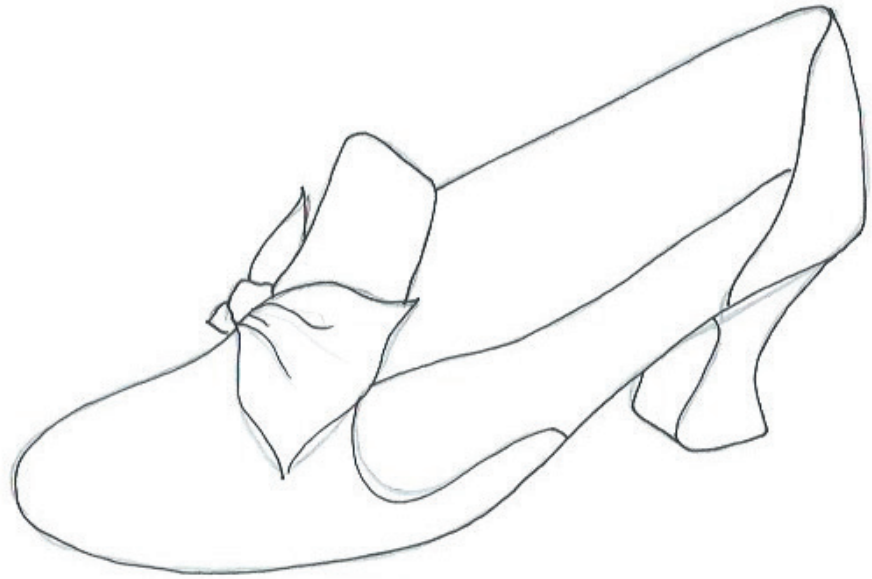


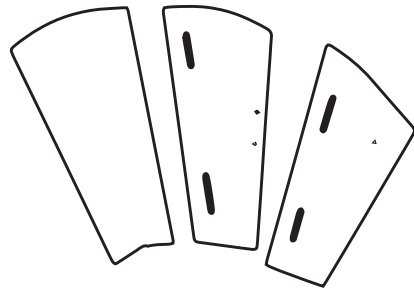
LINES 12 16 scale



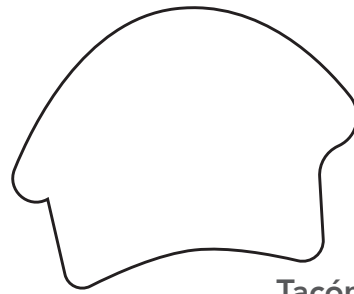
- LyliPad
- leds
- pila de reloj
- microfono y amplificador



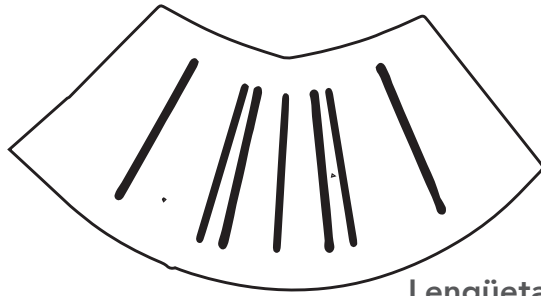




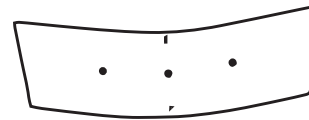
Puntera



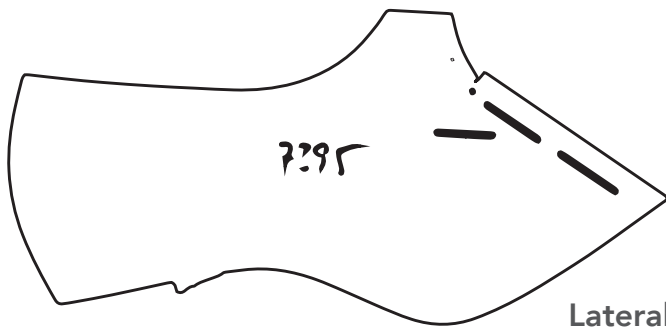
Tacón



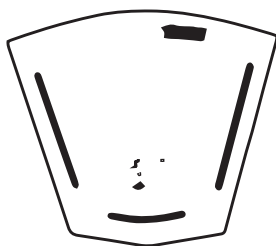
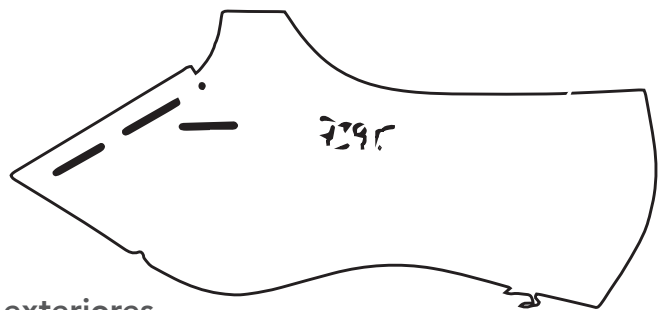
Lengüeta



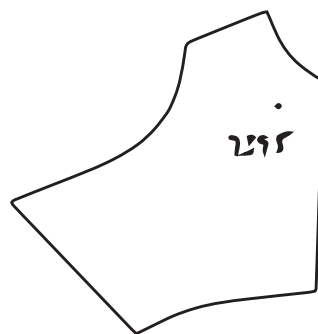
Tira empeine



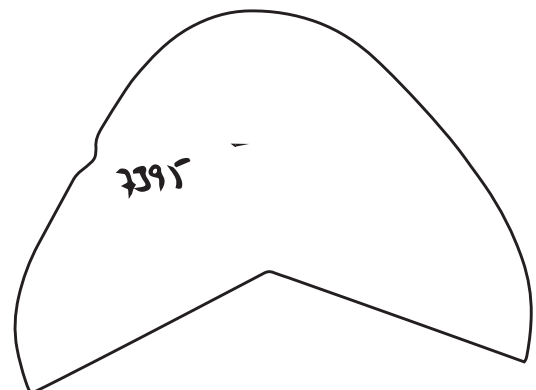
Laterales exteriores



Forro pala



Forros laterales



Forro pala

Las dimensiones de los patrones, su escala, no puede ser indicada por motivos de confidencialidad de la empresa.

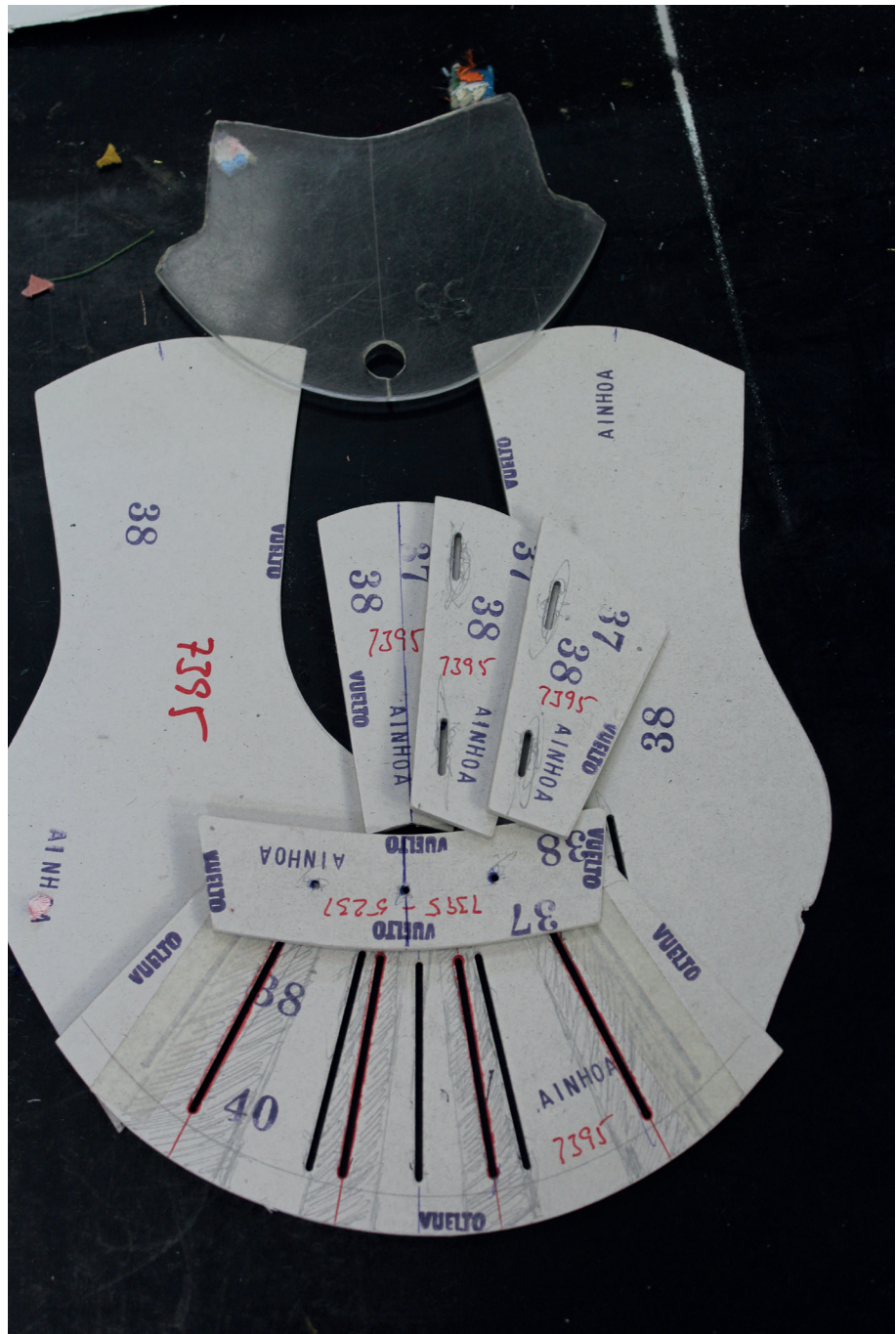


Imagen de la colocación total de los patrones exteriores.

Ficha técnica Zapato Sandra

Programa Arduino I  
Programa Arduino II



# **13** Anexo: fichas técnicas



# ZAPATO SANDRA

## VISTA



### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:

Talla: 38

Altura del tacón: 70mm

### ARTESANO:

Descans - Par a Par  
Artesanos de calzado

### MATERIALES:

Sedas de estampado floral y liso

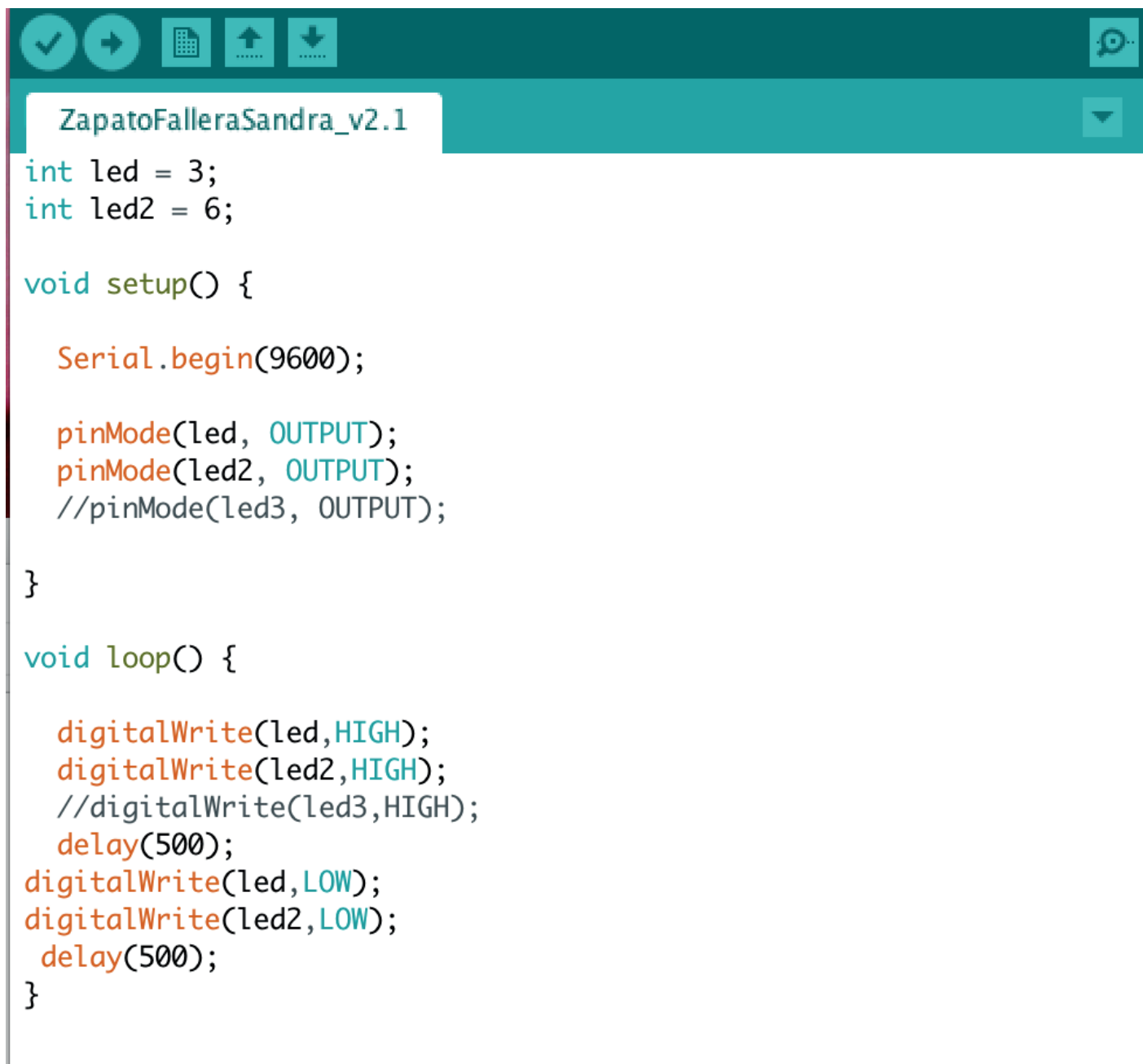
### TECNOLOGÍA UTILIZADA:

Placa base LilyPad Arduino  
Acelerómetro  
Adaptador Pila  
Luces Led's  
Hilo conductor

## DESCRIPCIÓN:

Se trata de un zapato típico del siglo XVIII rediseñado con la finalidad de unir tradición y vanguardia. La tecnología que utiliza permite potenciar el centro de algunas de sus flores con led's. El programa introducido esta creado para que el centro se ilumine y se apague con una oscilación de 0,5 segundos.

La finalidad es conseguir que este zapato, utilizado unicamente en una época concreta del año (las fallas), pueda utilizarse en un ámbito más cotidiano. Además, conseguir que la tecnología se adapte a la moda sin parecer una característica demasiado futurista. Se busca causar un impacto en los usuarios para que vean las posibilidades que ofrece la mezcla de estos dos mundos que a priori parecen tan distintos.



The image shows a screenshot of an IDE window titled "ZapatoFalleraSandra\_v2.1". The window contains C++ code for controlling three LEDs. The code defines two pins, led (3) and led2 (6), and implements setup and loop functions. The setup function initializes the serial port at 9600 baud and sets the pins as outputs. The loop function toggles the state of the LEDs (HIGH and LOW) with a 500ms delay between each state change.

```
int led = 3;
int led2 = 6;

void setup() {

  Serial.begin(9600);

  pinMode(led, OUTPUT);
  pinMode(led2, OUTPUT);
  //pinMode(led3, OUTPUT);

}

void loop() {

  digitalWrite(led,HIGH);
  digitalWrite(led2,HIGH);
  //digitalWrite(led3,HIGH);
  delay(500);
  digitalWrite(led,LOW);
  digitalWrite(led2,LOW);
  delay(500);
}
```

```
✓ → 📄 ⬆ ⬇
ZapatoFalleraSandra_v2
int lectX = A1;
int lectY = A2;
int lectZ = A3;
float vref = 3.0;
float ceroG = 1.5;
float sens = 0.3;

float ax = 0;
float ay = 0;
float az = 0;

double aceleracion = 0;
double trans = 0;
int led = 3;
int led2 = 5;

void setup() {

  Serial.begin(9600);

  pinMode(led, OUTPUT);
  pinMode(led2, OUTPUT);

}

void loop() {

  ax = analogRead(lectX);
  ay = analogRead(lectY);
  az = analogRead(lectZ);

  ax = ((ax / 1024.0) * vref - ceroG) / sens;
  ay = ((ay / 1024.0) * vref - ceroG) / sens;
  az = ((az / 1024.0) * vref - ceroG) / sens;

  aceleracion = sqrt(pow(ax, 2) + pow(ay, 2) + pow(az, 2));
  Serial.println(acceleracion);

  trans = map(acceleracion, 1, 2, 0, 1023);
  trans = constrain(trans, 0, 1023);

  analogWrite(led, trans);
  analogWrite(led2, trans);
  delay(200);

}
```



