

Diseño de refuerzo para una tabla para patinar

Gerardo Amador Contreras¹, Noé Alba Baena¹, Luis Gabriel Loeza Chin¹,
Cynthia Vanessa Esquivel Rivera¹, Mario Elías Borunda Escobedo¹

¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Resumen

El presente artículo se centra en ilustrar la terminología y teoría de funcionamiento de una patineta, así como diferentes productos disponibles en el mercado. Así como probar el concepto de los refuerzos de compuestos para un futuro proyecto de refuerzo aplicable post-manufactura. Esto será posible gracias al diseño de un refuerzo basado en experimentos previos y una simulación de esfuerzos que simulen las circunstancias de la fractura a elegir. Así como la obtención de valores relevantes a nuestro proyecto.

Palabras clave: Producto, Mecánico, Materiales, Deporte.

Introducción

El skateboarding es una actividad física que involucra desde el simplemente andar en una banqueta a librar grandes obstáculos como un grupo de escalones. Algunos tan grandes como bajar de un salto un conjunto de 20 escalones. Estos obstáculos pueden ejercer grandes esfuerzos sobre los componentes. Por lo tanto la vida útil del tabla se ve comprometida y el skateboarding se vuelve un pasatiempo cuya inversión aumenta con cada componente fallando. En este documento, se presenta la investigación de la teoría de los esfuerzos involucrados y experimentos anecdóticos para aumentar la vida útil de la tabla con el fin de diseñar un refuerzo que obtenga el mismo fin con materiales alternativos y documentar las mejoras de manera empírica.

El estándar de la industria es la construcción de las *tablas* con siete láminas de madera de maple con pegamento (Figura 1) prensadas en moldes de acero. Estos productos resisten caídas de varios metros con sumando el peso del usuario, esto obviamente afecta su vida útil. A pesar de que este es el método mencionado es el más común, se han realizado experimentos y productos previos para aumentar la vida de estos productos (Skate Warehouse, n.d.; Distribution, 2012).



Figura 1: Tabla estándar de siete laminas (Skate Warehouse, n.d.)

Los refuerzos usados en *tablas* se ha realizado aplicando materiales alternativos. *Almost Skateboards* tiene una amplia gama de refuerzos para la tabla como *Impact Support* (Almost Skateboards, n.d.) que usa discos de fibra de carbono en la zona de los *trucks*¹ (ejes de las ruedas) y ocho láminas de madera (Figura 2) (Eben Woodall, 2007). Por otro lado, *Impact Double* (Almost Skateboards, n.d.) cuenta, además de los discos, con una lámina de fibra de carbono en la lámina superior de la *tabla*, pero usa solo siete láminas de madera. Los discos refuerzan la zona de estrés en la zona de los *trucks*, proveyendo de un soporte más rígido que el resto de la tabla y así disminuyendo su impacto a lo largo del grosor de la *tabla*, y la lámina superior funciona como una barra de refuerzo (Figura3). Recientemente *Almost Skateboards* sacó al mercado un producto intermedio entre *Impact Support* y *Impact Double* llamado *Impact Plus* (Almost Skateboards, n.d.), el cual es similar al producto *Impact Double*, pero el refuerzo superior es parcial y usa ocho láminas de madera (Figura 4).

¹ Los *trucks* son los ejes donde se sujeta la *tabla* y las ruedas de la patineta.

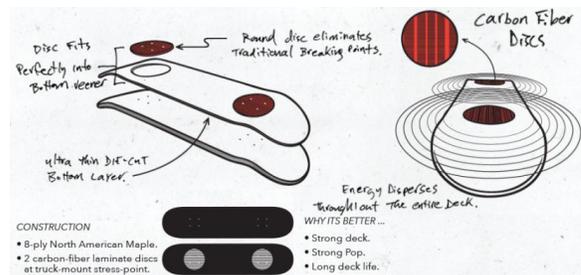


Figura 2: Construcción de un *Impact Support* (Almost Skateboards, n.d.)

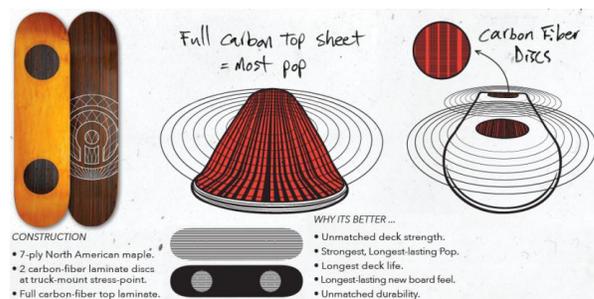


Figura 3: Construcción de un *Double Impact* (Almost Skateboards, n.d.)

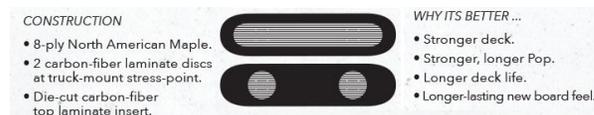


Figura 4: Construcción de un *Impact Plus* (Almost Skateboards, n.d.)

Almost Skateboards también creó otro producto llamado *Über Light* en colaboración con el skateboarder profesional Rodney Mullen, Scott Jensen, Carlo Lunetta, Peter Hill y *C.L. Composites* (Almost Skateboards, n.d.; Peter Hill, 2008). Construido con un refuerzo interno de fibra de carbono y espuma, haciendo la *tabla* más resistente y ligera (Figura 5).

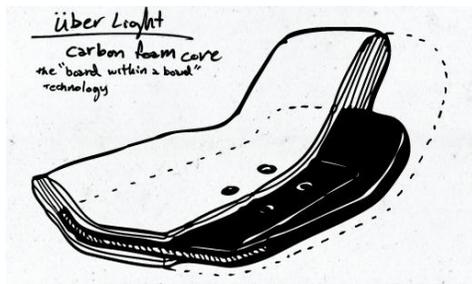


Figura 5: Burdo diagrama de la construcción de un *Über Light* (Almost Skateboards, n.d.)

Aunque *Almost Skateboards* ofrece muchas opciones de tecnologías diferentes, otras empresas han sacado al mercado sus propias alternativas. *Blind Skateboards* tiene un producto llamado *Eternal Life II* (Blind Skateboards, n.d.), el cual es un *tabla* con un soporte hecho de fibras de vidrio triaxial, aumenta a lo largo de la *tabla* la rigidez general. A su vez, *Element Skateboards* ha usado refuerzos parecidos como en su producto *HardLight* (Element Skateboards, n.d.), la cual tiene tres barras de refuerzo de fibra de vidrio pre-tensado a lo largo de la lámina superior (Figura 6), lo cual trabaja como los refuerzos superiores de la variedad *Impact Plus* y *Double Impact* de *Almost Skateboards*.



Figura 6: Un corte transversal de un *tabla* con tecnología *HardLight* (Element Skateboards, n.d.)

Pro 2 Technology es una tecnología usada por *Mystery Skateboards*, *Habitat Skateboards*, *Toy Machine*, *Flip*

Skateboards, *Zero Skateboards*, *Plan B Skateboards*, *Creature Skateboards*, *Santa Cruz Skateboards* y *Skate Mental* (NHS, Inc, n.d.) (Piumarta, 2007). Diseñado por NHS, Inc., este refuerzo es una lámina de Kevlar insertada en la primera lámina de madera (Figura 7), similar a la *Eternal Life II* de *Blind Skateboards* y con el mismo propósito (Blind Skateboards, n.d.).

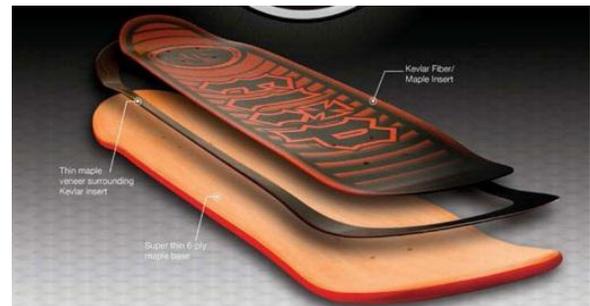


Figura 7: Ejemplo de tecnología *P2* (NHS, Inc, n.d.)

Todas las tecnologías anteriores proclaman que incrementar el "pop" o sensación de dureza de la madera y aumentar la vida de la *tabla*, ya sea evitando el estrés en la zona de los *trucks* o sirviendo como refuerzo general en la madera. Usan varios acercamientos al problema: Desde reforzar la *tabla* de manera general, o también enfocarse en las zonas problemática.

El objetivo es Determinar las características mecánicas de una *tabla* reforzada con un material compuesto y compararlo con una *tabla* estándar.

- Diseñar un refuerzo que utilice el mismo principio de algunas tecnologías presentadas para el experimento que no interfiera con los estándares de ensamblaje.

- Diseñar una prueba para simular los esfuerzos que provocan la fractura elegida.

Comparar los datos de refuerzos contra tablas estándar.

Se prevé que los refuerzos aumenten en 200Kg la fuerza necesaria para realizar una fractura inicial al igual que la fuerza necesaria para encontrar la fuerza máxima

soportada por la tabla. La hipótesis nula establece que las tablas sin refuerzo son igual de resistentes que las tablas con refuerzo. La hipótesis alterna indica que las tablas sin reforzar resisten menos esfuerzo que las tablas reforzadas.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 < \mu_2$$

Alcance y Delimitación

Investigar desempeño de la resistencia de los *tabla* reforzado contra *tabla* sin reforzar bajo lo que se definirá una fractura típica de uso apropiado. El número de pruebas para la investigación será en base la disponibilidad

de elementos de prueba dado el alto costo de las mismas. Tampoco se pretende modificar el diseño de manera que los estándares de ensamblaje o uso sean cambiados.

Marco Teórico

Los tipos de fallas existentes en la *tabla* se pueden clasificar en 3 diferentes categorías: *focused*, Delaminación y fractura por estrés.

- ***Focused***. Este tipo de fractura tiene lugar cuando la *tabla* se fractura justo por la mitad. Este tipo de fractura normalmente ocurre cuando un usuario destruye el producto a propósito, ya sea por enojo o diversión (Figura 8).



Figura 8: Ejemplo de una fractura *focused*

- ***Delaminación***. Esta ocurre cuando las láminas de madera se desprenden una de otra y por lo tanto debilitando la estructura general de la tabla. Las causas más frecuentes son la mala calidad de la madera, la tabla se puso en venta antes de que el pegamento terminara de curar, golpes en la orilla de la tabla, *razortail*² o la fatiga de uso (Figura 9).

² *Razortail* es el desgaste de los extremos de la *tabla* debido a excesiva fricción contra el concreto.



Figura 9: Delaminación de un tabla

- **Fractura por eje.** Se podría considerar que es producido por un uso generalmente adecuado de la patineta, evitando estrés excesivo en la madera (Figura 10).



Figura 10: Fractura por eje

Un análisis de elemento finito no es recomendable ni aplicable en un material como la madera pues no es homogéneo ni isotrópico. Sin embargo, puede darnos una idea de en qué zona está el estrés. Usando el ejemplo del pie en el *tail/nose* y el otro en la zona de los *trucks* se realizó un análisis básico en SolidWorks para mostrarnos los puntos de estrés máximo sobre el componente. Se mostró una clara tendencia en la orilla de la zona de los trucks.

Indicando una probable fractura similar a la fractura por estrés (Figuras 11 y 12).

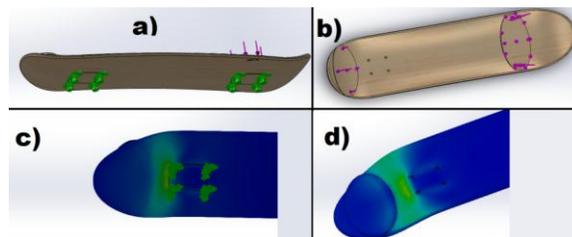


Figura 11: Análisis de elemento finito: a) Superficies de Anclamiento. b) Superficies de aplicacion de esfuerzo c) Estrés mostrado en la parte inferior del tabla. d) Estrés mostrado desde la parte superior del tabla.

La explicación de tal efecto es que la fuerza de impacto genera un esfuerzo cortante sobre la tabla, la orilla del truck funciona como pivote de giro y genera ese esfuerzo cortante. Las perforaciones para los tornillos generan algo de debilidad estructural, pero el estrés mayor se genera en la de la orilla del *truck*.

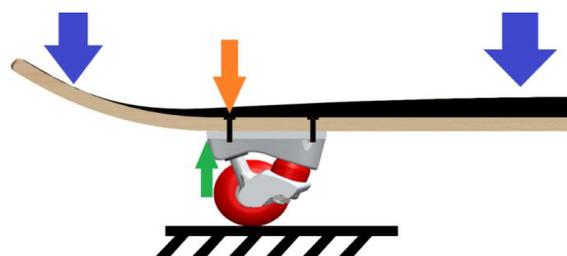


Figura 122: Las flechas azules indican la fuerza de impacto, la flecha verde indica el pivote donde se provoca el pico de estrés en la madera, la flecha naranja indica las perforaciones para los tornillos.

Metodología y Resultados

Primero se procedió a preparar las tablas para las pruebas. Primero se cortaron para obtener dos piezas de prueba por tabla (Figura 13).



Figura 13: Corte de la tabla para pruebas dobles.

Se procedió a preparar para lijado y reforzado. Las tablas se acomodan en pares listas para probarse y compararse con su tabla par (Figura 14).



Figura 14: Tablas listas para el reforzo en la izquierda. Tablas de control a la derecha.

El proceso de reforzo se muestra a continuación, el preparado de la mezcla no tiene un valor estándar tomado de la industria, sin embargo se utilizará la misma cantidad para todas las tablas perforadas (Figura 15).

Una vez listas las tablas de reforzo se les hacen una prueba destructiva a todas las tablas (Figura 16).



Figura 15: Método de reforzo para las tablas de patinar.

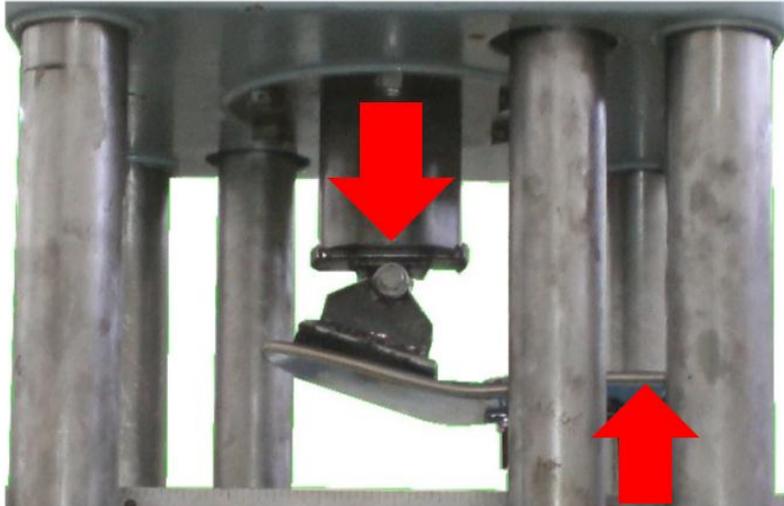


Figura 16: La tabla lista para la prueba de estrés en una maquina universal.

Una vez que se obtienen las pruebas se indican los puntos máximos y primera fractura. Estos valores se usarán para realizar una prueba de hipótesis para probar la diferencia de medias (Figura 17).

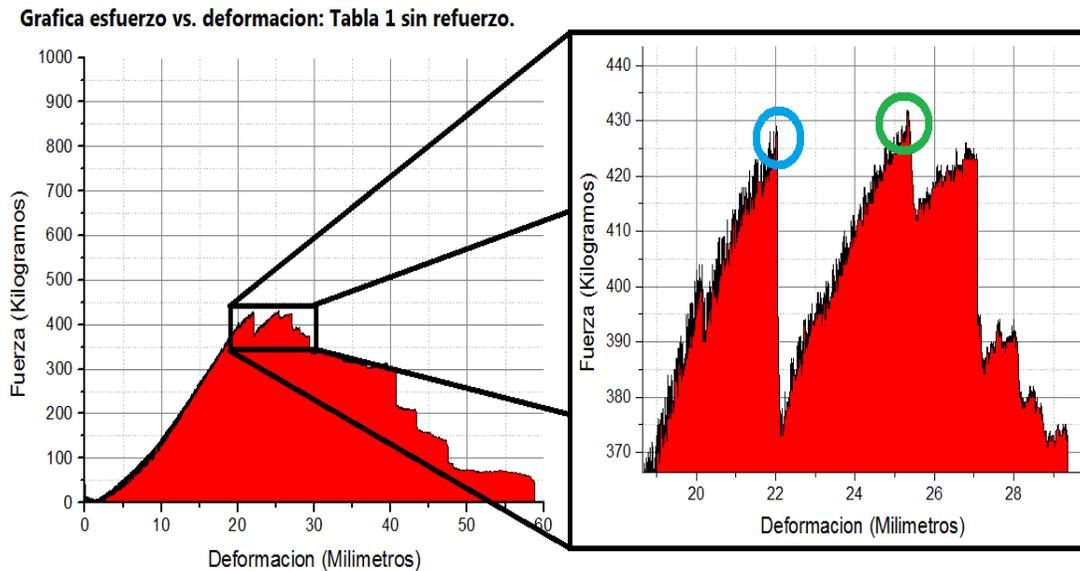


Figura 17: En el círculo azul se observa la primera fractura y en el círculo verde se observa el pico máximo.

Después de obtenerse los valores se realiza una prueba 2-sample T. En el primer caso de la primera fractura (Figura 18).

La media de resistencia de tablas sin refuerzo fue de 450.4 kilogramos con una desviación estándar de 97.7. En cambio la media de resistencia de tablas con refuerzo es de 778.0 Kilogramos con una desviación

estándar de 114. Con una diferencia estimada de 327.8 Kilogramos. Probabilidad de obtener este resultando asumiendo que la hipótesis nula es cierta: 0.001 ó 0.1%. Esto quiere decir que existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. Después se realizó una prueba de hipótesis 2-sample T de la fractura de pico máximo (Figura 19).

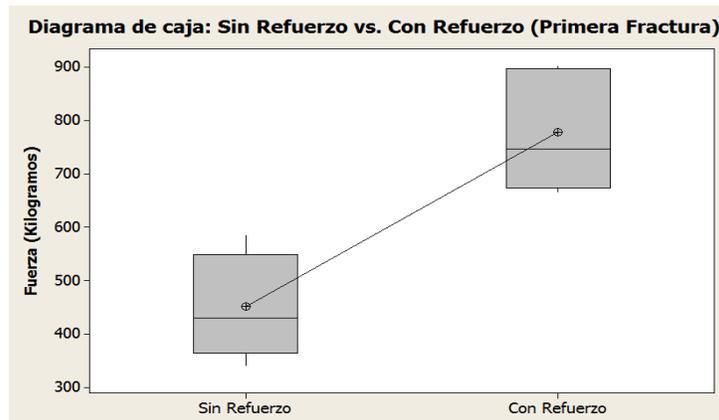


Figura 18: Diagrama de caja de la diferencia entre tablas sin refuerzo contra tablas con refuerzo.

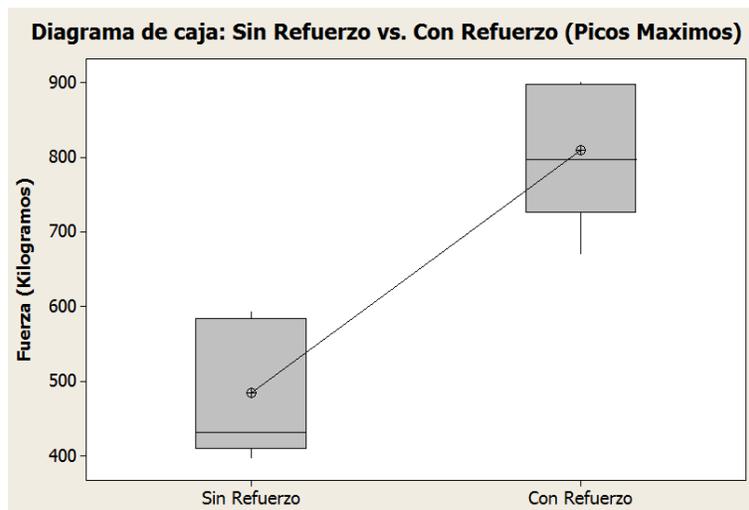


Figura 19: Diagrama de caja de la diferencia entre tablas sin refuerzo contra tablas con refuerzo en pico máximo.

La media de resistencia de tablas sin refuerzo fue de 484.4 kilogramos con una desviación estándar de 92.5. En cambio la media de resistencia de tablas con refuerzo es de 809.6 Kilogramos con una desviación estándar de 94.1. Con una diferencia estimada de 325.2 Kilogramos. Probabilidad de obtener este resultando asumiendo que la

hipótesis nula es cierta: 0.000. Esto quiere decir que existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula (Figura 20). Al comparar las medias se puede observar una clara tendencia de incremento de fuerza necesaria para fracturar las tablas reforzadas (Figura 20).

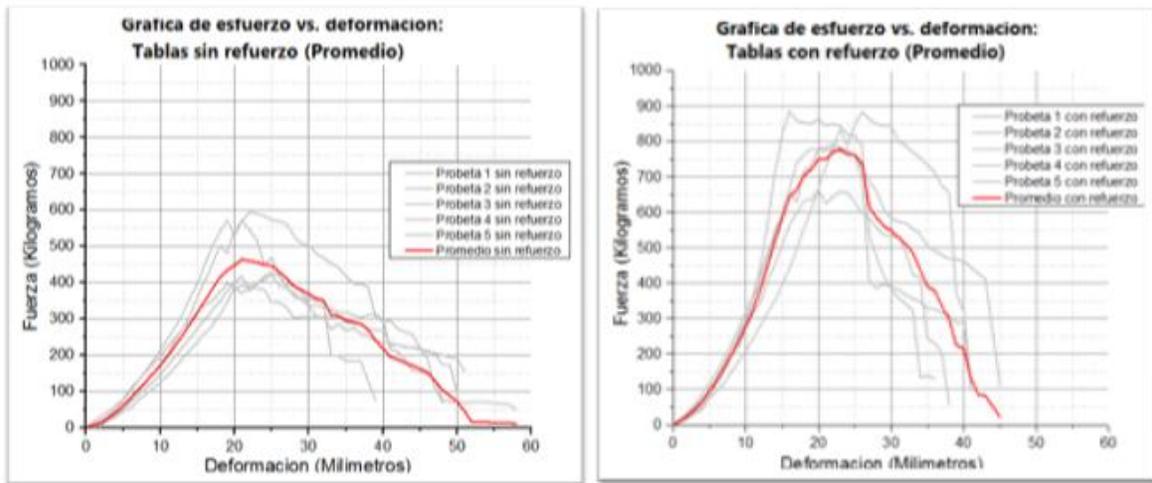


Figura 20: Las medias de las tablas sin refuerzo y la media de tablas con refuerzo.

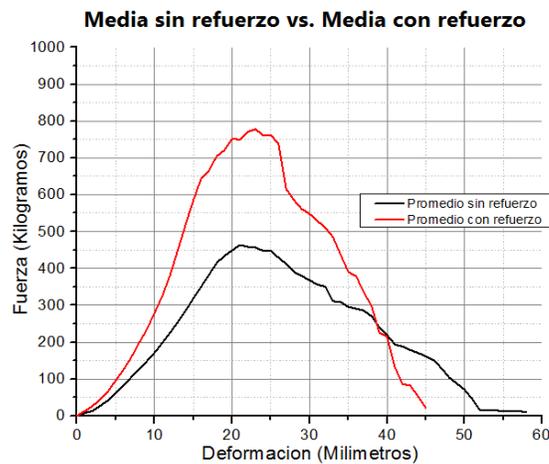


Figura 21: Medias de tablas reforzadas y sin reforzar comparadas en la misma gráfica.

Referencias

Almost Skateboards. (n.d.). Almost Impact. Recuperado el Abril de 2013, de Almost Skateboards: <http://almostskateboards.com/impact/>

Almost Skateboards. (n.d.). Über Light. Recuperado el Abril de 2013, de Almost Skateboards: <http://almostskateboards.com/uber-light/>

Blind Skateboards. (n.d.). Recuperado el Abril de 2013, de Warehouse Skateboards: <http://www.warehouse skateboards.com/blog/wp-content/uploads/2010/03/Untitled.jpg>

Distribution, D. (Dirección). (2012). DSM Designed And Muilt By Skareboarders [Película].

Eben Woodall, C. L. (2007). Patente n° US8336895. Estados Unidos.

Element Skateboards. (n.d.). Recuperado el Abril de 2013, de Element Skateboards: <http://elementskateboards.com/micro/2011/catalog/constructions/banners/highlight.html>

NHS, Inc. (n.d.). Pro 2 Technology. Recuperado el Abril de 2013, de Pro 2 Technology: <http://www.p2skateboards.com/>

Peter Hill, S. J. (2008). Patente n° US7347431. Estados Unidos.

Piumarta, T. (2007). Patente n° US8419026. Estados Unidos.

Skate Warehouse. (n.d.). Anatomy. Recuperado el 10 de Julio de 2013, de Skate Warehouse: <http://www.skatewarehouse.com/anatomy.html>