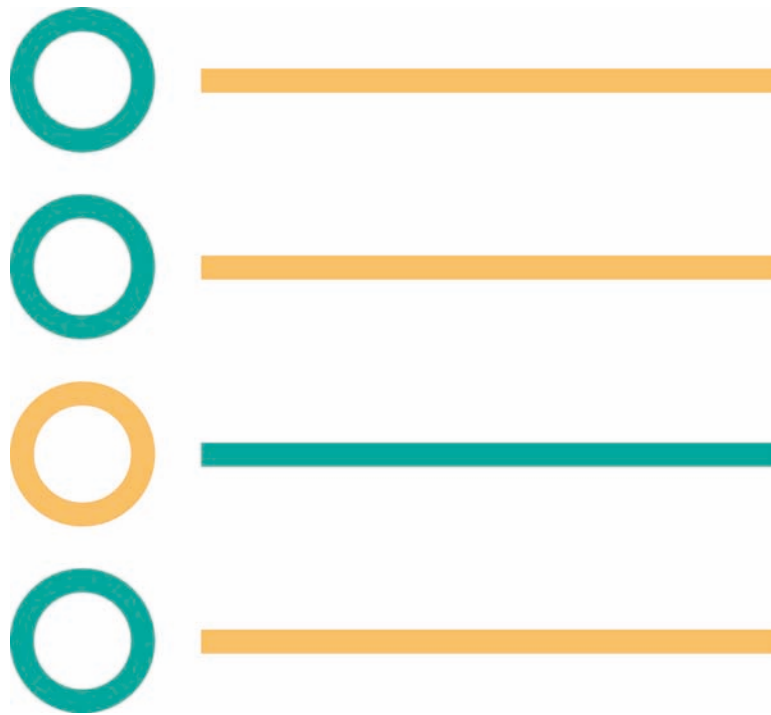


Rediseño y mejora de las prestaciones en una guitarra eléctrica.

Alumno: Lluís Mas i Torres
Tutor: Luís Cabedo Mas

Grado en diseño industrial y desarrollo de productos.
Julio de 2015



Índice.

Memoria.	1
Objeto del proyecto.	3
Alcance.	4
Antecedentes.	5
Referencias.	7
Normativa.	7
Fuentes de información.	7
Programas empleados.	8
Definiciones.	9
Estudio del problema.	13
Aspectos problemáticos.	13
Bocetos preliminares.	16
Consideraciones ergonómicas del mástil.	20
Alternativas.	22
Solución final.	24
Descripción.	24
Materiales.	24
Electrónica.	25
Descripción de detalle de las piezas conformadas.	25
Listado de piezas comerciales.	34
Utilización y funcionamiento.	36
Renders finales del producto acabado.	41
Planos de detalle y montaje.	45
1ª Parte: Puente.	47
2ª Parte: Cuerpo y mástil.	63

3ª Parte: Montaje.	71
Pliego de condiciones.	75
Descripción de los materiales.	77
Acero ASTM-CF20.	77
Acero AISI 420.	77
Madera de palo santo.	78
Madera de haya.	78
Justificación del uso de Acero ASTM CF-20.	79
Calidades mínimas.	81
Condiciones de fabricación.	83
Condiciones de utilización.	85
Normativa aplicable.	89
Presupuesto.	93
Datos de partida.	95
Coste de las piezas comerciales.	95
Coste de las materias primas.	98
Costes de producción.	99
Coste total del producto.	102
Precio de venta y conclusiones.	103
Promoción y comunicación.	105
Segmentación y público objetivo.	107
Objetivos estratégicos.	108
Estrategia competitiva.	109

Decisiones de marketing mix.	110
Producto.	110
Precio.	110
Marca.	110
Distribución.	110
Comunicación.	111
Miniatura de un panel de promoción.	113
Impacto ambiental.	115
Consideraciones previas.	117
Impacto de las materias primas.	117
“De la cuna a la tumba”.	121
Otros indicadores medioambientales.	122
Huella de carbono.	124
Anexos.	125
Búsqueda de información.	127
Búsqueda obtenida de los proveedores.	127
Puentes de trémolo.	127
Trastes.	133
Puentes secundarios.	134
Cejillas.	135
Mástiles.	136
Electrónica.	137
Clavijeros, afinadores.	138
Cuerpos cajas.	139

Búsqueda obtenida de los usuarios.	141
Cuestionario de preferencias.	141
Cuestionario de forma.	143
Cuestiones circunstanciales y auto-importancia.	144
Cuestionario Kano.	146
Técnicas de creatividad.	151
Brainstorming.	151
SCAMPER.	155
Estudio de mercado.	161
Público objetivo.	161
Marca.	161
Empresa.	161
Competencia.	162
DAFO.	163
Objetivos y especificaciones.	165
Introducción.	165
Nivel de generalidad.	165
Estudio de las expectativas.	165
Circunstancias que rodean al diseño.	166
Estudio de los recursos disponibles.	167
Establecimiento de los objetivos.	168
Transformación en especificaciones.	169
Resumen de los objetivos del producto.	171
Beneficio y razón para crearlo.	172
Patentes y Marcas.	173
Fuentes de información.	179



Memoria.

- **OBJETO DEL PROYECTO.**

La intención final de este proyecto es conseguir un modelo de guitarra eléctrica que cumpla de forma más eficiente las necesidades reales de un guitarrista.

Para ello, se desarrollará un nuevo concepto de puente de guitarra que respete de forma más fiable su afinación ante imprevistos, como roturas de cuerdas, cambios de afinación intencionados mediante el uso de los clavijeros de afinación, o cambios de la posición relativa del puente en el conjunto de la guitarra.

Otros aspectos a tratar son: la mejora de la durabilidad en los trastes utilizando una mejor selección de materiales, la accesibilidad a las notas más agudas y la disposición de todos los componentes para tener un mejor control del instrumento en cualquier situación.

Este proyecto nace a raíz de las observaciones propias que he experimentado durante los años en el uso de diferentes modelos de guitarra eléctrica y que, a día de hoy, siguen sin resolverse por motivos claramente económicos. Las grandes empresas, ante el enorme volumen de ventas que tienen por la propia imagen de la guitarra eléctrica, han dejado de lado los aspectos funcionales al no haber una demanda significativa respecto a sus ventas totales. Obstáculo que no anula la necesidad de investigar la mejora de la capacidad funcional del instrumento.

Con esta adaptación del instrumento, los usuarios más devotos, verán resueltos impedimentos funcionales que, al aumentar el rango de posibilidades técnicas, les permitirán una mayor velocidad de digitación, un mayor rango tonal y una fiabilidad del instrumento mayor para actuaciones en directo.

- **ALCANCE.**

Este proyecto trata la construcción completa de una guitarra desde cero. Por tanto, tendrá partes referidas a la selección de materiales, la ergonomía, los procesos de fabricación, el análisis de los elementos comerciales estandarizados, su montaje y su presupuesto.

Para ello partiré de productos existentes con el fin de encontrar una serie de objetivos y restricciones para el nuevo modelo y poder desarrollar un estudio conceptual del instrumento para encontrar una alternativa que satisfaga las necesidades del instrumentista de forma adecuada.

Con el modelo conceptual elegido, se seleccionaran los materiales en función de criterios de resistencia y peso para, a posteriori, realizar los planos técnicos con todos los detalles necesarios para su construcción.

Finalmente, con todos los datos obtenidos, se generará un presupuesto en base a las piezas nuevas y sus procesos de fabricación, las piezas estándar compradas y el tiempo empleado para su construcción.

Otros puntos importantes a tener en cuenta son las condiciones preliminares que se presuponen: Como la predisposición de maquinaria adecuada para la fabricación de ciertas partes, la venta de un número mínimo de unidades para cumplir con el presupuesto o la red de distribución y ventas necesaria para obtener un beneficio.

- ANTECEDENTES.

Como antecedentes a este proyecto se utilizarán los dos modelos más extendidos en el ámbito de las guitarras eléctricas.

Modelo LP (*Les Paul*):



Fig. 01

Modelo basado en un cuerpo sólido con trémolo de bajo recorrido para mitigar la pérdida de vibración en las cuerdas.

Tanto el mástil como el cuerpo son de caoba y el diapasón de palo santo (palo rosa, *rosewood*), materiales de alta densidad y dureza. Esto, al igual que el trémolo, ayuda favorablemente a aumentar la duración de las notas.

No es un tipo de guitarra apta para llegar a los últimos trastes al tener un cuerpo *single-cut* (con solo un acceso en el cuerpo), ya que la mano choca con el propio cuerpo al intentar presionar las cuerdas.

Los clavijeros y el puente están conformados por moldeo de acero y, aunque las cuerdas son de acero inoxidable, no sufren prácticamente desgaste ya que no tienen mucha movilidad. En cambio los trastes si sufren desgaste por la constante fricción durante el uso.

La electrónica de una guitarra *Les Paul* es, prácticamente en todos los casos, del tipo *HH* (Dos fonocaptores de doble bobinado) con circuito pasivo. Los cuatro potenciómetros son para regular volumen y corte de agudos en cada una de las pastillas de forma independiente.



Fig. 02

Modelo Stratocaster:

Este modelo está fabricado, en líneas generales, con varias partes interdependientes detalladas a continuación:

El mástil, de diferentes tipos de madera como fresno o caoba, que sirve de soporte para el diapasón, el alma del mástil y, en su extremo, la pala con la cejilla y los clavijeros.

El diapasón, que según el modelo es parte del mástil o es una tabla de madera de mayor calidad, donde van incrustados los trastes.

Los trastes, de alambre de alpaca, que se desgastan con el tiempo y requieren sustituciones.

Un trémolo de recorrido tonal alto en sentido descendente y bajo en sentido ascendente, fabricado por moldeo.

Y el cuerpo *double cut* para poder llegar mejor a los trastes altos. Con electrónica para fonocaptadores, generalmente en distribución de tipo SSS (tres fonocaptadores de bobinado simple), aunque también es frecuente el HSS y HSH (Combinaciones de pastilla doble y simple).

Este tipo de guitarra es la más flexible en cuanto al uso y, por ello, será el modelo en el que me basaré para realizar las mejoras pertinentes.

- **REFERENCIAS.**

Normativa.

Reglamento para instalaciones MBTS de muy baja tensión de seguridad UNE 60742 y UNE 61558.

Redacción de memoria UNE157001.

Plegado de planos UNE1027.

Representación de dibujos técnicos UNE1032.

Acotación de dibujos técnicos UNE1039.

Normativa para la redacción del TFG.

Fuentes de información.

Entrevistas a usuarios.

Libros de asignaturas varias (procesos, ergonomía, metodologías del diseño y materiales).

Manual de Fender Stratocaster Powerhouse.

Manual de Ibanez ES.

Manual de Bigsby tremolo.

Suministros musicales Thomann.

Páginas web de las principales marcas (Fender, Gibson, Parker e Ibanez).

Spacenet, centro de patentes.

Bibliografía (en anexos)

Programas empleados.

Autocad, para realización de planos técnicos.

Alias Design, para modelado y rendering.

CES EduPack, para selección de materiales.

Illustrator, para ilustraciones y esquemas en la memoria.

InDesign, para la realización de la memoria.

Photoshop, para retoque de imágenes y creación de texturas para render.

OpenLCA, análisis del ciclo de vida.

SolidWorks, modelado y ensamblaje.

Word, redacción de texto.

Excel, para generar tablas y análisis estadísticos.

Safari, navegador web.

Acrobat X, depuración de pdf final.

- **DEFINICIONES.**

Afinadores: Sistema de engranaje y tornillo sin fin que permite tensar y aflojar la tensión en las cuerdas.

Alma: Pieza metálica con un tornillo tensor que hace que se flexione según el sentido de giro, sirve para compensar el arqueado del mástil, producido por la tensión de las cuerdas.

Barra de trémolo: Palanca desmontable de un puente móvil o flotante que permite desplazar la afinación a voluntad.

Bend: Acción de estirar una cuerda en el diapasón o en el puente para hacer la nota más aguda sin cambiar de traste.

Cejilla: Separador de cuerdas, de hueso sintético (plástico) o latón, situado al final del diapasón e inicio de la pala del mástil.

Cordal: Parte del puente, o separada, en la que se amarran las cuerdas a presión o mediante una bola al final de la cuerda que hace de tope.

Cuerdas: Hilo metálico de materiales variables, aunque generalmente con un interior de acero inoxidable, y de calibres variables según su posición en el cordal.

Cuerpo: Parte principal de la guitarra, hecha de madera, donde se sitúan las pastillas, el selector, el puente y la electrónica.

Diapasón: Tabla de madera de buena calidad que está en contacto directo con las cuerdas cuando se toca el instrumento. En él están incrustados los trastes.

Double Cut: Cuerpo de guitarra con entradas en los dos laterales del mástil para poder acceder mejor a los trastes finales.

Ganancia: Pre-amplificación de la señal que pueden obtener algunas guitarras con una batería incorporada.

Golpeador: Chapa plástica opcional que tienen algunos cuerpos con el fin de no arañar la madera mientras se toca el instrumento.

H Humbucker: Pastilla con dos bobinas. Se puede combinar con el otro tipo de bobinas para dar lugar a diferentes tipos de organizaciones. Por ejemplo, una guitarra SSS, tiene tres pastillas SC, mientras que una guitarra HSS consta de dos SC, en el mástil y en la posición media, y un *humbucker* en la posición del puente.

Mástil: Listón de madera adherido al cuerpo, sirve de soporte para diversos elementos, principalmente el diapasón.

Mandíbula o carro: Pieza en los puentes móviles y flotantes que permite ajustar la altura de salida y la octavación.

Octava: intervalo entre ocho notas naturales, equivalente a doce semitonos. Por ejemplo de Do a Do agudo, Re a Re agudo, etc...

Octavar: Calibrar la distancia de cuerda que queda al aire desde el puente hasta la cejilla. Esto se hace para hacer coincidir la nota de una cuerda cuando no esta presionado ningún traste, y la nota que está situada en el traste doce, o lo que es lo mismo, una octava.

Pala: Final del mástil, donde se sitúan los afinadores.

Pastillas: Fonocaptore. Sistema de bobinas y imanes que, ante la vibración de las cuerdas, producen una corriente eléctrica.

Pot: Potenciómetro, o cualquier parámetro de la guitarra que se manipule con un giro. Como por ejemplo el volumen, el tono, la ganancia....

Puente fijo: Tiene dos variantes, con cordal separado o de una pieza, es una pieza metálica que permite octavar las cuerdas y mantenerlas amarradas de forma invariable en la afinación.

Puente flotante: Puente con capacidad de desplazar la afinación en los dos sentidos con la barra de trémolo, tienen una afinación bastante inestable, por lo que las guitarras con este tipo de puentes tienen clavijas de bloqueo, que impiden el movimiento de la cuerda en la pala, y micro-afinadores en el mismo puente para compensar las pequeñas variaciones en la afinación en el momento de cerrar la clavija de bloqueo.

Puente móvil: Puente con la capacidad de desplazar la afinación mediante la barra de tremolo pero solo en un sentido, ascendente o descendente.

SC Single Coil: Pastilla con una sola bobina.

Selector: Conmutador de pastillas.

Single Cut: Tipología de cuerpo de guitarra con solo una entrada en la parte del mástil.

Tono: Ecuilización, presencia mayor de agudos o graves.

Trastes: Alambre metálico incrustado en el diapasón con la funcionalidad de definir correctamente las notas; esto quiere decir que, independientemente de donde se toque el diapasón dentro del rango que hay entre traste y traste, siempre sonará la nota definida por el traste más próximo al mástil.

Trémolo: Término genérico para referirse a puentes fijos o flotantes.

- ESTUDIO DEL PROBLEMA:

Aspectos problemáticos.

Los puentes de tipo trémolo se apoyan en un sistema de muelles que permiten la bajada o subida de la frecuencia de la nota (sube o baja tonos musicales). Este sistema es de gran utilidad para generar transiciones pero genera desafinaciones globales en el momento de la afinación de la guitarra o cuando se realiza un *bend*.

Este segundo caso es el más problemático, al ocurrir durante la interpretación, y es imposible de evitar con los sistemas actuales. Al tensar una de las cuerdas, se tensan también los muelles del trémolo y, por consiguiente, se inclina el puente bajando la afinación levemente. La única solución a este problema es bloqueando el trémolo o siendo este fijo.

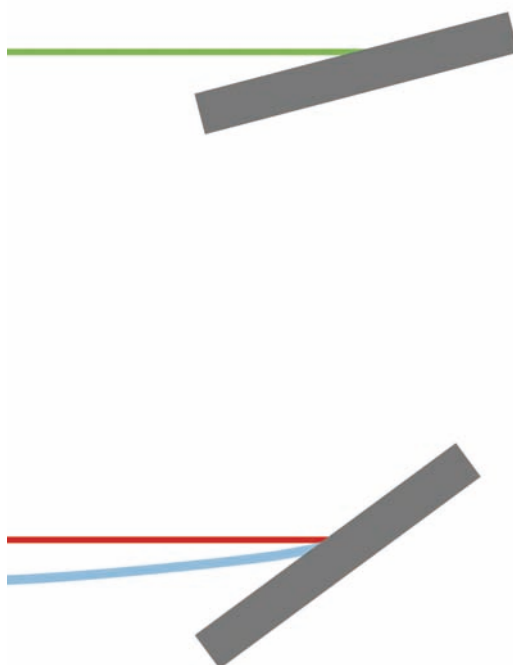


Fig. 03

La unión entre mástil y cuerpo tiene una diferencia de nivel de varios centímetros por la parte posterior, además de que el mástil entra, por la parte superior, muy dentro del cuerpo. Por tanto, los trastes del quince en adelante resultan inaccesibles sin soltar el mástil por la parte posterior. El resultado es una falta de equilibrio notable, una reducción de la velocidad máxima a la que se puede tocar el instrumento y un aumento considerable del error.



Fig. 04

Los trastes están fabricados de un material, alpaca, menos duro que las propias cuerdas. Pasado el tiempo se desgastan, resultando el proceso de retirada y sustitución muy caro y laborioso.

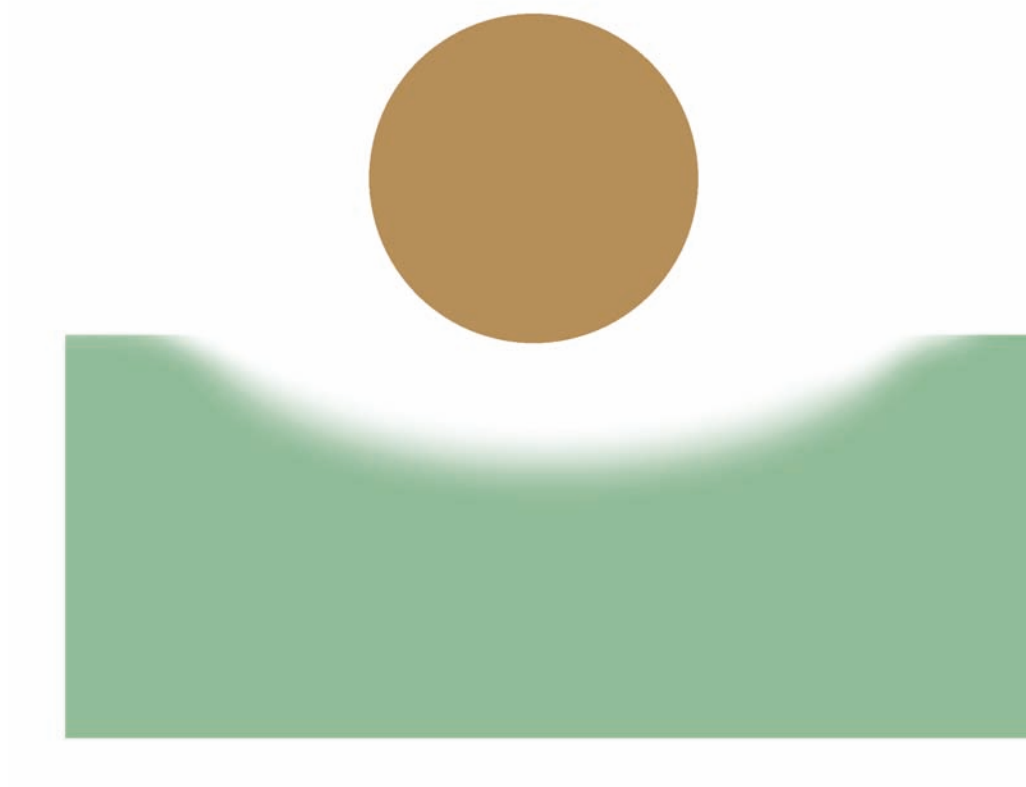


Fig. 05

Bocetos preliminares.

Los bocetos preliminares son esquemas burdos con la finalidad de solucionar las necesidades expuestas en los apartados de anexos relacionados con las técnicas de creatividad, las búsquedas de información por parte de los usuarios y el desarrollo de objetivos y especificaciones.

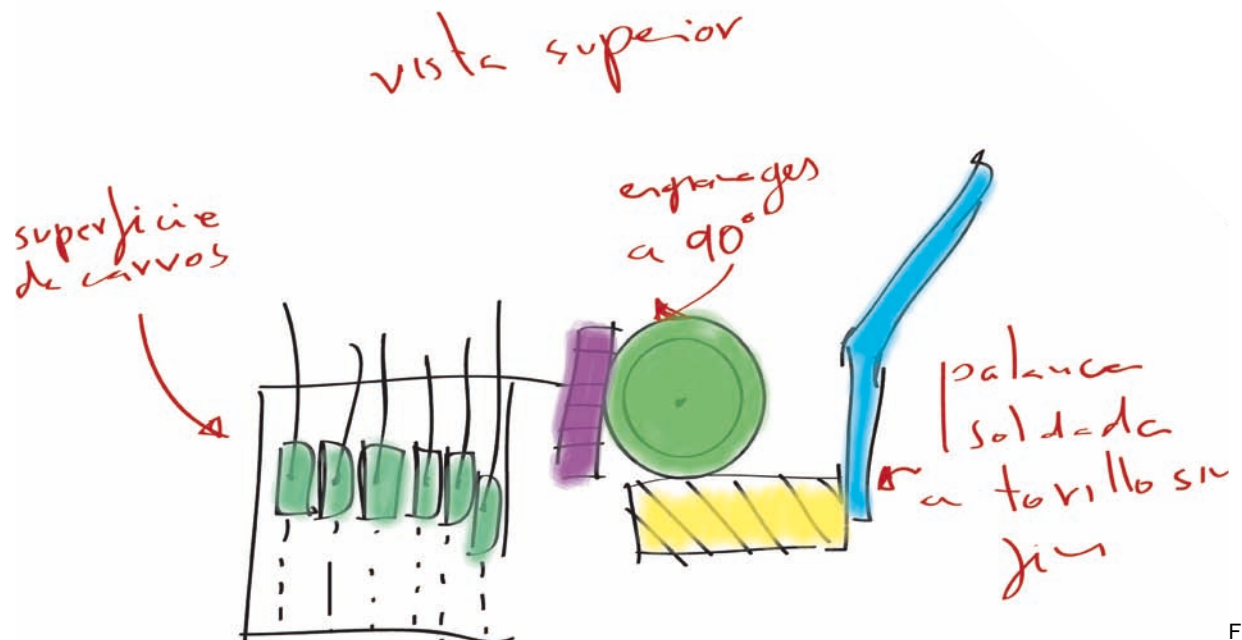


Fig. 06

Explicación del boceto 1: En esta primera idea, se observa como la palanca de trémolo (en azul) está soldada a un tornillo sin fin (en amarillo). La utilización del tornillo sin fin está pensada con la intencionalidad de que el accionamiento del puente sea unidireccional. Con esto se quiere decir que el movimiento de la palanca sí afectara a la inclinación del puente y los carros (en verde oscuro), pero la tensión de las cuerdas no podrá variar esta inclinación ya que los engranajes (en morado y verde claro) no podrán actuar sobre el tornillo sin fin y, a efectos prácticos, se comportara como un puente fijo. Con esto evitaríamos el primero de los problemas planteados y conservariamos la posibilidad de

utilizar el puente como uno flotante.

Explicación del boceto 2: Este segundo boceto corresponde a la misma idea de trémolo pero se le han añadido muelles a la parte inferior de la palanca para que esta vuelva siempre a la posición inicial en el momento que deje de usarse.

El problema más grave que se ha encontrado con estos dos sistemas basados en el tornillo sin fin es que la posición inicial es prácticamente imposible de recuperar en la primera idea, por lo que la guitarra quedaría desafinada al primer

uso del trémolo, y, en la segunda idea, la propia fricción engranajes-tornillo desplazaría el punto de reposo establecido por los muelles al generar un par resistente.

En conclusión, este sistema siempre generaría pequeñas desafinaciones después del primer uso de palanca y, por tanto, es una idea no óptima.

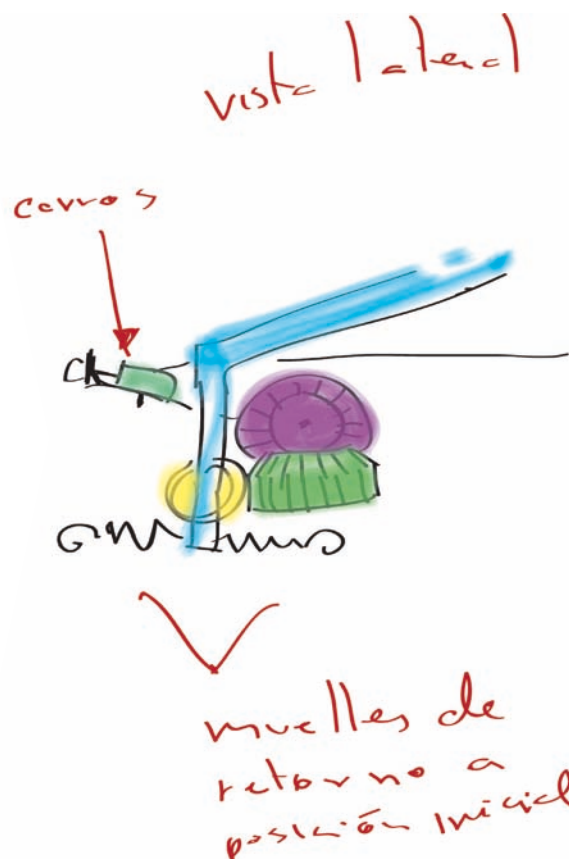


Fig. 07

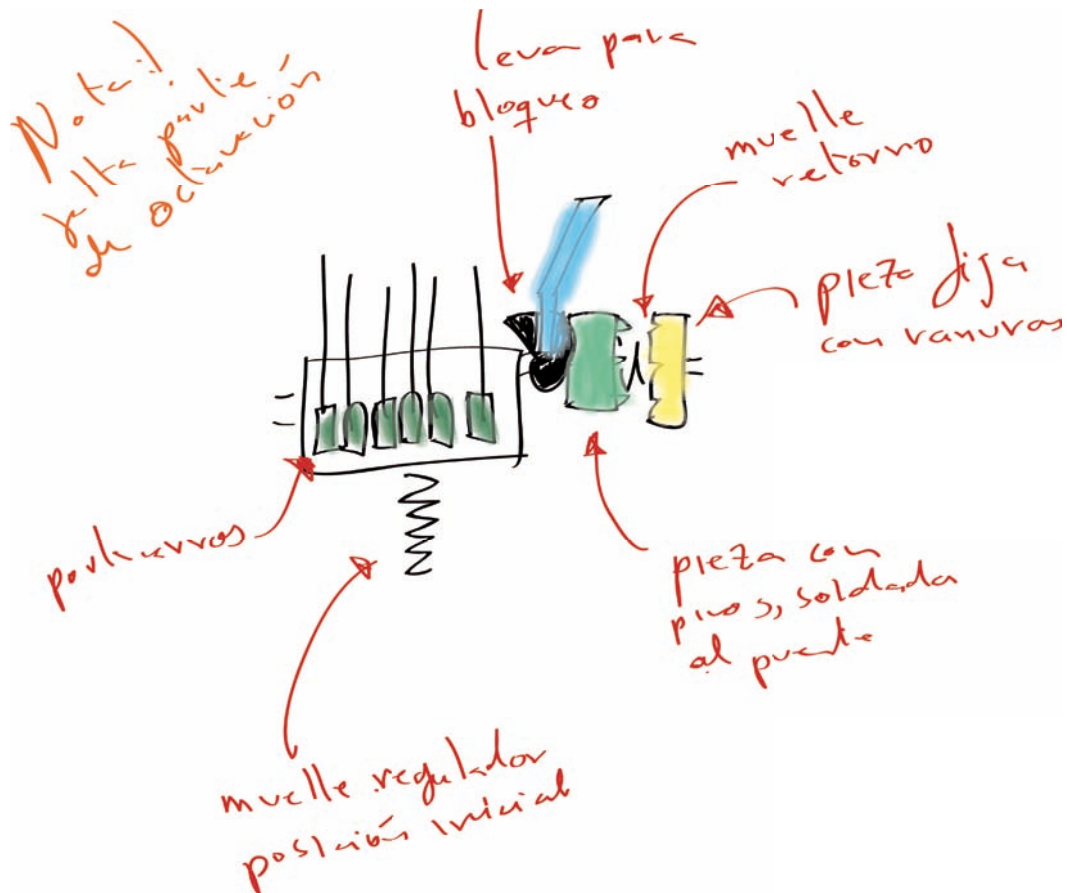


Fig. 08

Explicación del boceto 3: En este caso la superficie que inclina los carros (en verde oscuro) tiene total libertad de movimiento, como en un puente flotante, y la compensación de tensión de las cuerdas se establece mediante un muelle trasero.

La solución al problema de desafinación de las cuerdas viene dada en este caso por una pieza que gira de manera acorde al eje de giro (en verde claro) y tiene unos picos que se se pueden encajar en unas ranuras de la caja del puente (en amarillo), immobilizando el puente totalmente y evitando el primer aspecto problemático descrito en el apartado anterior. Este bloqueo del puente se consigue mediante el giro de la palanca de trémolo (en azul) que lleva incorporada una leva, la cual presiona la pieza contra las ranuras.

Esta solución resulta más compleja que la anterior, pero soluciona a la perfección el problema, sin tener ningún aspecto negativo de desafinación posterior.

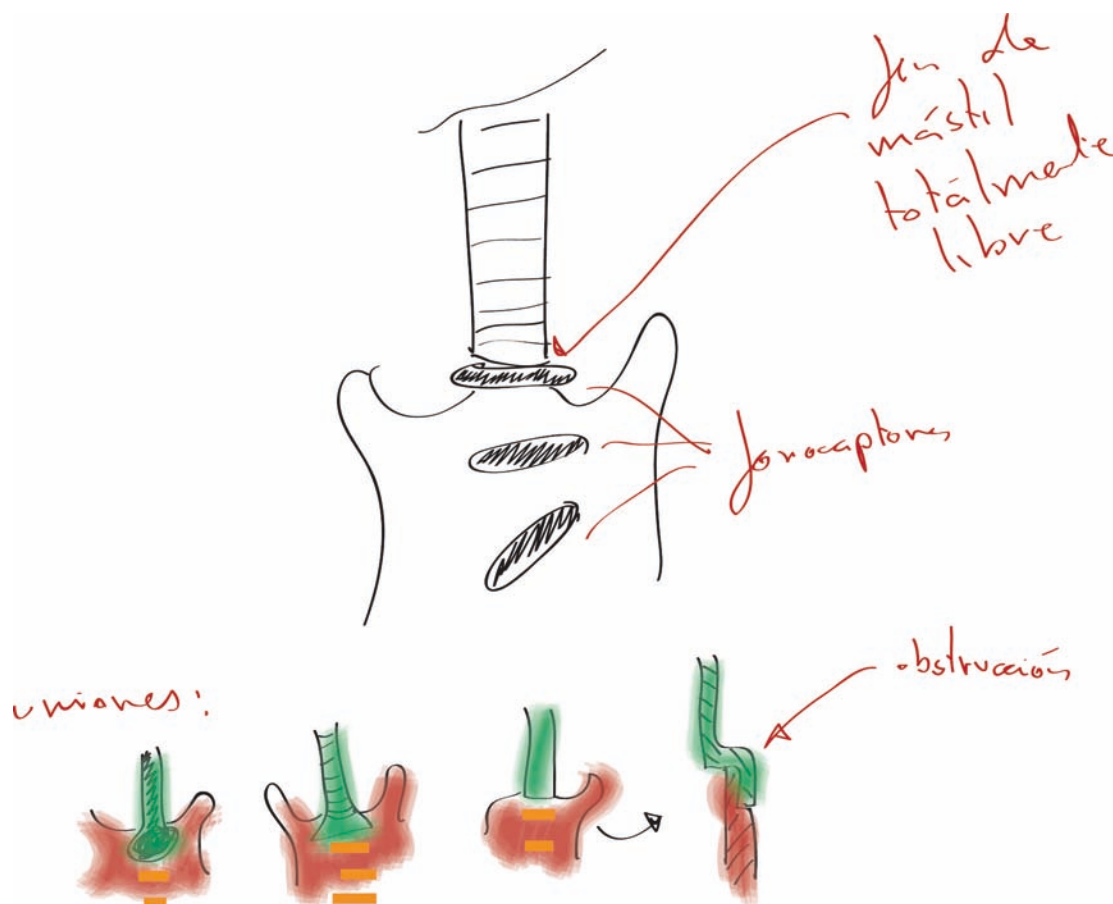


Fig. 09

Explicación del boceto 4: Con el fin de solucionar el segundo de los aspectos problemáticos, en el que se hace manifiesto la poca accesibilidad de los últimos trastes, se idean una serie de encajes posteriores con el fin de extraer todo lo posible el diapasón del cuerpo y que este no resulte un impedimento. Se ha decidido que la segunda de las uniones, la trapezoidal, sería la más idónea por permitir una mayor tolerancia en su fabricación y ocupar un menor espacio del cuerpo.

En el siguiente apartado, se establece el máximo posible de longitud de unión para que la propia unión no resulte tampoco un impedimento, al ser más ancha que el resto del mástil.

Consideraciones ergonómicas del mástil.

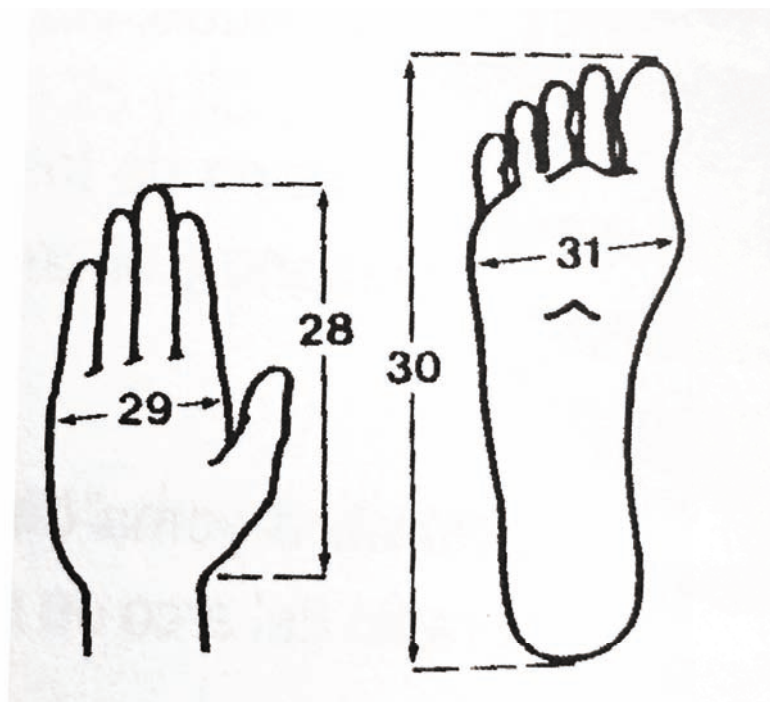


Fig. 10

28-Longitud de la mano.

29-Anchura de la mano. Máxima anchura de la palma sin incluir el pulgar. Holgura para agarres y mangos.

Esta dimensión resulta importante, la 29, para el diseño del mango ya que una buena utilización evita uno de los problemas vistos anteriormente. El encaje del mástil tiene un aumento de volumen, es más grueso, respecto al resto del mástil y esto bloquea la accesibilidad a los últimos trastes. Para evitar esta situación, la distancia máxima que sobresale el encaje del cuerpo ha de ser inferior a la anchura de mano mínima que pueda tener un adulto.

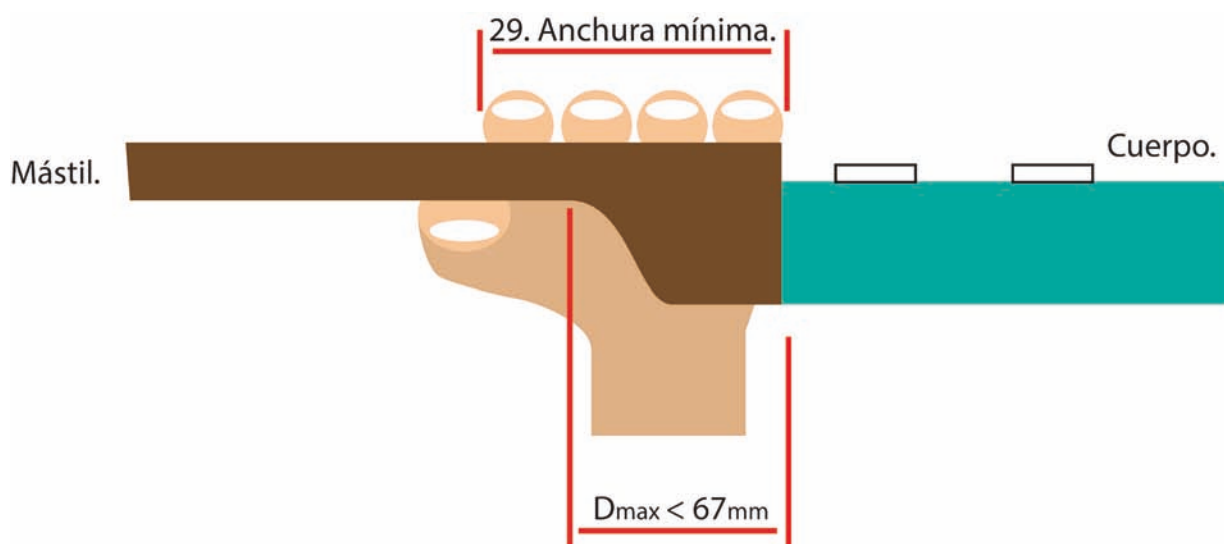


Fig. 11

Tabla 1*. Adultos de 19 a 65 años.

29 Percentil 5 = 67mm en mujeres.

29 Percentil 95 = 93mm hombres.

Con estos datos se puede establecer una restricción y es que la parte trasera del mástil, en la zona del encaje, no puede sobrepasar la distancia de 67 mm.

Alternativas.



Fig. 12

La primera de las alternativas utiliza un doble puente para permitir la octavación y para poder regular la cantidad de recorrido que se ve acortado durante el movimiento de la palanca de tremolo. Esto mitiga en parte la distensión accidental de las cuerdas no usadas al poderse regular en el punto neutro, el punto en que cualquier inclinación del puente no afecta a su recorrido y, por tanto, a su afinación.

Por otro lado se dispone de un mástil mucho más accesible y los trastes de acero martensítico para que no sufran desgaste.

El problema principal reside en la poca estabilidad que tiene el puente en sí, y que no tiene capacidad de bloqueo por no haber espacio.

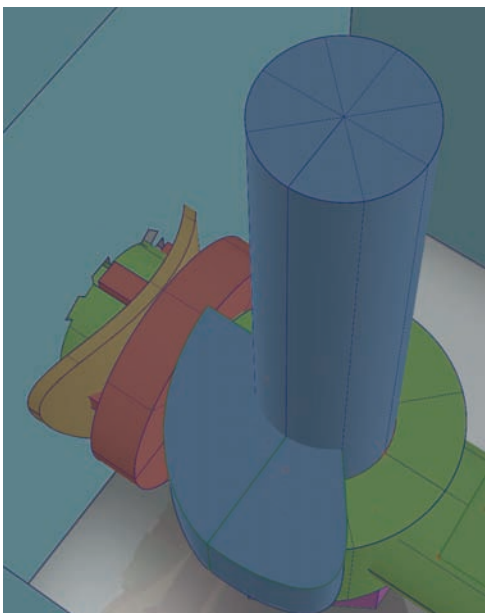


Fig. 13

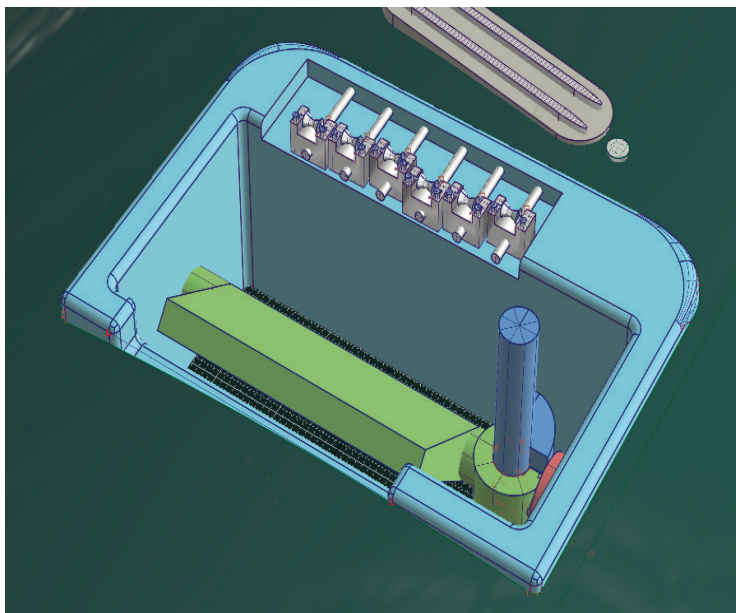


Fig. 14

La segunda alternativa tiene las funcionalidades de la primera pero, además, tiene un sistema de bloqueo que permite alternar los modos de puente fijo y puente flotante, mitigando por completo el problema de la distensión. Como se puede observar en la imagen de la izquierda, el giro de la palanca mueve una leva que, a su vez, presiona el dispositivo de bloqueo hacia unas ranuras, imposibilitando el giro.

Cuando se vuelve a girar la palanca en el otro sentido, la arandela de muelle devuelve el bloqueo a su posición original, dejando libre el movimiento.

La solución final es un rediseño depurado de este sistema, que en su primera fase presenta problemas de dimensionamiento, es demasiado grande y además muchas piezas se solapan entre sí. Visualmente queda muy claro, pero en la práctica la arandela debería tener orificios también, el soporte para las cuerdas debería poderse regular y las inclinaciones se han exagerado.

- SOLUCIÓN FINAL:

Descripción.

El diseño final cuenta con las mejoras establecidas en los objetivos y conserva la estética habitual de una guitarra eléctrica estándar.

Por tanto, cuenta con un mástil y un cuerpo de madera con una forma que difiere en solo algunos aspectos de la guitarra stratocaster que se tomo como base. El mástil está situado en su totalidad fuera del cuerpo y enganchado por la parte posterior donde se introduce, ampliando el rango de **notas que se tocan sin dificultad y evitando la obstrucción de estas**; los trastes están conformados con un material más resistente que el habitual, acero martensítico, para **evitar el desgaste**; y el puente, pieza principal del proyecto, tiene un sistema de **bloqueo único que permite evitar la desafinación**, permite también dos posiciones de entonación y, además, cuenta con regulación de recorrido tonal para las variaciones en la inclinación del trémolo. Todo ello preparado para su configuración cuerda por cuerda y poder realizar cualquier combinación de distancias tonales.

En líneas generales el puente es una propuesta similar a la segunda alternativa, pero con todos los aspectos ya definidos y bien dimensionados. El cuerpo también se ha mejorado notablemente para que sea más agradable al tacto y que los cantos no molesten durante la interpretación, problema muy presente en guitarras de caja donde el constante contacto con el borde en punta acaba irritando el brazo.

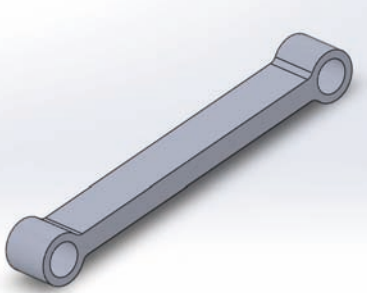
Materiales.

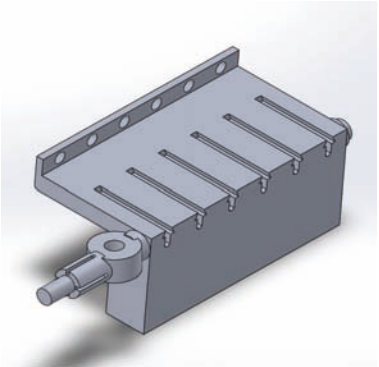
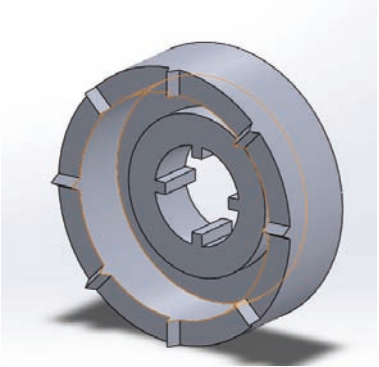
Los materiales están mejor definidos en las fichas de cada una de las piezas, pero a grandes rasgos tenemos un cuerpo conformado de madera de arce, diapason de palo santo, trastes de acero martensítico y puente de acero austenítico de contenido medio-bajo en carbono.

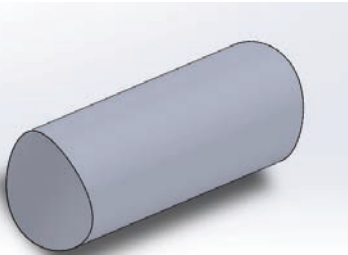
Electrónica.

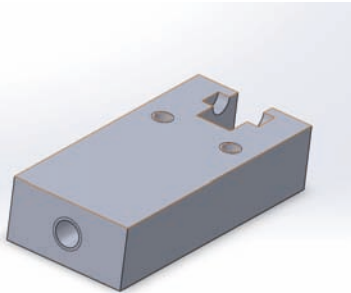
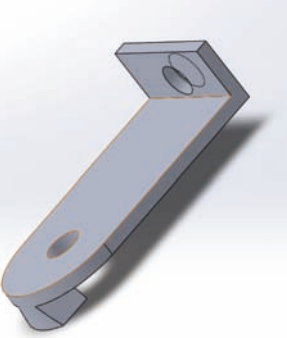
Aunque la electrónica está representada en los renders de la guitarra, y se ha tenido en cuenta a la hora de dimensionar las piezas. No se han adjuntado planos de esas piezas, ni de su montaje ya que se trata de un esquema básico de tres *single coils* de cualquiera de los fabricantes existentes. Su instalación requiere un tiempo mínimo y los esquemas de montaje del circuito vienen perfectamente detallados en cualquiera de las pastillas comerciales.

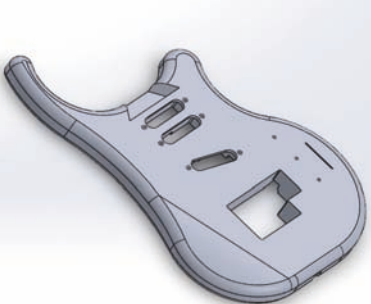
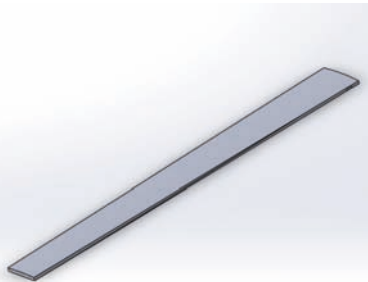
Descripción de detalle de las piezas conformadas.

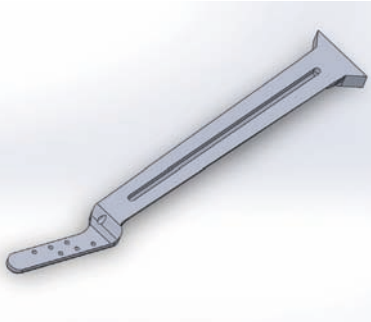

Pieza	Material	Proceso	Descripción e imagen.
Biela.	Acero ASTM CF-20	-Forjado.	Para convertir el movimiento rotatorio del bloque de resonancia en uno lineal. 

Pieza	Material	Proceso	Descripción e imagen.
<p>Bloque de resonancia.</p>	<p>Acero ASTM CF-20</p>	<p>-Inyectado. -Mecanizado.</p>	<p>Pieza de accionamiento del trémolo que puede girar sobre uno de sus ejes mediante dos rodamientos. En esta pieza van atornillados los carros transportadores.</p> 
<p>Bloqueo.</p>	<p>Acero ASTM CF-20</p>	<p>-Inyectado. -Mecanizado.</p>	<p>Pieza que, al girar la palanca de trémolo, incrusta unos picos en la tapa del bloque de trémolo, impidiendo el movimiento relativo del bloque de resonancia.</p> 

Pieza	Material	Proceso	Descripción e imagen.
Bulón.	Acero ASTM CF-20	-Forjado.	Conexión entre la biela y el pistón. 
Caja del puente.	Acero ASTM CF-20	-Inyectado. -Mecanizado. -Taladrado. -Roscado.	Elemento fijo del puente donde se van insertando el resto de componentes de este. 

Pieza	Material	Proceso	Descripción e imagen.
Carro de octavar.	Acero ASTM CF-20	-Mecanizado. -Taladrado. -Roscado.	Permite octavar las cuerdas desplazándose ligeramente en la dirección de las cuerdas. 
Carro transportador.	Acero ASTM CF-20	-Mecanizado. -Taladrado. -Roscado	Permite regular la cantidad que se acortan o alargan las cuerdas con el movimiento rotatorio del bloque de trémolo. 

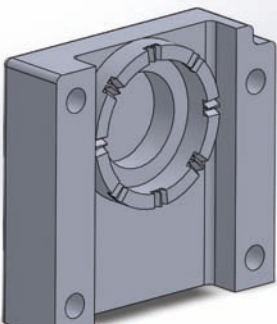
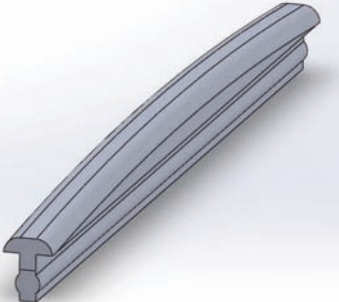

Pieza	Material	Proceso	Descripción e imagen.
Cuerpo.	Madera de Haya.	<ul style="list-style-type: none"> -Cortado. -Planeado. -Contorneado. -Fresado interior. -Taladrado. -Tratamiento superficial. 	<p>Parte principal en la que van situados los elementos electrónicos, el puente y va encajado el mástil.</p> 
Diapasón.	Madera de Palo santo.	<ul style="list-style-type: none"> -Cortado. -Planeado. -Pulido. -Tratamiento superficial. 	<p>Superficie de contacto con las cuerdas y tapa del alma. Se junta mediante adhesivo al mástil.</p> 

Pieza	Material	Proceso	Descripción e imagen.
Mástil.	Madera de Haya.	<ul style="list-style-type: none"> -Cortado. -Fresado. -Taladrado. -Pulido. -Tratamiento superficial. 	<p>Pieza de madera que sirve de soporte para el diapasón, el alma, la cejilla y los afinadores.</p> 
Palanca de trémolo.	Acero ASTM CF-20	<ul style="list-style-type: none"> -Extruido. -Doblado. -Roscado con terraja. 	<p>Es una apalanca simple que reduce la fuerza necesaria para actuar sobre el bloque de trémolo.</p> 

Pieza	Material	Proceso	Descripción e imagen.
Pistón.	Acero ASTM CF-20	-Inyectado. -Mecanizado.	El Pistón se desplaza dentro del tubo que contiene el muelle regulador de presión. Es el encargado de mantener en equivalencia, la presión que ejercen las cuerdas, con las del muelle regulador. 
Portacarros.	Acero ASTM CF-20	-Forjado. -Doblado. -Taladrado.*	Placa atornillada al bloque de trémolo que sirve de soporte para los carros de octavación. 

*Aunque normalmente se realiza el taladrado antes que el doblado, en este caso es necesario realizarlo en este orden por motivos geométricos. Si se hiciera a la inversa, el taladro se doblaría, quedando inutilizada la rosca.

Pieza	Material	Proceso	Descripción e imagen.
Regulador de presión.	Acero ASTM CF-20	-Extruido. -Cortado. -Mecanizado. -Roscado.	Se enrosca dentro del tubo contenedor del muelle regulador para acortar o alargar su distancia. 
Tapa trasera 1	Madera de Haya.	-Cortado.	Tapa de los componentes electrónicos. 
Tapa trasera 2	Madera de Haya.	-Cortado.	Tapa del tubo de regulación. 

Pieza	Material	Proceso	Descripción e imagen.
Tapa del puente.	Acero ASTM CF-20	-Inyectado. -Mecanizado. -Taladrado.	Pieza final que sirve para evitar que se desmonte el puente. 
Trastes.	Acero AISI 420.	-Forjado. -Templado.	Alambre pegado en las incisiones del diapasón para delimitar las notas. 
Tubo contenedor del muelle.	Acero ASTM CF-20	-Extruido. -Cortado. -Roscado.	El envoltorio del muelle de regulación. 

Listado de piezas comerciales.

Tipo.	Nº de piezas.	Características.
Afinadores.	6	<i>Harley Benton Parts Locking Tuners 6L</i>
Alma.	1	<i>I Gotoh 410mm Truss Rod</i>
Amarres.	2	Security Locks C 446
Anillo de Retención.	1	B27.7M - 3AM1-6
Cejilla.	1	<i>Graph Tech PT-5010-00</i>
Fonocaptores.	3	<i>DiMarzio DP110 FS-1</i>
Jack Hembra.	1	<i>Allparts Switchcraft EP0055 Jack</i>
Muelle.	6	<i>Fender tremollo spring LF2.8-10</i>
Muelle.	6	<i>Fender tremollo spring LF4-10</i>
Muelle.	1	ISO 10243 MBL10 - 64
Muelle.	1	ISO 10243 VL20 - 025

Tipo.	Nº de piezas.	Características.
Perillas.	3	<i>Göldo Speed Knob KB5JB</i>
Perno.	1	B18.3.1M - 5x0,8 x 20 Hex SHCS --20CHX
Perno.	15	B18.3.1M - 2x0,4 x 16 Hex SHCS --16CHX
Perno.	10	B18.3.1M - 3x0,5 x 16 Hex SHCS --16CHX
Perno.	12	B18.3.6M - M1.6 x 0.35 x 8 <i>Hex Socket Oval Pt. SS</i>
Perno	2	B18.6.7M - M3 x 0.5 x 10 <i>Cross FHMS --10C</i>
Potenciómetro.	3	<i>Fender 250K Split shaft</i>
Rodamiento.	1	AFBMA 12.1.4.1 - 0060-13 - 10,DE,NC,10_68
Rodamiento.	1	AFBMA 12.1.4.1 - 0050-13 - 8,DE,NC,8_68
Rodillo.	6	<i>D4-C2/3-3L Gibson Bearing</i>
Rosca.	2	B18.2.4.1M - Hex nut, M5 x 0.8 --D--N
Selector.	1	Göldo 5-Way Switch
Varilla.	6	D1 x 3

Utilización y funcionamiento.

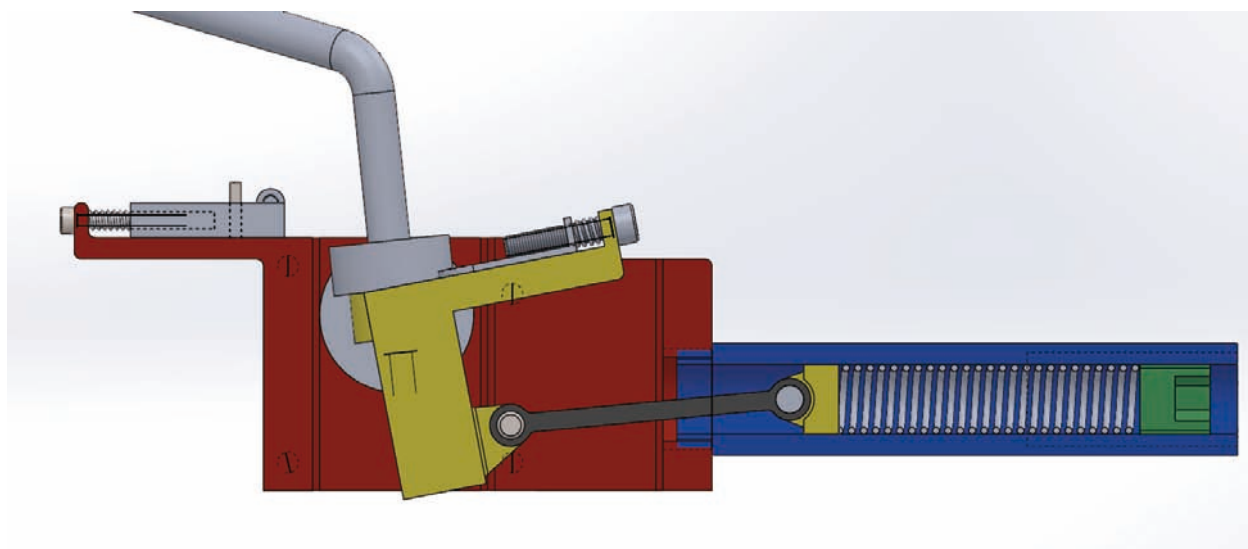


Fig. 15

Este puente de tipo trémolo mantiene en constante equilibrio de fuerzas el bloque de resonancia (en amarillo, forma en ángulo recto).

Por un lado tenemos las cuerdas que intentaran rotar el bloque de resonancia en sentido anti-horario respecto al bloque de trémolo (en rojo), y por el otro, el muelle (en gris a la parte derecha) empujará el pistón para que este, mediante la biela, compense esa fuerza y evite el giro.

Si se cambia el tipo de cuerda por una más gruesa, esta ejercerá mayor fuerza y se deberá ajustar el regulador de tensión (en verde) para que el bloque de resonancia mantenga la posición de reposo.

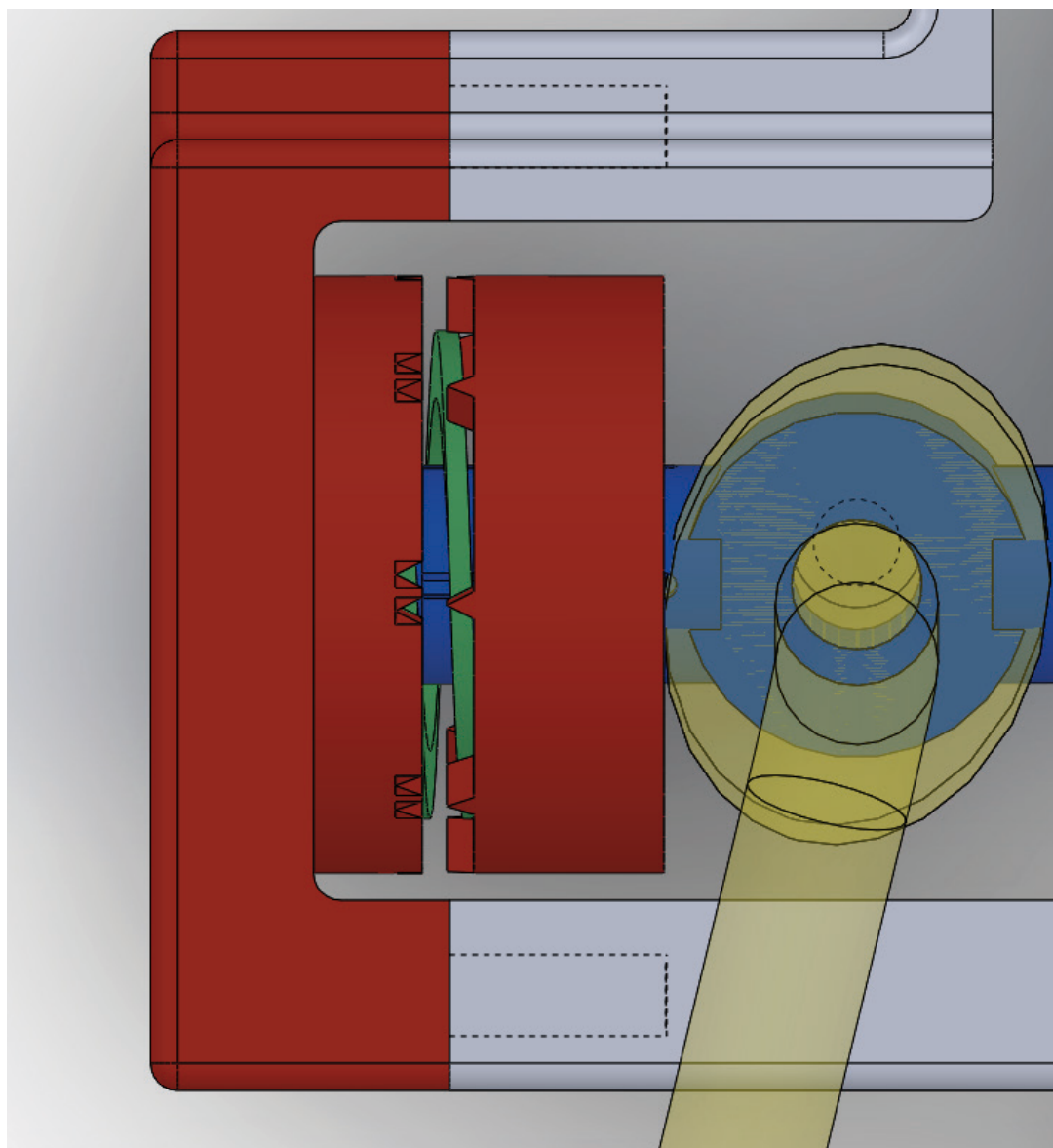


Fig. 16

La posición de reposo se considera aquella en la que las incisiones de la tapa del bloque de resonancia (en rojo, a la izquierda) encajen con el bloqueo (en rojo, a la derecha). El Muelle (en verde), devolverá el bloqueo a su posición de libre movimiento si la leva de la palanca de trémolo (en amarillo) no presiona sobre el bloqueo a lo largo del eje del bloque de resonancia (en azul).

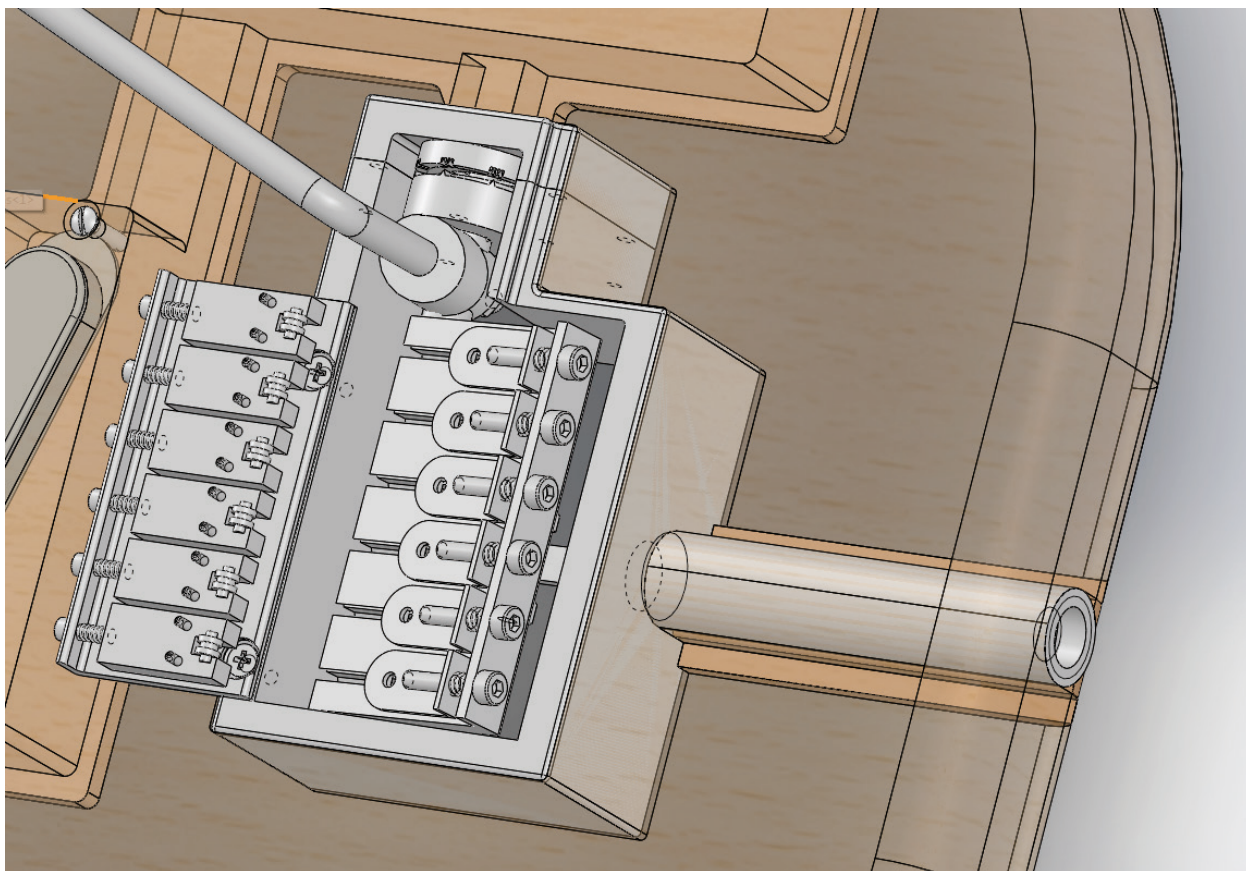


Fig. 17

En esta imagen se observa cómo se accede al regulador del resorte por la parte lateral de la guitarra. De esta forma se puede ajustar sin mayor complicación y sin necesidad de desmontar ninguna parte de la guitarra. El ajuste y las maniobras de afinación están explicadas en la parte de condiciones de uso del pliego de condiciones.

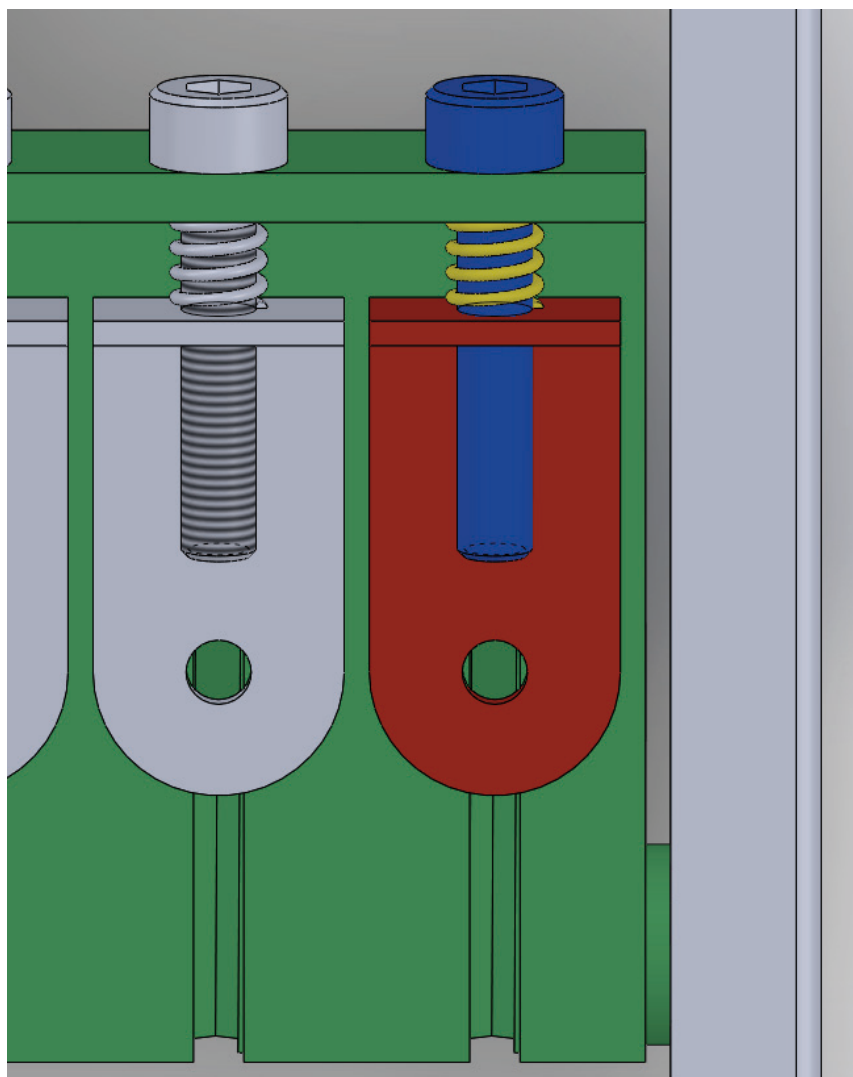


Fig. 18

El ajuste de transposición es el responsable de que cada cuerda tenga un recorrido tonal distinto para un mismo giro del bloque de resonancia (en verde), propiedad exclusiva de este puente y solución a uno de los aspectos problemáticos, concretamente el que se ocurre al girar la palanca de trémolo y genera desafinaciones entre las cuerdas. El carro transportador (en rojo) se desplaza por una guía del bloque de resonancia, acercando o alejando la salida de la cuerda del eje de giro, gracias a un perno (en azul) y, el muelle (en amarillo) tiene la función de evitar que la cabeza del perno se separe del bloque de resonancia al no estar roscados esos taladros.

Las cuerdas se introducen en el bloque de resonancia mediante un orificio al final de la ranura del bloque de resonancia.

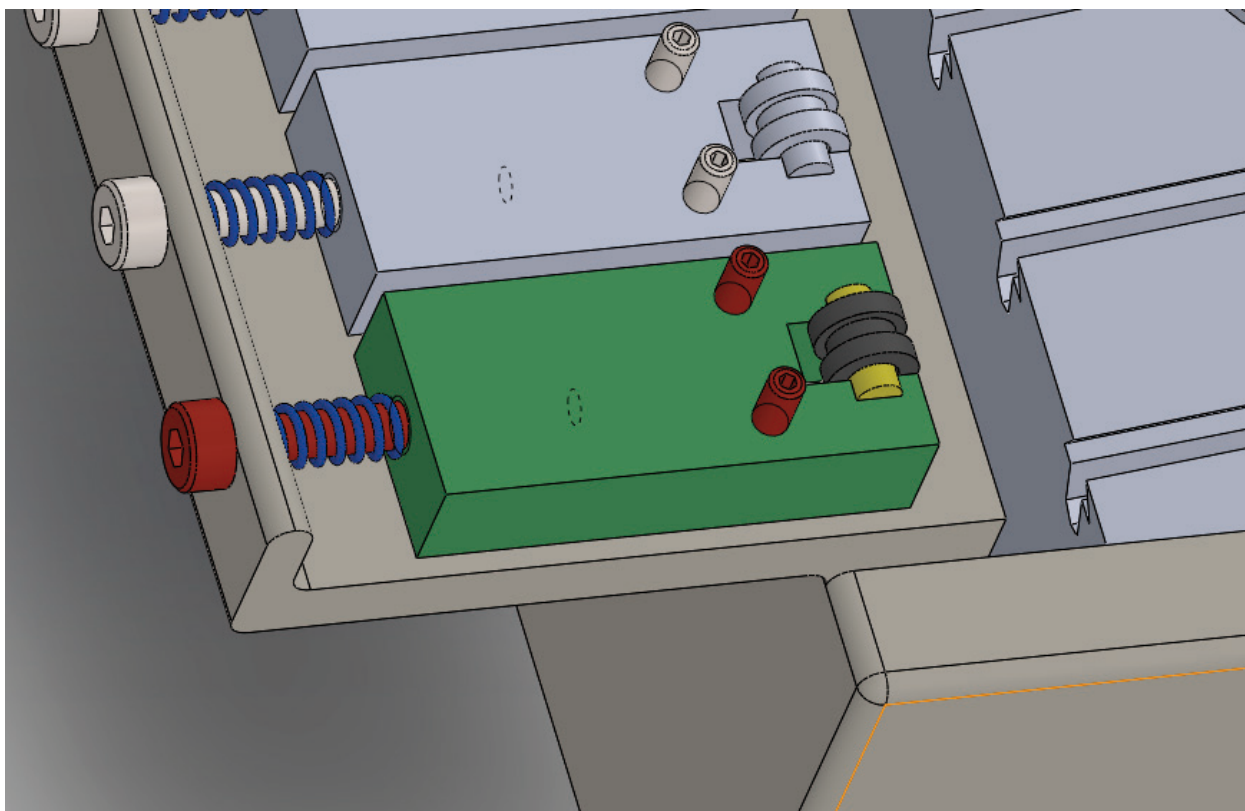


Fig. 19

El carro octavador (en verde) tiene la función de acercar, alejar, levantar o bajar el punto desde el que la cuerda empieza su tramo “de vuelo” hasta la cejilla en el extremo del mástil. Esta pieza es imprescindible ya que las pequeñas imperfecciones en cada set de cuerdas obligan a que se tenga que retocar la distancia que la cuerda queda suspendida para que cada traste corresponda exactamente con la nota que le corresponda. Una mala octavación puede conllevar al hecho de que, para un traste en concreto, la nota que suena llegue a ser hasta un tono entero más aguda o grave de lo que debería, sin importar el que la cuerda esté afinada o no.

El rodillo (en negro), evita que la cuerda tenga fricción a la entrada del puente y permite un mejor uso del trémolo al impedir que se generen fuerzas resistentes por rozamiento que, en el momento de superarse el rozamiento, acortan o alargan de golpe la cuerda haciendo que las transiciones de tono sean escalonadas en lugar de constantes.

- **RENDERS FINALES DEL PRODUCTO ACABADO:**

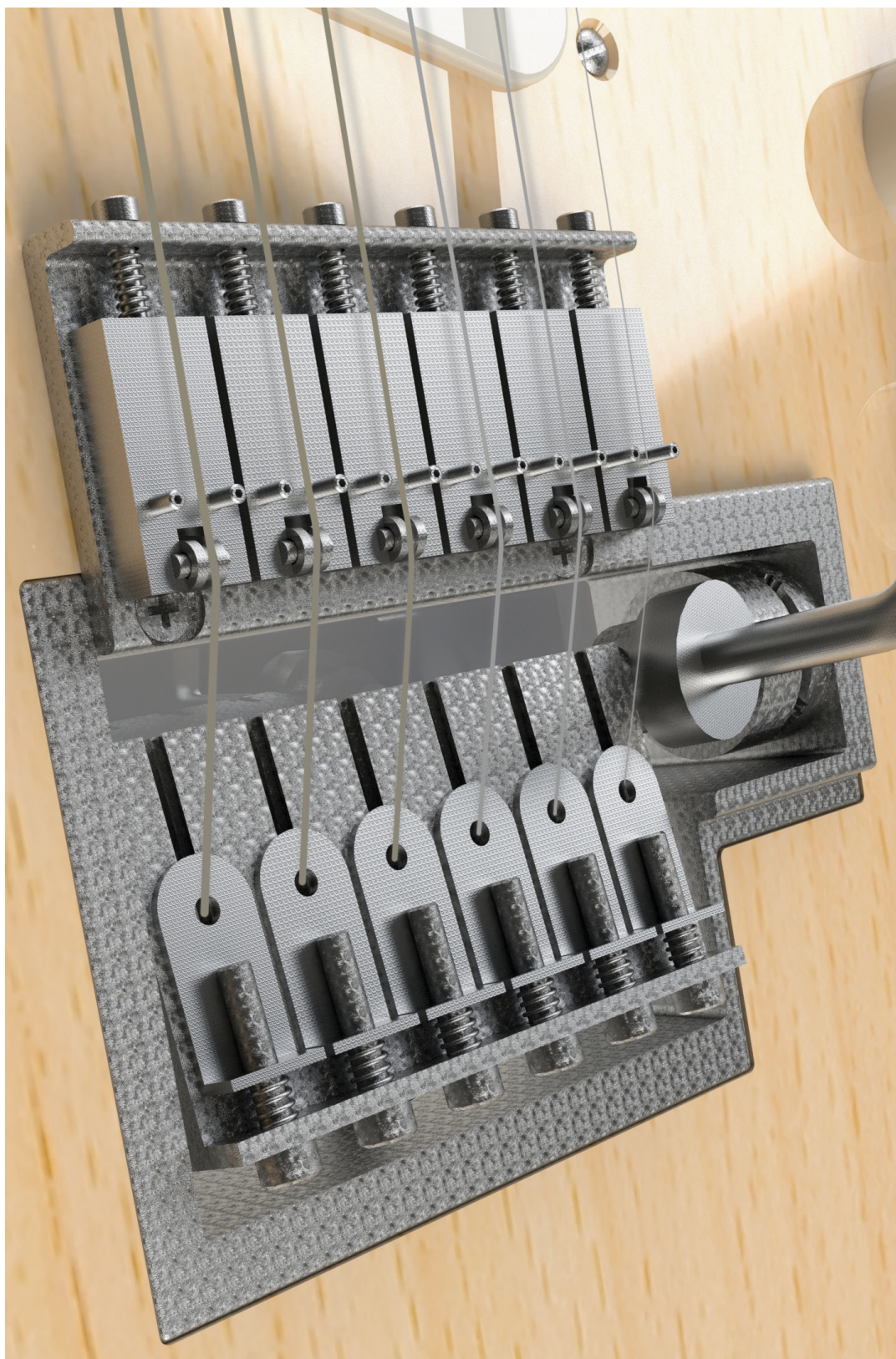


Fig. 20 Puente rediseñado, con sistema de bloqueo incorporado.

Fig. 20



Fig. 21



Fig. 22

Fig. 22 Vista trasera de la guitarra. Se puede ver el sistema de accionamiento del puente y las tapas que ocultan el sistema de regulación de tensión y los componentes electrónicos.

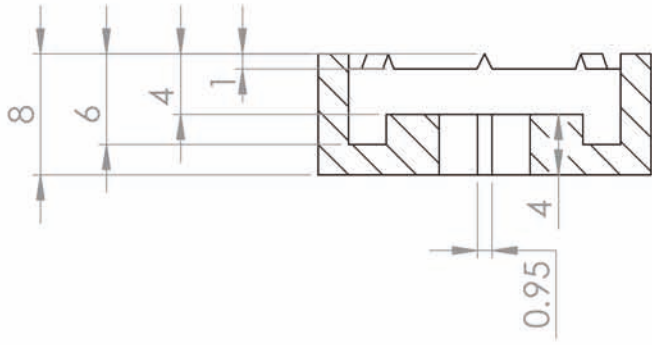


Fig. 23

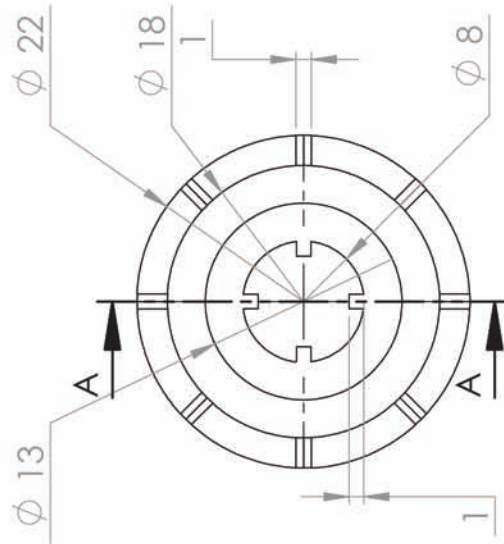


Planos de detalle y
montaje.

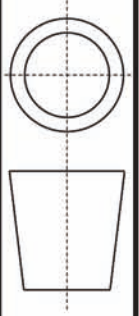
1ª Parte: Puente.



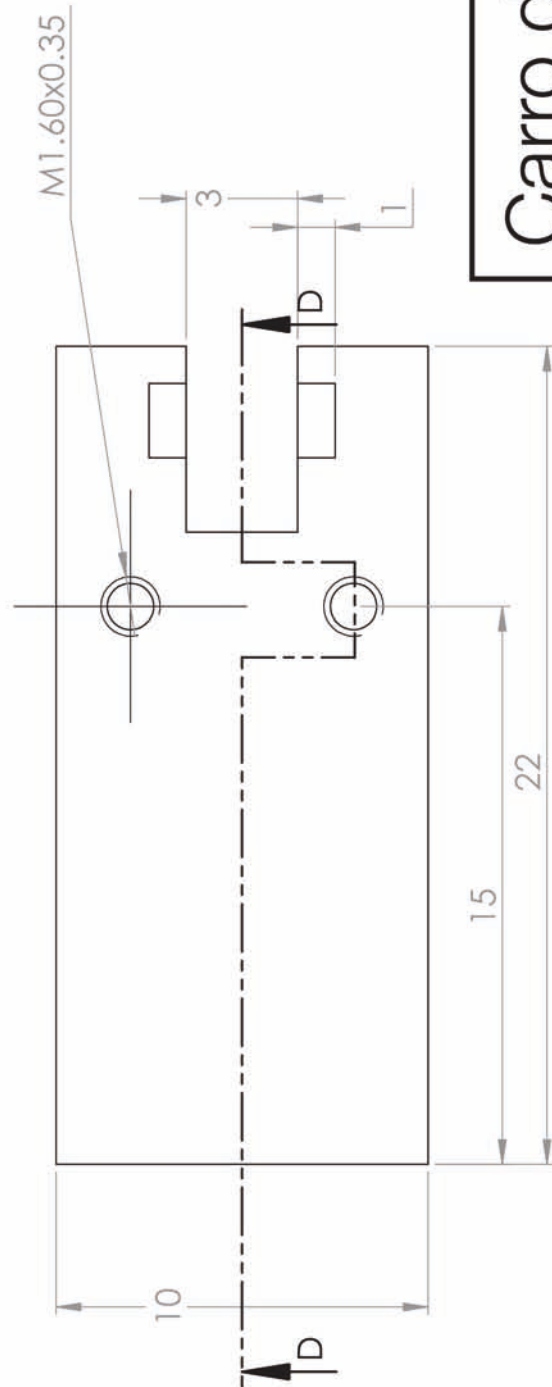
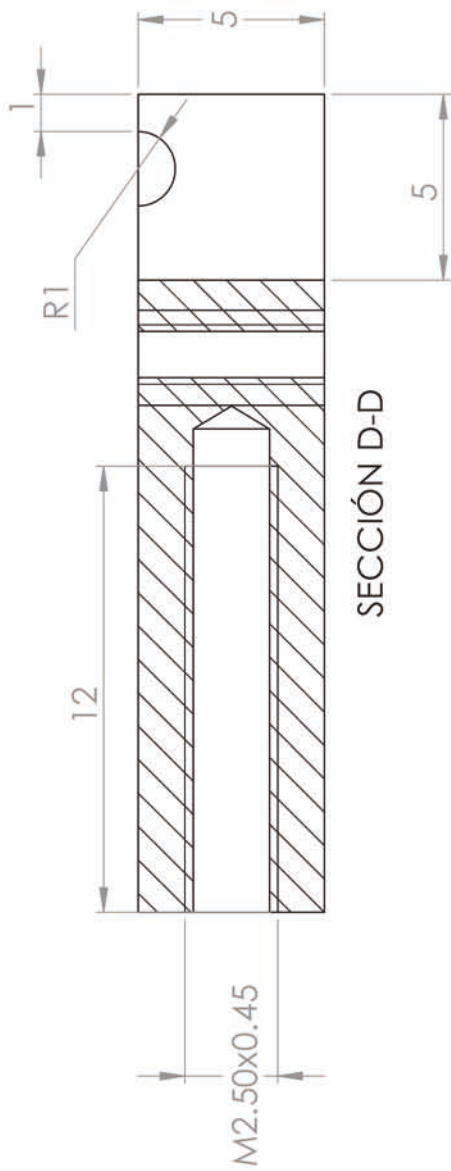
SECCIÓN A-A



Bloqueo.



2:1



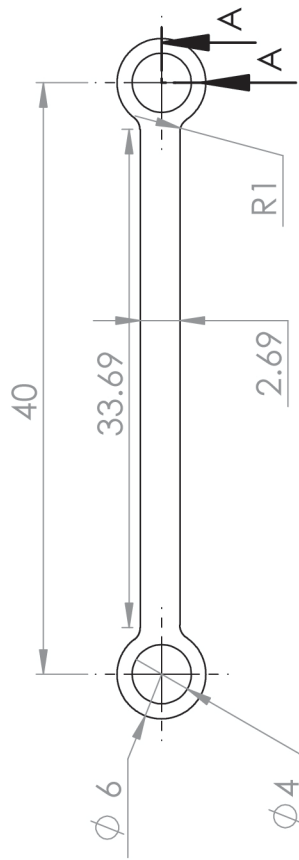
Carro de octavar.



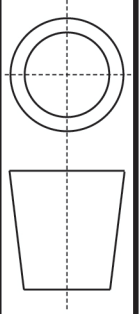
5 : 1



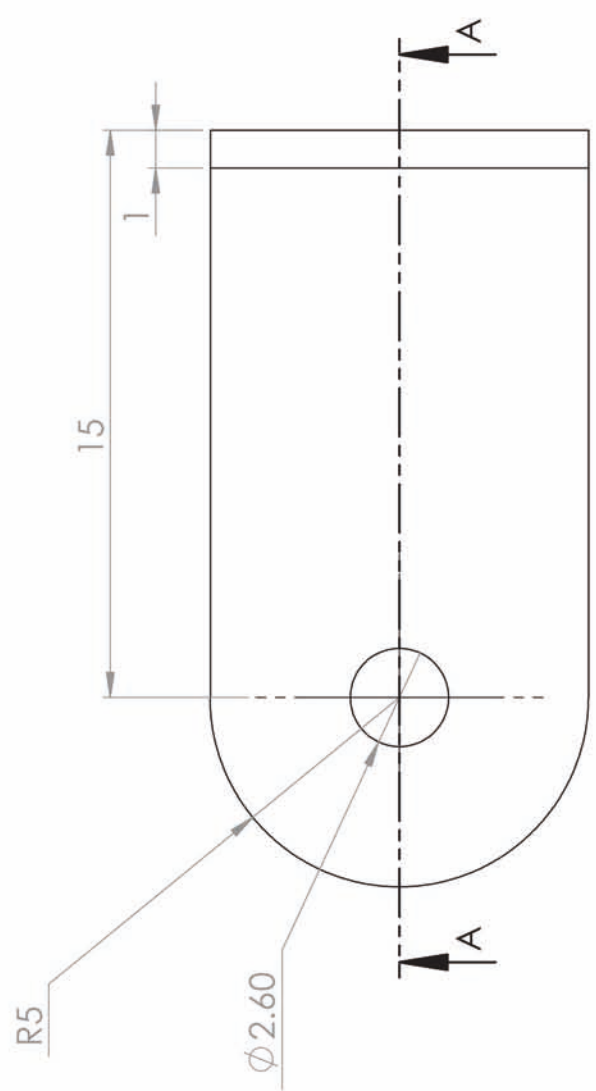
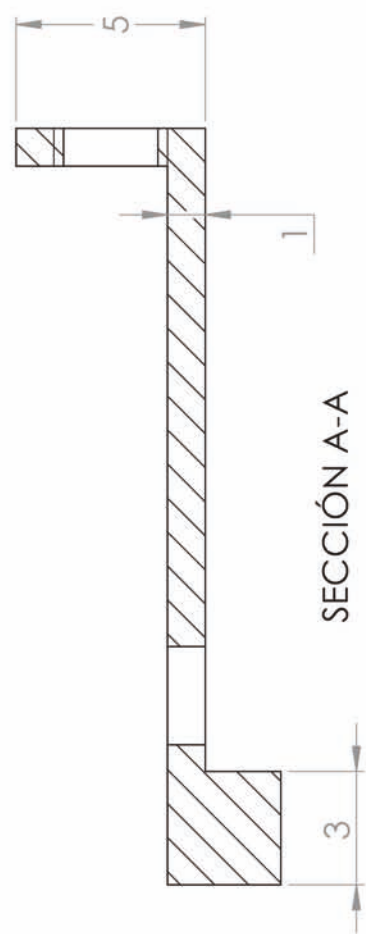
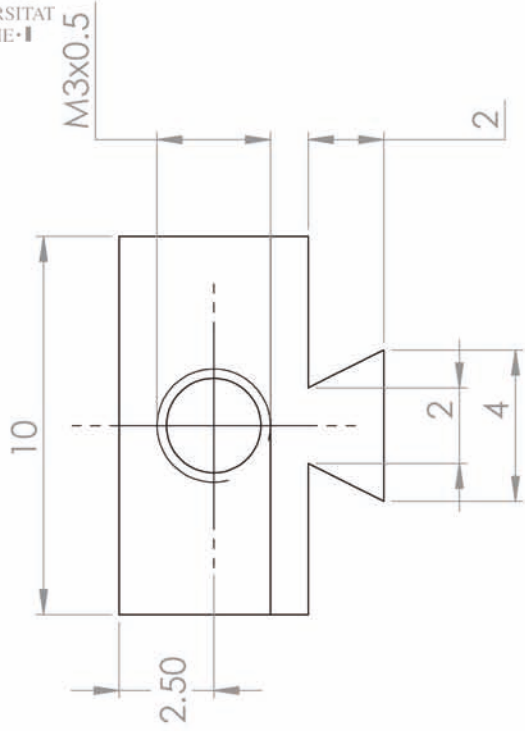
SECCIÓN A-A



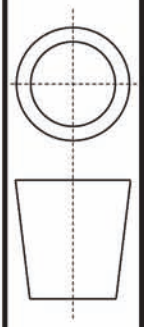
Biela.



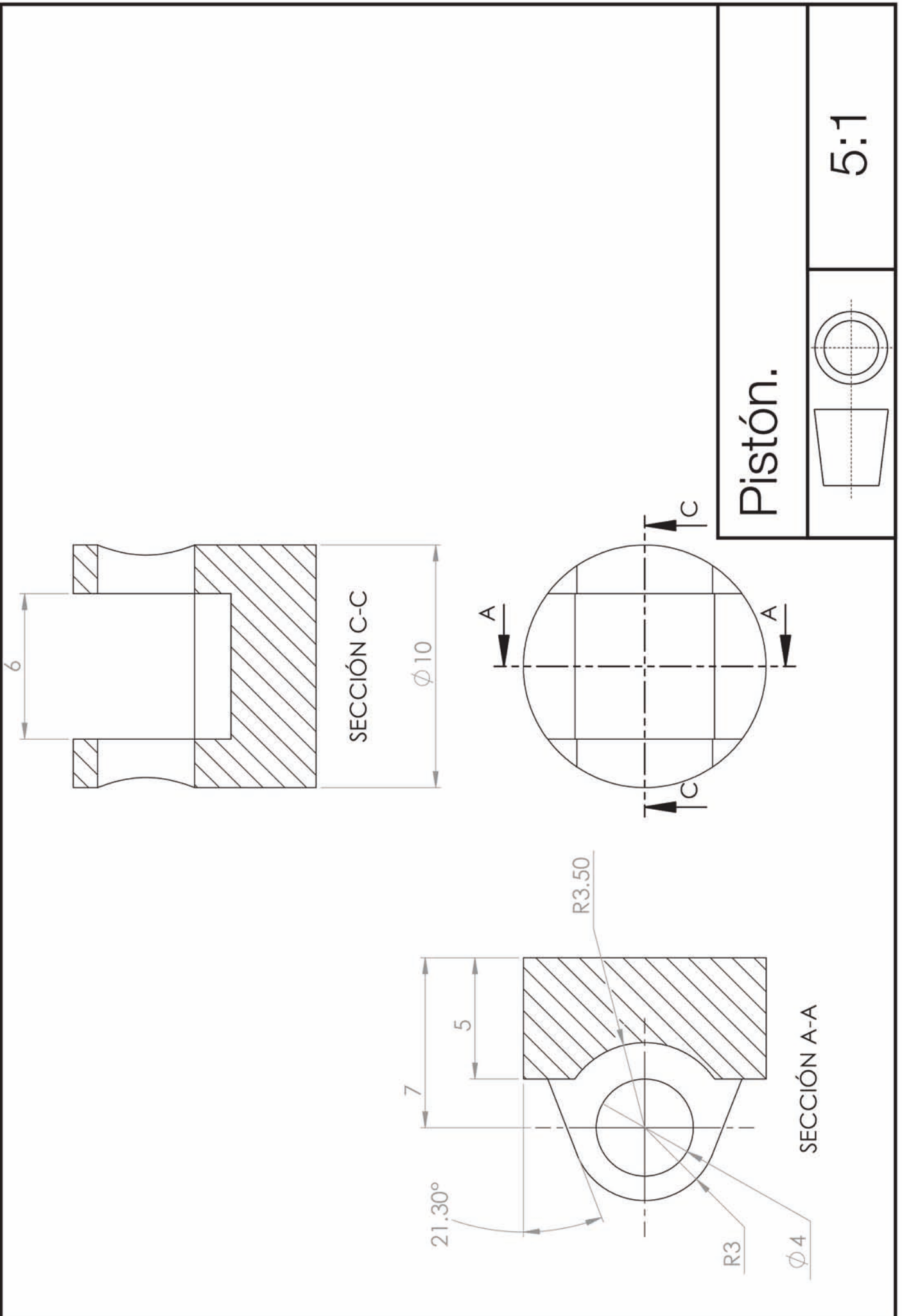
2:1

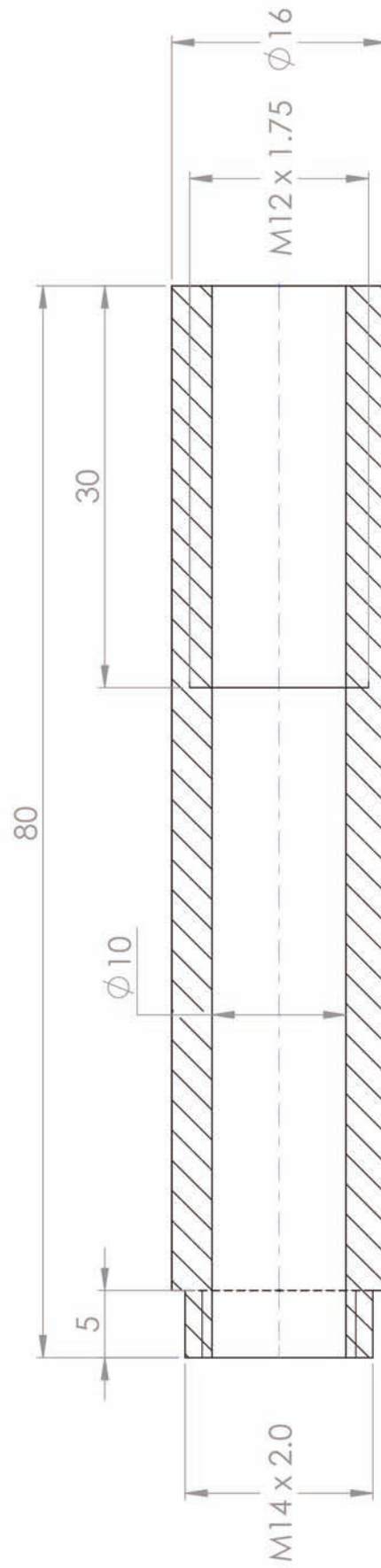


Carro transportador.

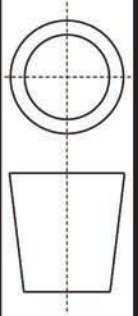


5:1

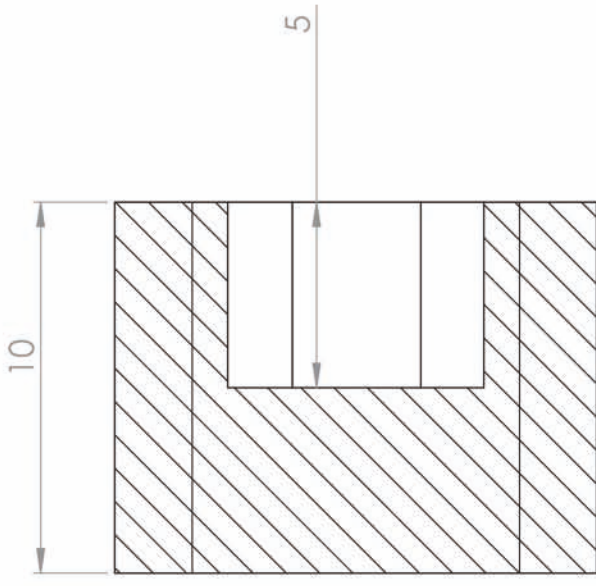
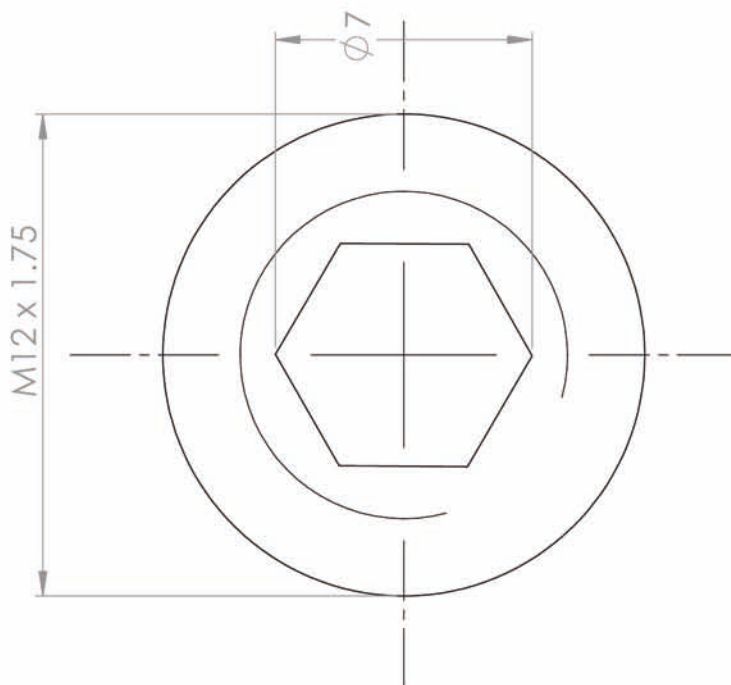




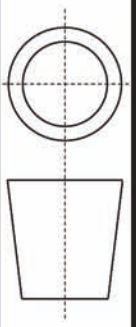
Tubo Muelle.



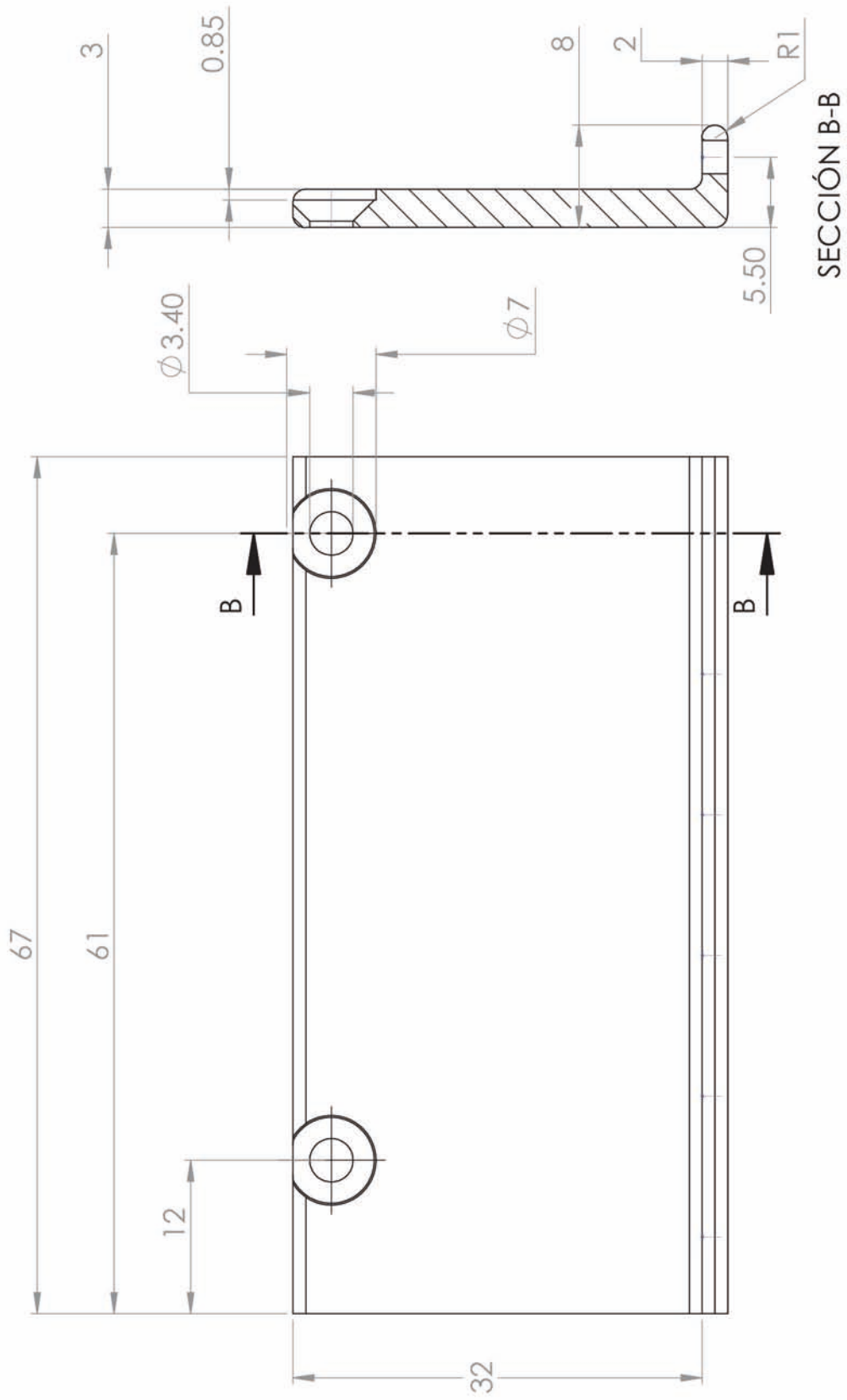
2:1



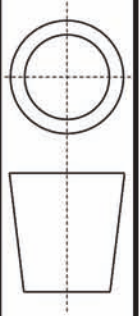
Regulador de tensión.



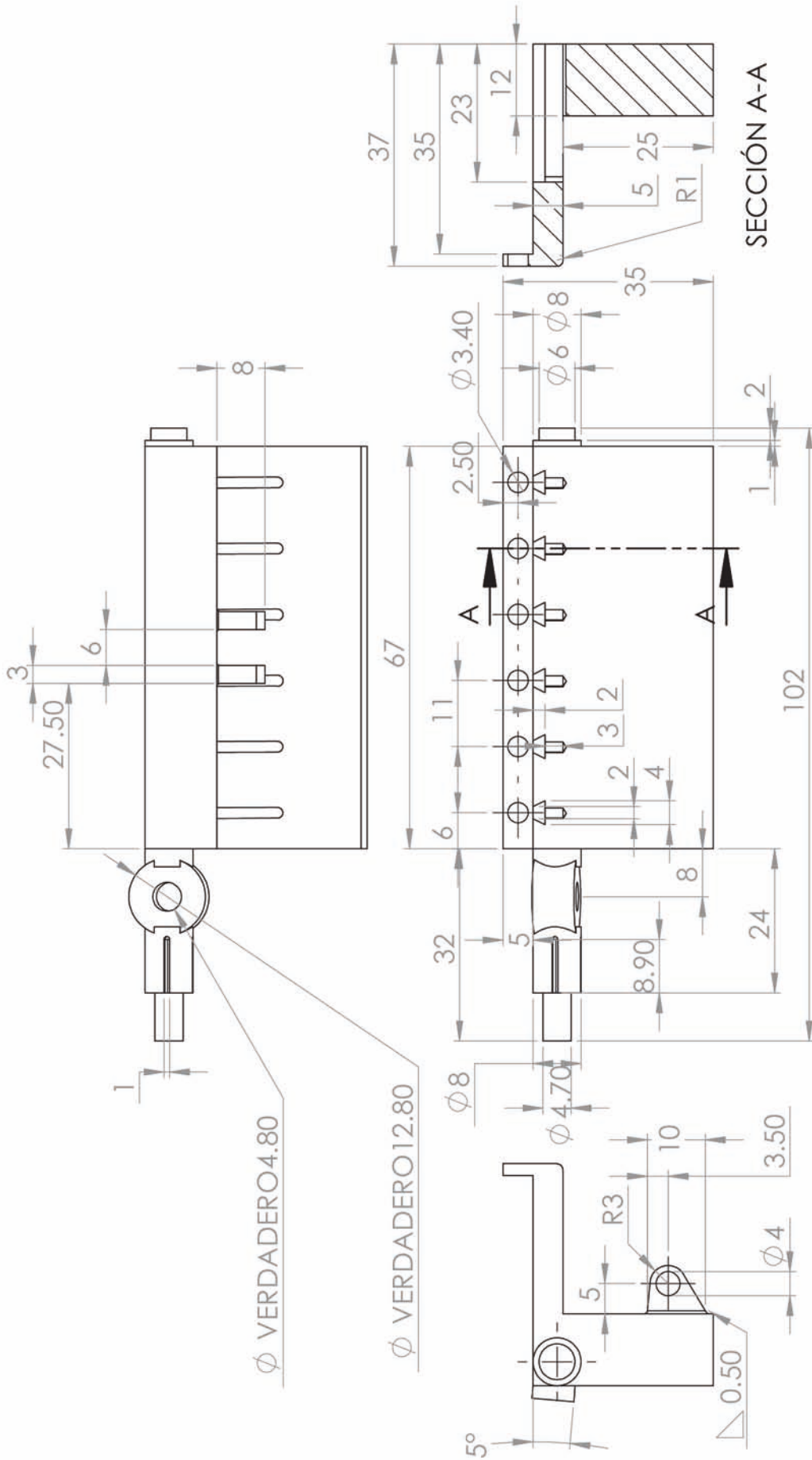
5:1



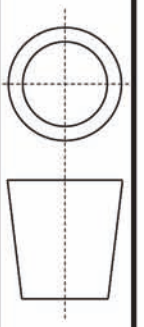
Portacarros.



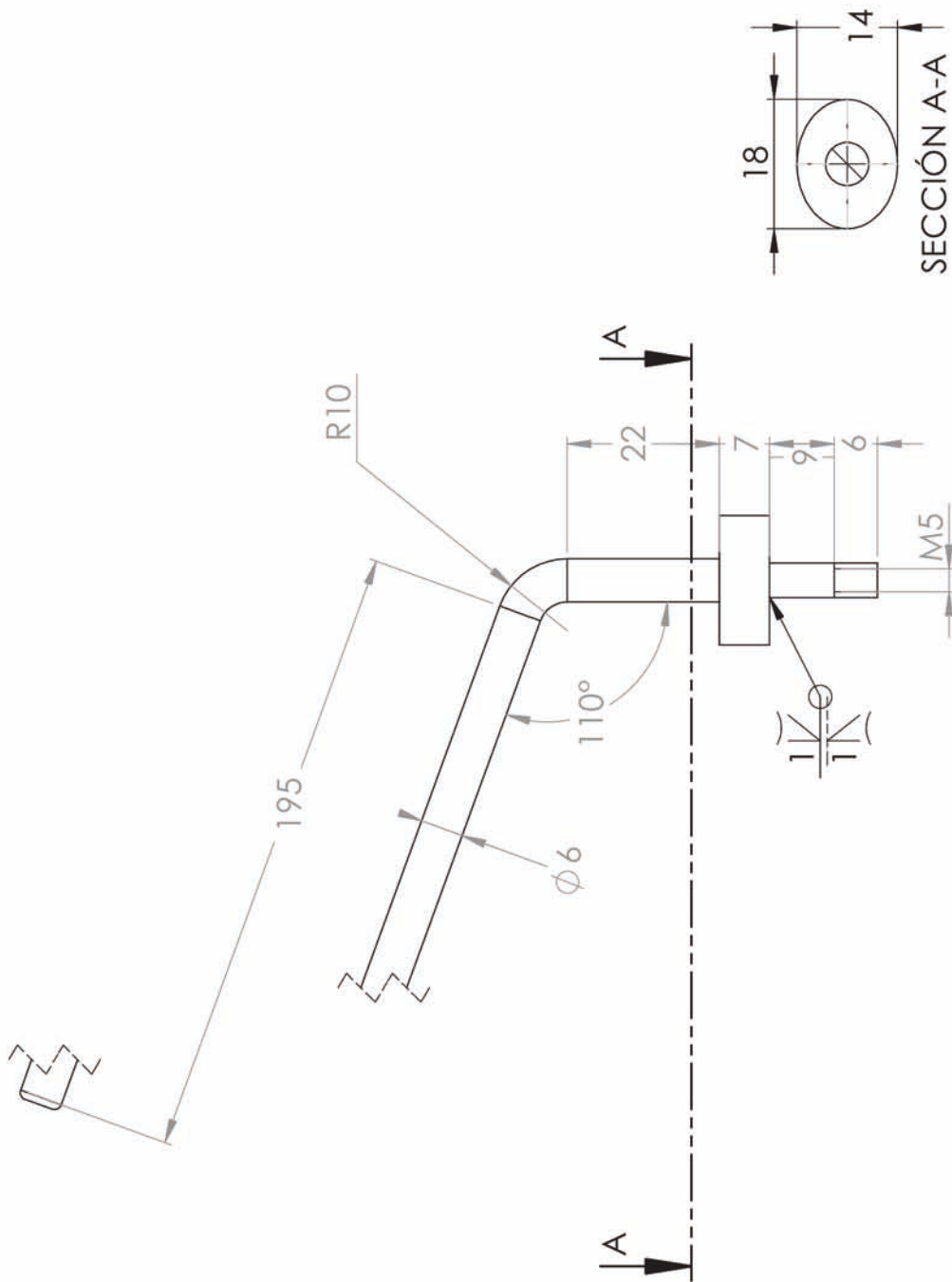
2:1



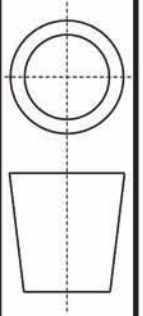
Bloque de resonancia.



1:1



Palanca trémolo.



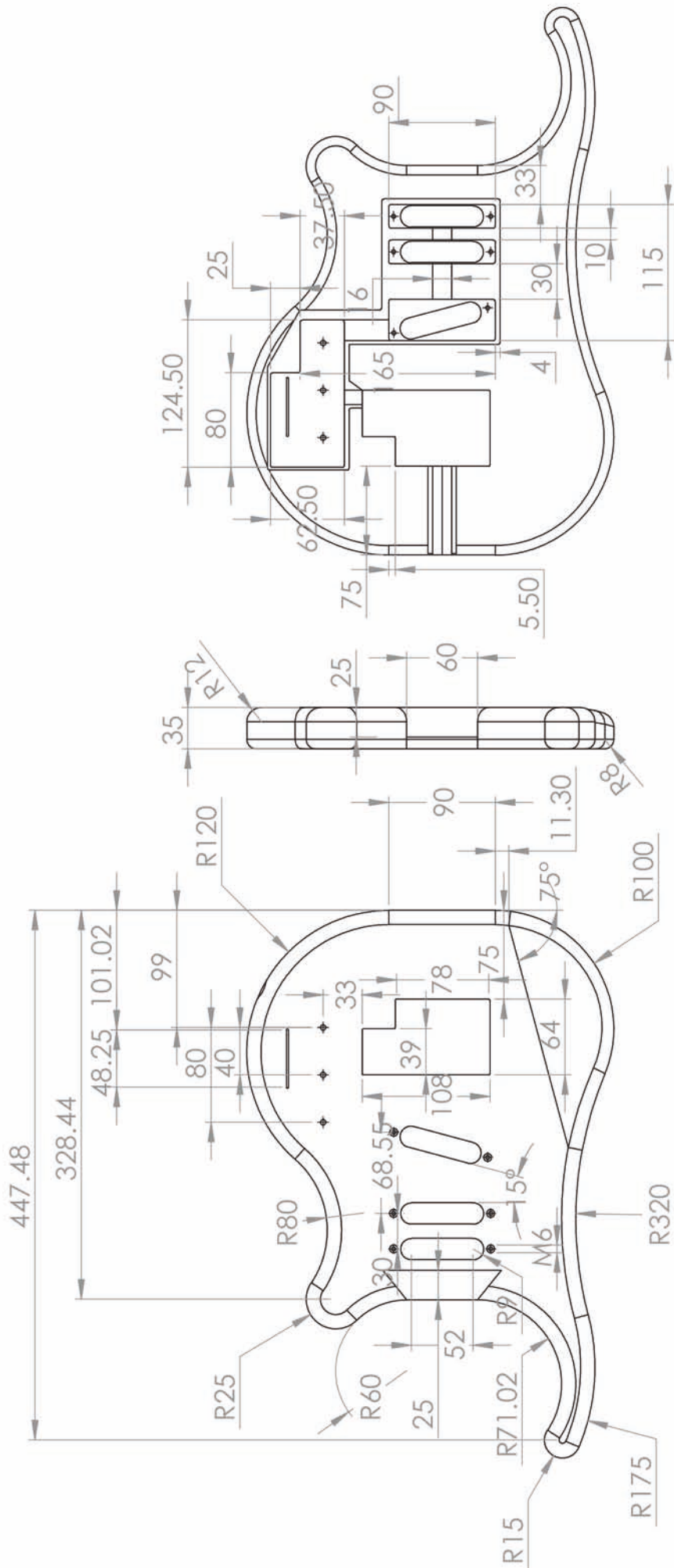
1:1

Listado de piezas comerciales en el puente.

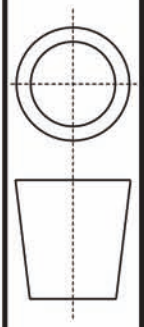
Ref.	Tipo	Nº de piezas	Características
A	Anillo Ret.	1	B27.7M - 3AM1-6
M1	Muelle	6	Fender tremolo spring LF2.8-10
M2	Muelle	6	Fender tremolo spring LF4-10
M3	Muelle	1	ISO 10243 MBL10 - 64
M4	Muelle	1	ISO 10243 VL20 - 025
R1	Rodamiento	1	AFBMA 12.1.4.1 - 0060-13 - 10,DE,NC,10_68
R2	Rodamiento	1	AFBMA 12.1.4.1 - 0050-13 - 8,DE,NC,8_68
RD	Rodillo	6	D4-C2/3-3L Gibson Bearing
RS	Rosca	2	B18.2.4.1M - Hex nut, M5 x 0.8 --D--N
T1	Tornillo	1	B18.3.1M - 5x0,8 x 20 Hex SHCS --20CHX
T2	Tornillo	6	B18.3.1M - 2x0,4 x 16 Hex SHCS --16CHX
T3	Tornillo	10	B18.3.1M - 3x0,5 x 16 Hex SHCS --16CHX
T4	Tornillo	12	B18.3.6M - M1.6 x 0.35 x 8 Hex Socket Oval Pt. SS
T5	Tornillo	2	B18.6.7M - M3 x 0.5 x 10 Cross FHMS --10C
V	Varilla	6	D1 x 3

Nota: Las calidades de la tornillería necesitan ser superiores a 4.6 (resistencia de prueba de 225MPa) con el fin de soportar las cargas máximas que producen tensiones de hasta 20 MPa.

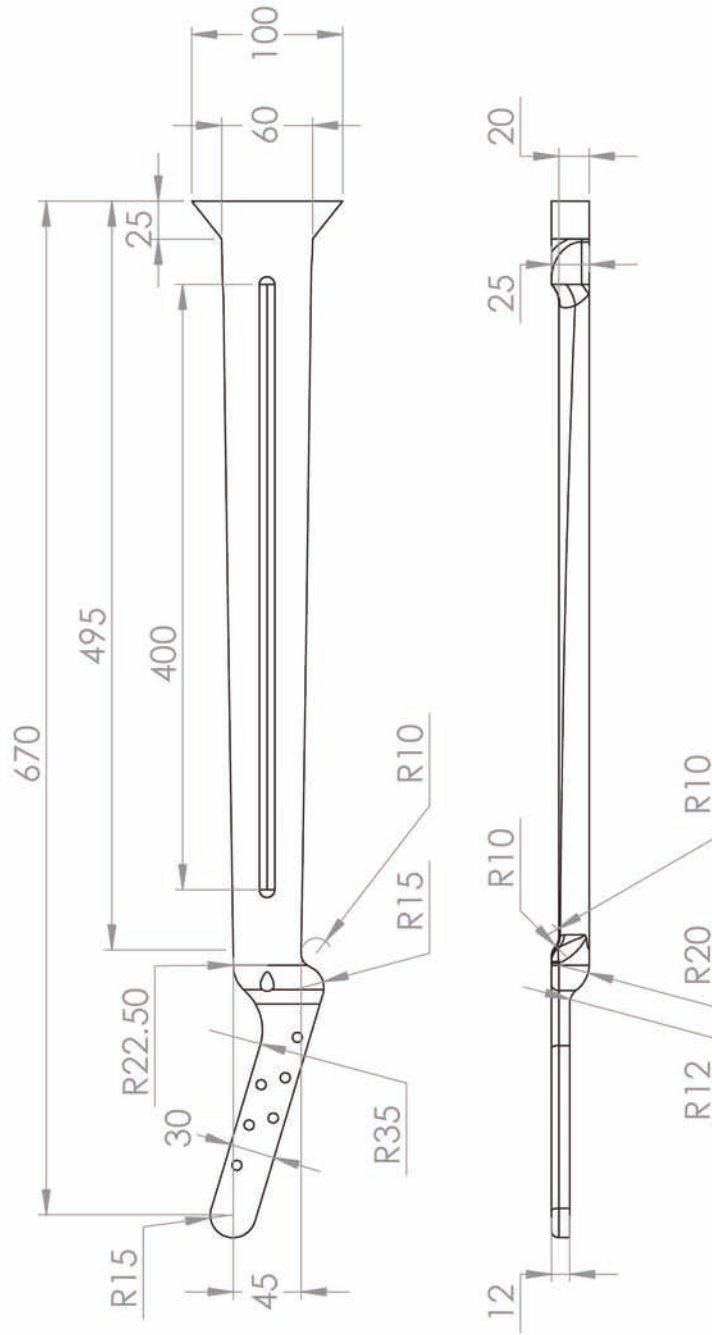
2ª Parte: Cuerpo y mástil.



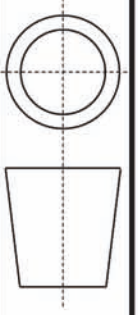
Cuerpo.



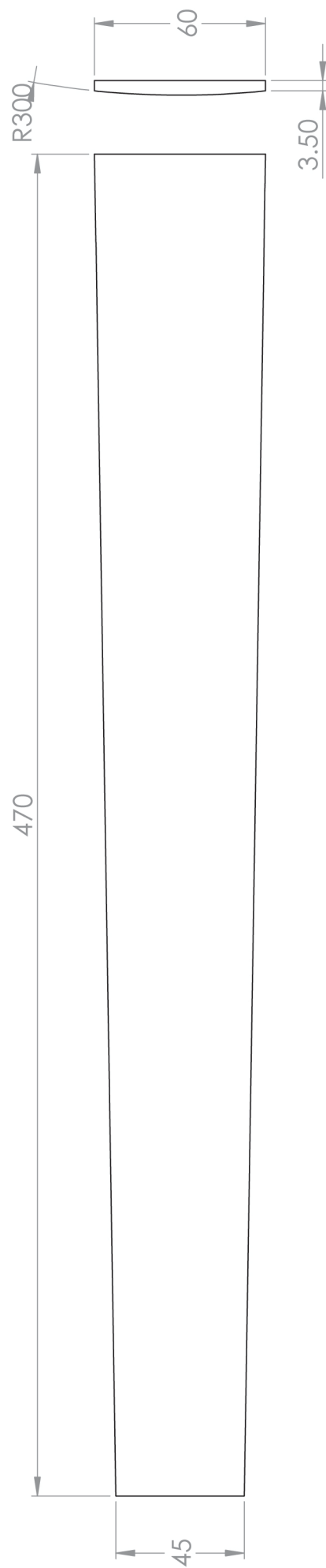
1:5



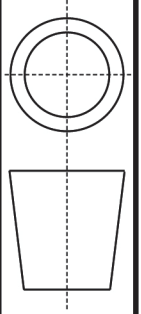
Mástil.



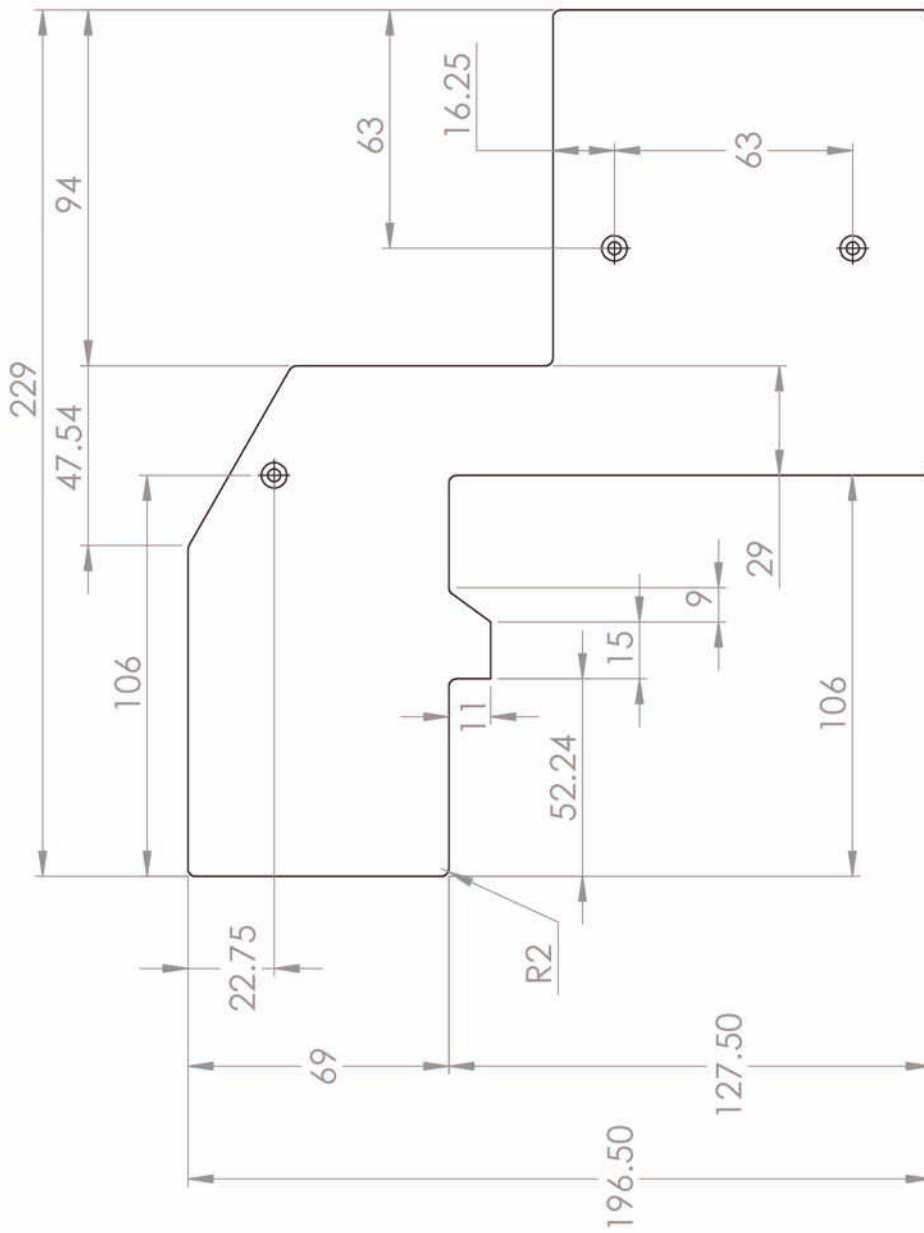
1:5



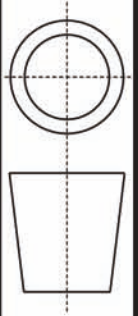
Diapasón.



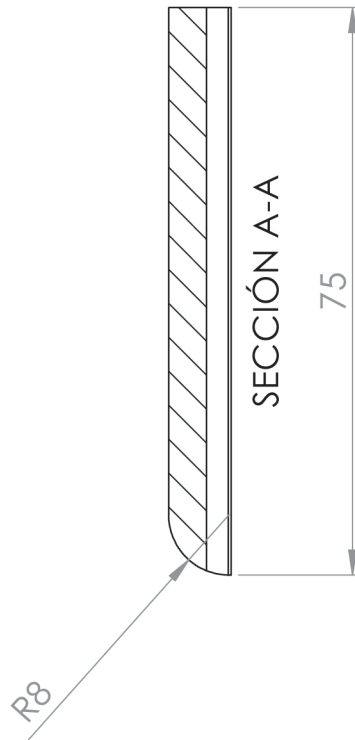
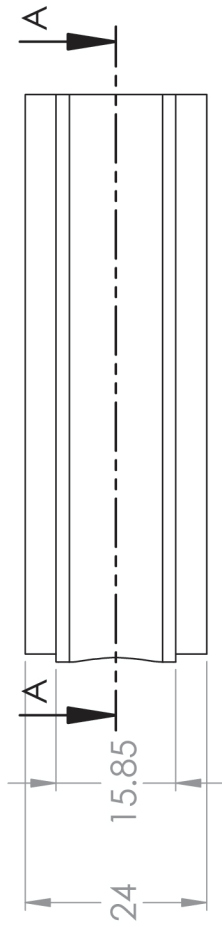
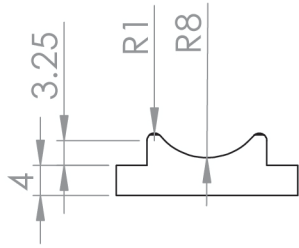
1:2



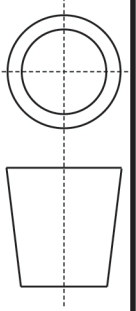
Tapa trasera 1.



1:2



Tapa trasera 2.

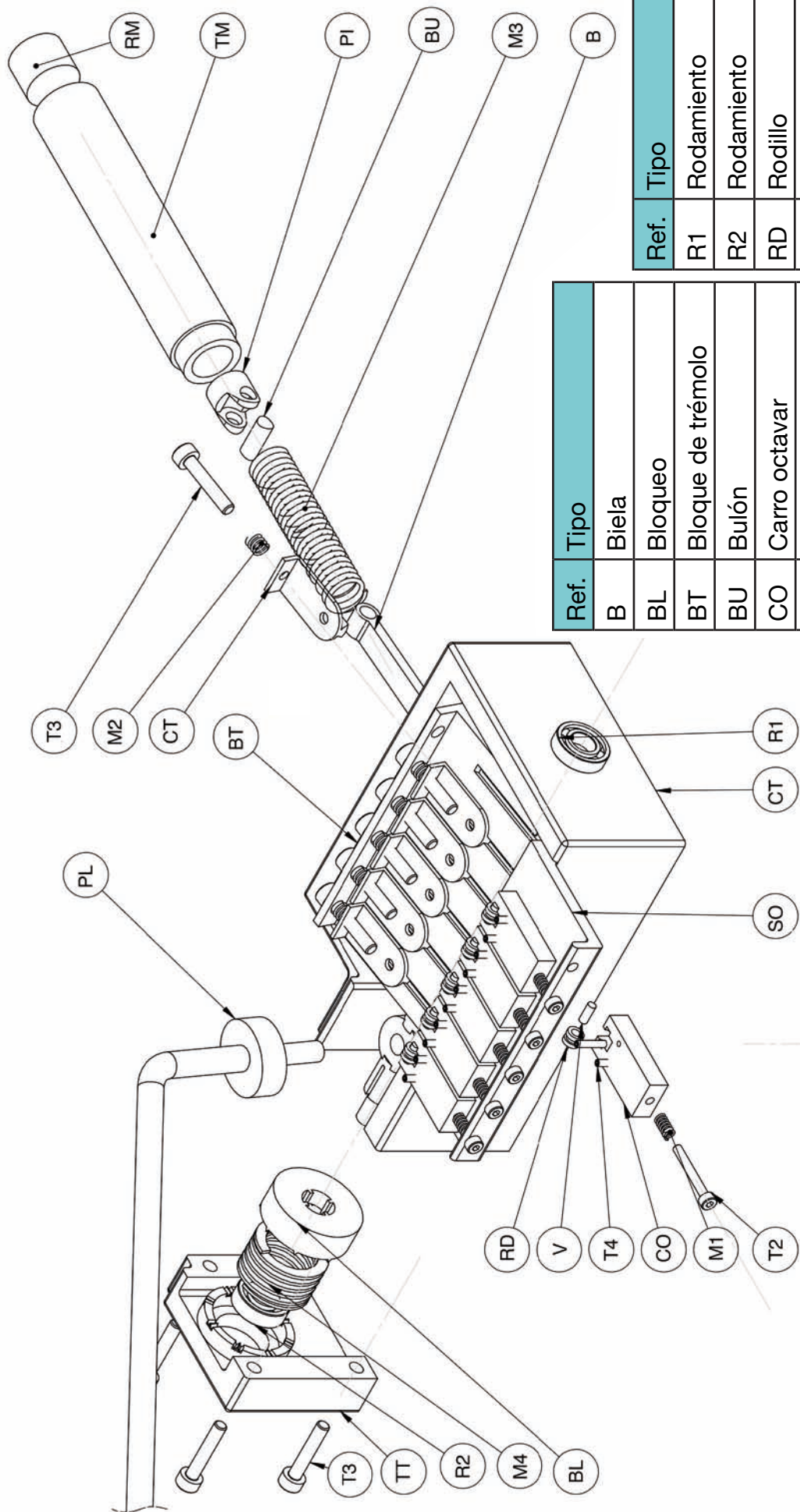


1:1

Listado de piezas comerciales en el cuerpo.

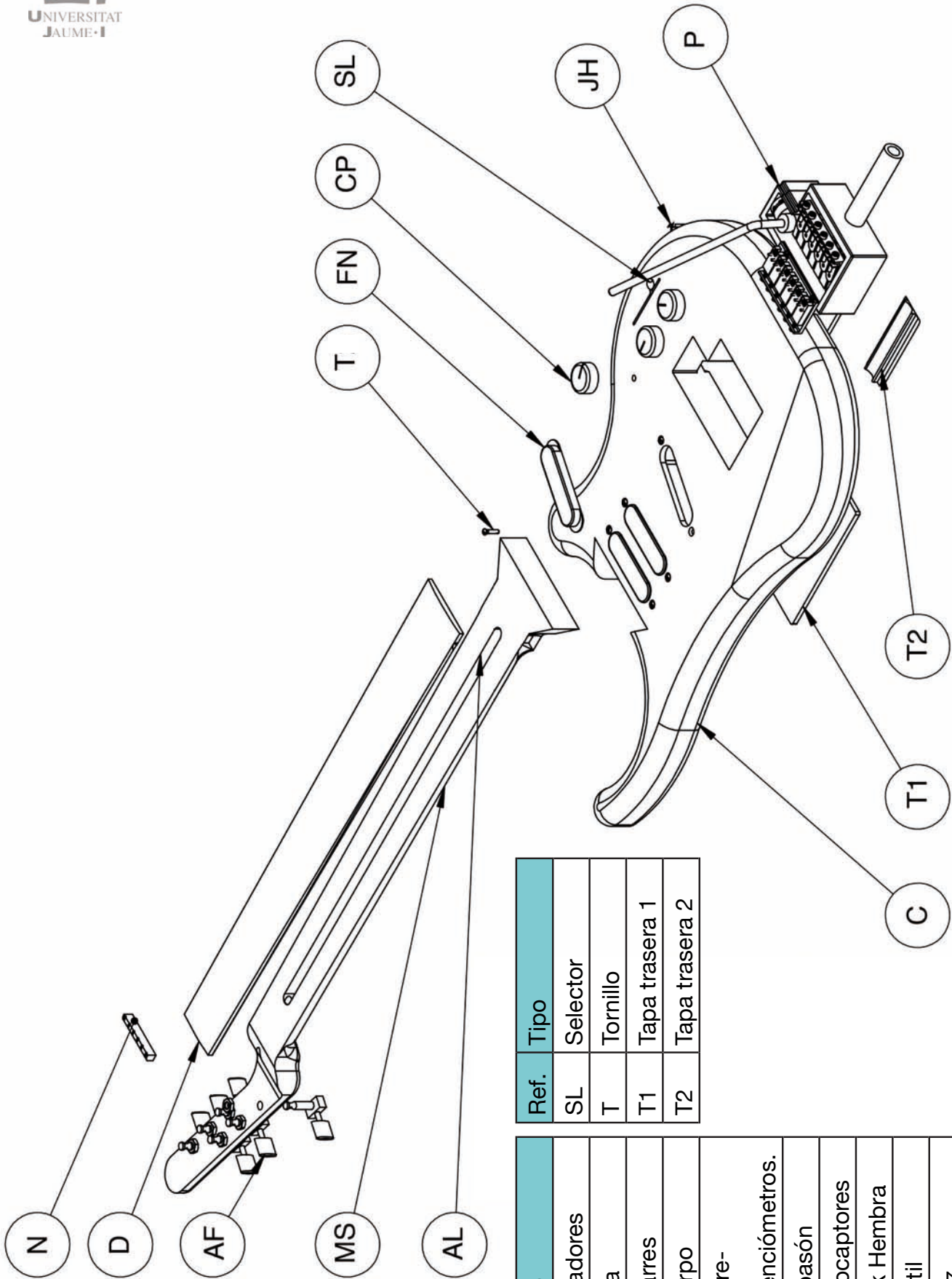
Ref.	Tipo	Nº de piezas	Características
AF	Afinadores	6	Harley Benton Parts Locking Tuners 6L
AL	Alma	1	I Gotoh 410mm Truss Rod
AM	Amarres	2	Security Locks C 446
CP	Cubre- potenciómetros.	2	Göldo Speed Knob KB5JB
FN	Fonocaptore	3	DiMarzio DP110 FS-1
JH	Jack Hembra	1	Allparts Switchcraft EP0055 Jack
N	Nuez	1	Graph Tech PT-5010-00
P	Potenciómetro	2	Fender 250K Split shaft
SL	Selector	1	Göldo 5-Way Switch
T2	Tornillo	9	B18.3.1M - 2x0,4 x 16 Hex SHCS --16CHX

3ª Parte: Montaje



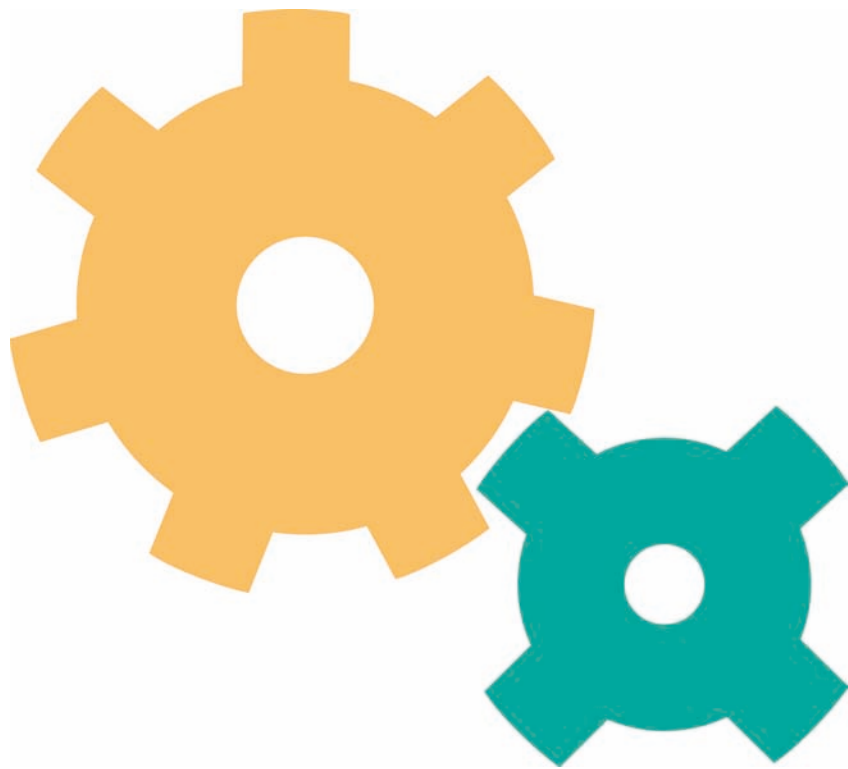
Ref.	Tipo
B	Biela
BL	Bloqueo
BT	Bloque de trémolo
BU	Bulón
CO	Carro octavar
CR	Carro regulador de trémolo
M1	Muelle
M2	Muelle
M3	Muelle
M4	Muelle
PI	Pistón
PL	Palanca.

Ref.	Tipo
R1	Rodamiento
R2	Rodamiento
RD	Rodillo
RM	Regulador del muelle
T1	Tornillo
T2	Tornillo
T3	Tornillo
T4	Tornillo
TM	Tubo de alojamiento del muelle
V	Varilla



Ref.	Tipo
SL	Selector
T	Tornillo
T1	Tapa trasera 1
T2	Tapa trasera 2

Ref.	Tipo
AF	Afinadores
AL	Alma
AM	Amarres
C	Cuerpo
CP	Cubre- potenciómetros.
D	Diapasón
FN	Fonocaptore
JH	Jack Hembra
MS	Mástil
N	Nuez
P	Puente completo



Pliego de condiciones.

- **DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES:**

Acero austenítico inoxidable ASTM CF-20.

Acero de bajo contenido en carbono con módulo de Young en torno a los 200 Gpa, límite elástico de 250 +/-10 MPa y precio inferior a los 3€/ Kg. Este acero cumple con un índice de seguridad de cuatro las necesidades más extremas que se pueden dar durante el uso y mal uso de la guitarra, ya que la tensión máxima de cortante producida por las cuerdas en el punto más desfavorable no supera los 76 MPa en ninguno de los casos.

Además, la utilización de un mismo material en todas las piezas del puente previene la oxidación galvánica.

Las piezas de este material son las que componen el puente en su totalidad (a excepción de las piezas estándar):

La caja del puente, la tapa derecha del puente, el bloque de resonancia, los carros de afinación y transposición, la biela, el bloqueo, el porta carros, la palanca de trémolo, el tubo contenedor del muelle de ajuste y el regulador de ajuste.

Acero martensítico inoxidable AISI 420.

Este material se utilizara en los trastes ya que es más duro (255 HB) que las cuerdas, hechas de acero austenítico inoxidable, previniendo el desgaste por fricción durante más tiempo, el que era el último problema establecido y por resolver. El precio está en torno los 5€/ Kg y se adecua de sobra a nuestras necesidades ya que no tiene que soportar ninguna carga externa.

El acero AISI 420 es un acero inoxidable martensítico, templeable y ferromagnético con resistencia a la corrosión en atmósfera rural urbana y en agua dulce, tras el tratamiento térmico de temple. Se comercializa en estado recocido.

Madera de palo santo (también palo rosa o rosewood):

Madera de alta rigidez y densidad (97 MPa en estado seco) con precio de 70€/Kg que se utiliza en el diapasón. Las propiedades de este tipo de madera, empleado de forma habitual en los diapasones de guitarras y violines, permiten el buen flujo de las vibraciones a través del cuerpo y mástil de la guitarra. De esta forma se aumenta el sustain del sonido y aumenta su sonoridad y calidad tímbrica.

Madera de Haya :

Madera de dureza media, 578 KPa a compresión, con precio de 5€/Kg que se utiliza en el cuerpo, tapas del cuerpo y mástil. Tiene unas propiedades sonoras similares a la caoba pero a un precio muy inferior. La poca porosidad permite un adecuado transito de vibraciones y le confiere a la guitarra un carácter agudo. Esta variedad de madera tiene un tipo de timbre agudo con realce de medios y bajos de apagado rápido, por lo que genera una combinación sonora muy apta para rítmicas. Otro de los factores para elegir este tipo de madera es que es autóctona europea y hay una gran producción de ella en España, sobretodo en Navarra, por lo que disminuiría mucho el impacto ambiental al ser la madera más utilizada en el instrumento.

Justificación del uso del material Acero austenítico inoxidable ASTM CF-20.

Este cálculo pretende establecer la tensión mínima que debe poder soportar el material para que el conjunto funcione correctamente.

Gracias a los proveedores se ha averiguado que la cuerda más fina es la que ejerce una mayor tensión, al tener una sección menor, y que la fuerza máxima que puede soportar se establece en 5.94Kg, que equivale a 58.212N.

Para mayor seguridad en nuestros cálculos se utiliza un coeficiente de mayoración de las fuerzas de 1,5. Esto quiere decir que a efectos prácticos se considerará que la cuerda ejercerá una fuerza $F=87.318\text{N}$ en cada uno de los extremos.

Teniendo en cuenta que las cuerdas están apoyadas sobre el puente a cierto ángulo, y que la sección de contacto tiene 2mm de largo por 0,23mm de sección de cuerda ($S=2 \times 0.23=0.46\text{mm}^2$), obtenemos el siguiente esquema :

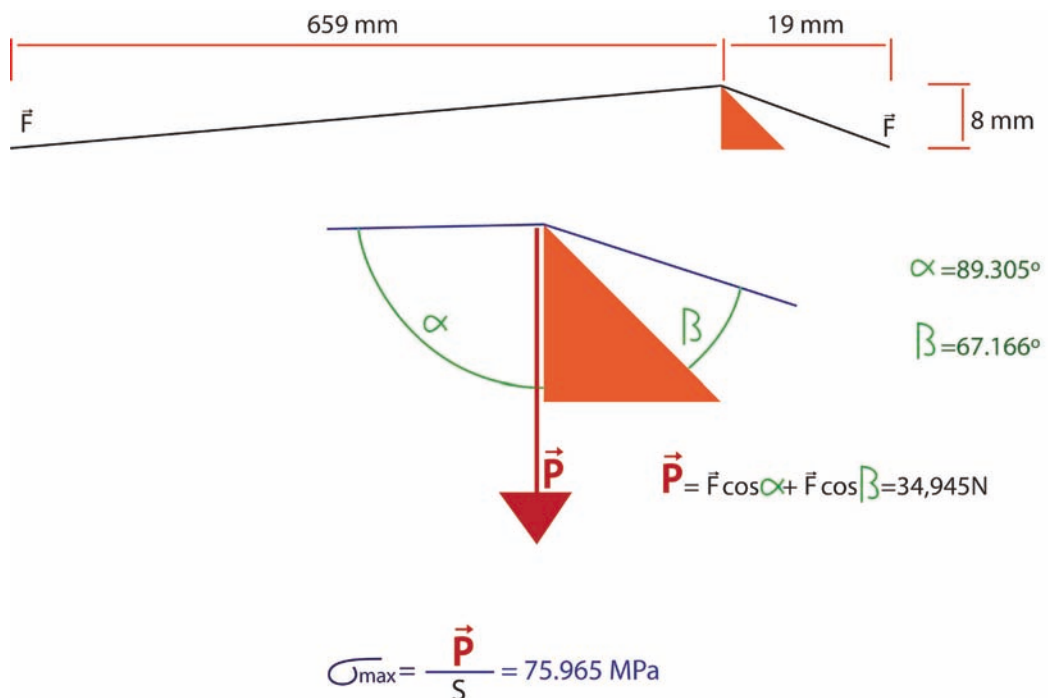


Fig. 24

De esta forma se deduce que el material deberá soportar una carga mínima de 75,965 MPa.

- **CALIDADES MÍNIMAS:**

Afinadores:

Con bloqueo, de tipo estándar, de acero austenítico inoxidable. Recomendados los Fender locking.

Alma:

Pieza estándar de 9mm máximo, de dos vías, con flexión, menor de 445 mm, alternativa cóncavo convexa y de 30 Kg de fuerza máxima como mínimo.

Cable:

Doble aislamiento PVC.

Baja resistencia (40 Ohm/Km).

Temperatura de trabajo de -15 °C a 70 °C.

Cejilla/Nut:

Utilizamos una pieza estándar de hueso sintético, resina epoxi.

No son válidas para este caso las de poliestireno al ser un puente flotante.

Como mejora se puede añadir una cejilla de latón, pero aumenta considerablemente el coste y empeora los graves.

Cubre potenciómetros:

Cualquier estándar. Recomendación de marca Gibson por tener mayor tamaño.

Fonocaptores:

DiMarzio DP110 FS-1.

Imanes de Alnico V, piezas polares, no activas. Tipo *single coil*.

Muelle de bloqueo:

Inoxidable con K entre valores de 4 a 8 N/mm.

Muelles de regulación de carros:

Inoxidable con K entre valores de 10 a 12 N/mm.

Muelle de regulación de tensión:

Inoxidable con K entre valores de 35 a 55 N/mm.

Pasadores de seguridad comerciales:

Carga mínima de seguridad de 20 Kg.

Potenciómetros:

Logarítmico de 250KOhms para volumen / Logarítmico de 250 KOhm para tono.

Rodamientos:

De bolas sin necesidad de refuerzo para carga axial.

Tornillos estandarizados:

Calidad 4.6 225MPa de resistencia de prueba.

- **CONDICIONES DE FABRICACIÓN:**

-No hay ninguna pieza en toda la guitarra que requiera de un ajuste a presión ya que la pretensión final se la darán las cuerdas y, a su vez, mantendrán las piezas en su sitio (como un violín que al quitarle las cuerdas cae el puente y el cordal. Este no sería el caso porque las piezas están dentro de encajes, pero puede haber todo el juego que sea necesario) por lo que una tolerancia H9 en todas las piezas reducirá enormemente el precio y asegurará que pueda montarse todo sin ninguna dificultad.

-Todas las piezas de madera deben ser tratadas con sellante y barnizado posterior, con el fin de evitar expansión por humedad o problemas con plagas que afecten a la madera.

-La fabricación tiene que realizarse según el orden establecido en cada una de las piezas según el detalle de piezas expuesto en la memoria.

-Mecanizados a 12m/min con fresas y brocas de metal duro y utilización de fluido de corte.

-Se tienen que rectificar los trastes una vez colocados con adhesivo, la rectificación en este caso será un planeado de tal forma que los picos de todos los trastes estén siempre a la misma altura. Todo ello respetando la curvatura del mástil.

-Todos los tornillos se deben colocar con pretensión, manual. No hay cortantes en ninguna unión atornillada por lo que una mínima pretensión mitigará la aparición de cortantes en caso de golpe o caída.

-Para el montaje se seguirá el siguiente orden:

Se introduce el alma en el mástil, junto con los clavijeros y, a continuación el diapasón.

El mástil ya completo se introduce en el cuerpo.

Se monta el puente. Tomando como pieza de apoyo la caja del puente, se va introduciendo el bloque de trémolo junto con los rodamientos, el bloqueo y el muelle del bloqueo. A continuación se atornilla la tapa, el porta carros, y se montan en el puente todos los carros, tanto los de transposición en el bloque de tremolo como los de octavación.

Se introduce el puente dentro del cuerpo y, una vez dentro, se inserta el tubo del regulador de tensión, junto con la biela, el muelle, el regulador, el pistón y el bulón. Una vez está unido el regulador con el puente, se conectan todos los dispositivos electrónicos y se suelda con un solo punto de soldadura de estaño el puente al cable de toma de tierra para evitar interferencias.

Se atornillan las dos tapas traseras para finalizar.

-Las cuerdas son opcionales. Aunque de normal sí vienen colocadas de fabricación, en este caso es preferible que no sea así, ya que la primera afinación es crucial para entender el funcionamiento correcto del puente y es conveniente que lo haga el usuario para que pueda desarrollar todo el potencial de la guitarra.

- **CONDICIONES DE UTILIZACIÓN:**

-Conservar en lugares secos, la madera se hincha si hay mucha humedad.

-Comprobar que la madera está en buen estado ANTES de entrar el instrumento en casa, puede que haya algún parásito en la madera debido al transporte o su almacenaje y la empresa no se hace responsable de los desperfectos que haya en su vivienda. La empresa sí se hace responsable de reponer, reparar o indemnizar al comprador por el instrumento que se ha obtenido en mal estado.

-No almacenar el instrumento cerca de otros muebles que tengan o se sospeche que tengan algún tipo de parásito.

-No utilizar el instrumento como soporte de objetos con llama o incandescentes, como por ejemplo cigarrillos.

-Para mayor seguridad, recomendamos adquirir un “*Hard Case*” para guitarras.

-Retirar las cuerdas viejas, aunque no estén rotas, cada tres meses como máximo.

-Recomendamos la utilización de aceite en el diapasón de forma periódica. Evita que se seque y agriete con el tiempo.

-La salida de Jack hembra del instrumento esta diseñada para un cable que está conectado a un amplificador de guitarra. No conectar directamente a una toma de corriente, hay un riesgo alto de electrocución.

-No verter líquidos ni utilizar la guitarra como soporte de líquidos.

-No utilizar la guitarra como apoyo.

-Si no sabe calibrar el alma, acuda a un profesional. Una mala calibración del alma puede convertir en imposible la correcta afinación del instrumento.

-Si tiene que afinar el trémolo, hágalo en el siguiente orden:

Octave, afine, regule la transposición, vuelva afinar, repita estos dos pasos hasta que este completamente afinada, regule el muelle de calibración del puente hasta que la palanca se gire y bloquee el trémolo en la posición neutra. Realice una última afinación.

-Compruebe la afinación antes de tocar el instrumento.

-La octavación y la regulación de la transposición no son necesarias realizarlas cada vez que se afine. Realizarla solo tras el cambio de cuerdas, después de aproximadamente 20 afinaciones tras el primer cambio de cuerdas y cuando la afinación neutra haya desplazado lo suficiente la inclinación neutra como para que la palanca de trémolo no introduzca de forma automática el bloqueo. Lo más probable es que solo tenga que regularlo dos veces por cada set de cuerdas.

-Si se rompe una cuerda, cambie solo esa cuerda. Cuando se hayan roto tres o más cuerdas de un set de cuerdas completo, no las cambie de forma individual, quite todas las cuerdas y ponga un set nuevo.

-No practique con el instrumento cerca de aparatos eléctricos, aparte del amplificador, o electrónicos. Los fonocaptosores son muy sensibles a las perturbaciones electromagnéticas y es muy frecuente oír zumbidos cuando se tienen dispositivos de comunicación móvil, ordenadores o cualquier dispositivo a menos de dos metros.

-Cuando no este tocando el instrumento, asegúrese de que no hay presión sobre la palanca de trémolo. Si se percata de que el instrumento ha estado varios días con presión sobre la palanca de trémolo, haga una afinación completa del trémolo.

No toque el instrumento por tiempo muy prolongado sin descansos, puede desarrollar tendinitis.

-Descanse cinco minutos cada máximo de treinta minutos.

-Suba la velocidad de forma gradual cuando empiece a tocar, o haga calentamientos previamente. Si no lo hace es propenso a tener tirones, fibromialgia, fibromialgia diferida y tendinitis.

-Si le duele el antebrazo, pare inmediatamente y no toque el instrumento hasta pasadas doce horas.

-Si pasadas 48 horas le sigue doliendo el antebrazo, acuda a un médico, puede estar desarrollando tendinitis.

-Recomendamos digitar con aparatos de entrenamiento de dedos para mantener el tono muscular durante periodos que no toque el instrumento.

-La empresa no se hace responsable de los daños ocasionados a su persona, sus pertenencias o su instrumento por el mal uso de este.

-La garantía no es aplicable en casos de mal uso, caídas, golpes o derrames de líquidos.

- **NORMATIVA APLICABLE:**

Se tiene que cumplir el Real Decreto 208/2005 sobre aparatos eléctricos y Electrónicos sobre gestión de residuos.

Para ello debe estar identificado con un símbolo establecido por la norma UNE-EN 50419.

A efectos legales, el instrumento se considera un tipo 7 según la categoría RAEE. Esto es: Juguetes y equipos deportivos o de tiempo libre.

Tiene que financiar los costes de la gestión de residuos de su aparato electrónico. Ya sea de forma individual o a través de un Sistema Integrado de Gestión (SIG)

Inscribir la empresa en el registro de establecimientos industriales de ámbito estatal.

Declarar a la Comunidad Autónoma en la que esté ubicada la empresa.

Informar al usuario sobre el correcto reciclaje del aparato e informar sobre los efectos sobre el medio ambiente que pueden generar los residuos de este instrumento.

Protección contra contactos directos e indirectos.

Para ello utilizaremos MBTS, muy baja tensión de seguridad.

Protección contra contactos directos.

Utilización de doble aislamiento.

Protección contra contactos indirectos.

Toma de tierra en las piezas del puente.

Marcado CE de conformidad.

Supone cumplir con la norma 2006/95/CE de baja tensión y la 2004/108/CE de compatibilidad electromagnética.

Se cumplen mediante la aplicación de las normas UNE-EN 60335-1 y UNE-en 60335-2-X

Para ello se tendrá que incluir lo siguiente:

Nombre y dirección del fabricante o de su representante en la comunidad de producción.

Descripción del material eléctrico.

Referencia a las normas armonizadas, si procede.

Si procede, referencia de los requisitos con los cuales se declara la conformidad.

Identificación del apoderado que firme en nombre del fabricante o de su representante establecido en la comunidad.

Las dos últimas cifras del año de colocación del marcado CE.

Nivel CEM

Controlar el Límite de emisión y el Nivel de inmunidad. Estos dos apartados se cumplen con facilidad al no estar conectado el aparato a la red eléctrica, sino a una fuente de 9 a 12V.

UNE-EN 55014 EN 55014-2 de Compatibilidad electromagnética.

Clasificar el aparato como categoría I al tener solamente piezas pasivas.

No genera ninguna perturbación electromagnética. (De hecho el fonocaptor realmente

es un captador de frecuencias electromagnéticas producidas por las cuerdas, o cualquier dispositivo electrónico cercano, como un móvil o un ordenador).

UNE-EN 1005-4 //2005-A1 //2009 Norma de ergonomía sobre el trabajo en posición neutra.

Esta norma es imposible de cumplir en un instrumento musical con las características de una guitarra. La razón es sencilla, la cuerda requiere de una longitud mínima para poder realizar correctamente un recorrido tonal y esta longitud no está al alcance de todos por razones de física elemental y teoría ondulatoria. No obstante, aunque por ese extremo no hay solución posible. La mejora de accesibilidad de las últimas notas del mástil sí que permiten utilizar una posición neutra en una zona que una guitarra eléctrica convencional requeriría de una posición muy forzada. Es un avance considerable.



Presupuesto.

- **DATOS DE PARTIDA:**

Damos por supuesto que, comprar en grandes packs las piezas, resultaría mucho más económico. No obstante, como no sabemos el calibre exacto de esos descuentos, se supondrá un presupuesto máximo mayor que el coste real de fabricación. En él, se establecerá como precio de las piezas su valor de mercado unitario de cara a un consumidor final que va a utilizar solo una o pocas piezas. Esto asegura con un índice de seguridad muy alto el coste máximo que supondría la producción de cualquier modelo productivo, ya sea pieza única, unas pocos productos, o una gran tirada.

- **COSTE DE LAS PIEZAS COMERCIALES:**

Tipo.	Nº de piezas.	Características.	Precio unitario. (€)	Coste total. (€)
Afinadores.	6	<i>Harley Benton Parts Locking Tuners 6L</i>	6.50	39.00
Alma.	1	<i>1 Gotoh 410mm Truss Rod</i>	14.20	14.20
Amarres.	2	<i>Security Locks C 446</i>	3.18	6.36
Anillo de Retención.	1	B27.7M - 3AM1-6	0.02	0.02
Cejilla.	1	<i>Graph Tech PT-5010-00</i>	7.70	7.70
Fonocaptores.	3	<i>DiMarzio DP110 FS-1</i>	57.00	171.00

Tipo.	Nº de piezas.	Características.	Precio unitario. (€)	Coste total. (€)
Jack Hembra.	1	<i>Allparts Switchcraft</i> EP0055 Jack	2.88	2.88
Muelle.	6	<i>Fender tremolo spring</i> LF2.8-10	0.97	5.82
Muelle.	6	<i>Fender tremolo spring</i> LF4-10	0.96	5.76
Muelle.	1	ISO 10243 MBL10 - 64	2.32	2.32
Muelle.	1	ISO 10243 VL20 - 025	3.55	3.55
Perillas.	3	<i>Göldo Speed Knob</i> KB5JB	2.11	6.33
Perno.	1	B18.3.1M - 5x0,8 x 20 Hex SHCS --20CHX	0.07	0.07
Perno.	15	B18.3.1M - 2x0,4 x 16 Hex SHCS --16CHX	0.04	0.60
Perno.	10	B18.3.1M - 3x0,5 x 16 Hex SHCS --16CHX	0.04	0.40
Perno.	12	B18.3.6M - M1.6 x 0.35 x 8 Hex Socket <i>Oval Pt. SS</i>	0.04	0.48

Tipo.	Nº de piezas.	Características.	Precio unitario. (€)	Coste total. (€)
Perno	2	B18.6.7M - M3 x 0.5 x 10 Cross FHMS --10C	0.05	0.10
Potenciómetro.	3	<i>Fender 250K Split shaft</i>	3.50	10.50
Rodamiento.	1	AFBMA 12.1.4.1 - 0060-13 - 10,DE,NC,10_68	2.25	2.25
Rodamiento.	1	AFBMA 12.1.4.1 - 0050-13 - 8,DE,NC,8_68	1.60	1.60
Rodillo.	6	D4-C2/3-3L <i>Gibson Bearing</i>	0.15	0.90
Rosca.	2	B18.2.4.1M - <i>Hex nut</i> , M5 x 0.8 --D--N	0.03	0.06
Selector.	1	<i>Göldo 5-Way Switch</i>	17.40	17.40
Varilla.	6	D1 x 3	0.05	0.30

Esto supone un coste unitario de 299.6€. Valor al que debemos descontar el I.V.A. ya que al ser una compra comercial no se aplica. Por tanto, tenemos que las piezas comerciales costarían un total de 247.60€ por producto, en el caso más extremo.

- **COSTE DE LAS MATERIAS PRIMAS:**

El volumen empleado de materias primas, en el caso de las piezas de madera, está calculado a partir de la suma de volúmenes de los cubos primigenios máximos o, lo que es lo mismo, su longitud por anchura por profundidad máximas de las piezas, con el fin de obtener el volumen real necesario para realizar el mecanizado posterior.

En el caso de los metales, se ha utilizado solamente su volumen final sin mecanizar, ya que las piezas están conformadas por inyección en su fase inicial y no a partir de un cubo del que se arranca por mecanizado el sobrante.

El peso se ha obtenido multiplicando esa cantidad por su densidad.

Material	Cantidad.	Precio por Kg	Coste (€)
Acero AISI 420.	53.7 g	5 €/Kg	0.27
Acero ASTM CF-20.	561.2g	3 €/Kg	1.68
Madera de haya.	2736.7 g	5 €/Kg	13.68
Madera de palo santo.	233.8 g	70 €/Kg	16.37

Las materias primas necesarias para conformar todos los componentes suponen un coste total de 32.00€

- COSTES DE PRODUCCIÓN:**

Suponiendo que el operario cobra un sueldo mínimo de 10€ brutos por hora y que el montaje del instrumento se ha optimizado según los estándares de flujo de trabajo en procesos industriales. Además se da por supuesto que las máquinas ya están conectadas y que el horno está caliente.

El tiempo de enfriado se calcula en función del volumen de las piezas a una temperatura ambiente de 20 °C y el fresado se supone a una velocidad de avance de 1 cm por minuto.

Operación (por orden de ejecución).	Tiempo (en minutos)
Búsqueda en almacén.	2
Identificación visual de los materiales.	2
Comprobación de las referencias.	1
Traslado.	1
Fijar las piezas a cortar.	0.5
Cortado a una distancia determinada.	1
Fresado de las piezas de madera (incluye sujeción, tiempo de fresado, retirada y un cambio de fresa).	232
Perforados en las piezas de madera (incluye sujeción, tiempo de taladrado, retirada y un cambio de broca).	16.5

Operación (por orden de ejecución).	Tiempo (en minutos)
Depositar el fundente.	1
Inyectar.	0.3
Retirada del molde.	0.3
Enfriado.	73
Mecanizado.	57
Perforado y roscado.	12.5
Doblados.	0.5
Forjados.	1.3
Comprobación de las piezas.	2.5
Traslado de todas las piezas conformadas.	1
Ensamblado del cuerpo y mástil.	0.5
Pegado del diapasón y el mástil.	0.5
Roscado de afinadores.	3

Operación (por orden de ejecución).	Tiempo (en minutos)
Montaje del puente (todas las piezas).	12.5
Colocación del puente.	2
Regular la tensión del puente.	0.1
Comprobación de la operatividad del puente.	0.1
Colocación de la electrónica.	3.5
Comprobación de la electrónica.	0.5
Atornillado de la parte trasera.	1
Comprobación visual del conjunto.	2
Etiquetado del producto.	1
Guardado del producto acabado.	1
Tiempo aproximado entre operaciones.	15
Tiempo aprovechado del enfriamiento en otras operaciones. (Aproximado)	70
Tiempo de relajación visual.	15

Tiempo total empleado en un solo producto desde las materias primas: 393.1 minutos.

A un coste de 10€ la hora supone un coste total de 65.52€ de gastos de producción.

La electricidad necesaria se desprecia al ser el precio del kWh muy asequible.

- **COSTE TOTAL DEL PRODUCTO:**

Considerando que se realiza una producción de pieza única, el instrumento no superara los **345.12 €**. El Coste real sería enormemente inferior si se considera una producción de tirada larga, como por ejemplo 200 instrumentos.

Suponiendo que las piezas comerciales se han comprado directamente a la empresa productora, sin pasar por ningún intermediario, y que se ha efectuado en un lote de 200 a 400 piezas, si el intermediario medio suele establecer un aumento del precio de venta en fábrica del 100% y si la compra de un lote de ese tamaño supone un descuento aproximado del 20%, dos descuentos muy plausibles en el panorama económico actual, obtendríamos las piezas comerciales por un coste de 99.04€ y, la fabricación del lote de 200 instrumentos, supondría un coste de 39312 € o, lo que es lo mismo, **196.56€ por instrumento acabado**.

Coste de las piezas comerciales.	247.60€
Coste de las materias primas.	32.00€
Costes de producción.	65.52€
Coste total en producción de pieza única.	345.12€
Coste de las piezas comerciales en lote de 200 instrumentos.	99.04€
Coste total de producción en lote de 200 instrumentos.	196.56€

- **PRECIO DE VENTA Y CONCLUSIONES:**

Considerando solo las capacidades de la guitarra, podríamos obtener un beneficio sustancioso por cada uno de los instrumentos. Las guitarras premium de las mejores marcas rondan los 4000€ por instrumento, pero esta competencia tiene la ventaja de ser una marca conocida y con buena reputación. Como en el caso que aquí se desarrolla la guitarra no es conocida, ni la marca tampoco, se debería ofrecer el instrumento a un precio competitivo que aporte una alta satisfacción al ser el producto recibido de mucha más calidad y muchas más prestaciones que el producto esperado por nuestro precio.

Considerando lo anterior, un precio de gama media-baja del mercado sería lo ideal para el presente producto. 599€ por instrumento es un buen punto de partida, además de ser una estrategia de costes de cara al marketing, el hecho de ser X.99 da impresión de descuento.

Por tanto, considerando un **precio de venta de 599€** tendríamos un beneficio neto aproximado del 200% del coste de fabricación y montaje de la guitarra.



Promoción y
comunicación.

- **SEGMENTACIÓN Y PÚBLICO OBJETIVO**

El segmento al que vamos a dirigir nuestro producto viene delimitado por las variables beneficio buscado y características del mismo. Los beneficios buscados son, durabilidad conseguida a través de la selección adecuada de materiales de producción, funcionalidad, ya que con el desarrollo del producto se ha buscado mejorar la usabilidad de un producto, economía, debido a que el precio de venta final es considerablemente inferior al precio medio del mercado; y, finalmente, estilo, ya que el producto dispone de un estilo único además de ser parcialmente personalizable.

En cuanto a las características del consumidor estarán definidas por la edad, el nivel de renta y la profesión. De esta manera se establecen los siguientes públicos objetivos:

Jovenes (15 -25 años) músicos profesionales o aficionados con ingresos bajos, despreocupados y hedonistas.

Músicos, **guitarristas profesionales**, entre 20 – 60 años, con un nivel de renta medio alto, aventureros, despreocupados y hedonistas.

Apasionados, aficionados a la música no profesionales, con un nivel de renta medio bajo, con edades comprendidas entre 25- 60 años, con un carácter más consciente y responsable.

La estrategia de segmentación y cobertura de mercado a llevar a cabo es marketing mix diferenciado de producto, dado que nos dirigimos a 3 segmentos claramente diferenciados con 1 producto.

- **OBJETIVOS ESTRATÉGICOS:**

En cuanto a los objetivos distinguiremos entre objetivos cuantitativos y objetivos cualitativos.

Objetivos cuantitativos:

1. Captación de clientes:

Alcanzar el mínimo de 10 clientes potenciales mensuales durante el primer año de actuación.

2. Previsión de ventas.

5 unidades, como mínimo, al mes durante el primer año, aumentando la previsión gradualmente en función de las ventas a partir del primer semestre.

3. Rentabilidad.

Alcanzar, una vez deducidos los costes de producción y marketing, una rentabilidad que oscile el 90%.

Objetivos cualitativos:

1. Notoriedad de marca y posicionamiento.

Dado que se trata de un producto nuevo y una marca nueva, un objetivo principal es dar a conocer la misma para lograr una notoriedad entre el público objetivo y por tanto un posicionamiento aventajado en el mercado.

2. Calidad de servicio.

Ofrecer siempre la mejor calidad del servicio.

3.Satisfacción.

Conseguir mediante la calidad del producto y servicio, superar las expectativas del cliente, logrando así su deleite y fidelización.

- **ESTRATEGIA COMPETITIVA:**

La estrategia competitiva que se va a llevar a cabo es la estrategia integrada de **liderazgo en costes y diferenciación**. Como hemos descrito previamente, la elección de los materiales supone una reducción de costes que permite ofrecer el producto a un precio más que competitivo, que nos permitirá aumentar la participación en el mercado. La diferenciación del producto se llevara a cabo en función de la duración del mismo debido a la calidad, en función de la forma, que difiera de la forma común de estos instrumentos y finalmente del diseño, debido a la personalización que ofrece el mismo.

- **DECISIONES DE MARKETING MIX:**

Producto.

El producto que hemos definido previamente, consiste en una guitarra eléctrica de excelentes prestaciones, con mejoras en su funcionalidad y estética.

Siguiendo la línea de la estrategia competitiva, la estrategia del producto se basará en la diferenciación de producto a través de la calidad, durabilidad y estilo; y diferenciación de servicio, mediante la entrega, reparaciones, garantías y financiación.

Precio.

Los objetivos de precios serán: posicionamiento y maximización de unidades vendidas. Por ello el método de fijación de precio viene determinado por el de la competencia; y las estrategias de precios que se van a utilizar serán precio de productos nuevos favoreciendo la penetración en el mercado y utilización de precios promocionales en fechas especiales y financiación.

Marca.

La estrategia de marca utilizada será la de marca única, debido al prestigio que ofrece y a la reducción de costes de comunicación que propone.

La marca bajo la que se comercializará debe transmitir profesionalidad, fuerza y seguir la corriente glocality dentro de lo posible.

Distribución.

Se utilizará un canal corto de distribución reduciendo el número de intermediarios y manipulaciones, para asegurar la integridad del producto y favorecer el prestigio.

Por ello la distribución final será selectiva, ofreciendo el producto sólo a través de unos

pocos establecimientos minoristas. Entre los que se encontrarán nuestra propia página web.

En cuanto a la logística, se contará con un almacén central para favorecer la distribución centralizada que permite reducir los niveles de stock y con ello los costes, ideal en la producción bajo pedido.

Comunicación.

Los objetivos de comunicación serán los siguientes:

- Notoriedad y conocimiento de marca
- Compra

El eje principal en torno al que girarán las acciones de comunicación es: “Estilo Funcional”. Se abordará esta proposición única de venta mediante motivaciones racionales (costes, calidad materiales y funcionalidad) y emocionales (estilo, prestigio).

El formato del mensaje será tanto diseño gráfico como audiovisual.

Se utilizarán herramientas offline y online:

Herramientas offline:

- Publicidad

Se utilizarán herramientas de publicidad tradicional, tales como, cartelería y folletos informativos.

- Relaciones públicas
- Eventos y experiencias

Se aprovecharán eventos musicales para instalar pop-up stores informativas dónde los asistentes puedan probar el producto. En este caso se utilizarán técnicas de marketing experiencial, para ofrecer al cliente potencial algo más que un simple producto.

Herramientas online:

-Web

Se contará con una página web corporativa usable y con un gran esfuerzo en su diseño para que sea un reflejo del producto.

-Posicionamiento en buscadores

Debido a la importancia del comercio online, la utilización de herramientas de *SEO* y *SEM* son imprescindibles.

-Redes sociales

Se contará con perfiles en diferentes redes sociales: *Facebook*, *Twitter*, *Linkedin*, *SoundCloud*, *Myspace*, *Instagram* y *Youtube*, para establecer una relación directa con los miembros de nuestro público objetivo.

Se utilizarán estrategias diferentes para cada una de ellas en función del público objetivo que se encuentra detrás de las mismas.

-Marketing viral

Se buscará atraer al público más joven mediante campañas de marketing viral en redes sociales.

-Blogs

De la misma manera, para acceder al segmento más profesional, se participará activamente en blogs y foros de música profesional.

• **MINIATURA DE UN PANEL DE PROMOCIÓN:**



Locktrem ONE

La guitarra para los guitarristas más exigentes.

- **Puente flotante exclusivo con capacidad de bloqueo en dos posiciones diferentes.**
- **Recorrido tonal del trémolo independiente para cada una de las cuerdas.**
- **Mástil adaptado para que puedas tocar hasta el último traste.**
- **Mástil exterior al cuerpo y sin obstrucciones traseras.**
- **Materiales de alta resistencia para eliminar el desgaste de trastes y puente. Olvidate del mantenimiento.**





Impacto ambiental.

- **CONSIDERACIONES PREVIAS:**

En este apartado valoramos el impacto ambiental total, al igual que la huella de carbono de nuestro producto. Para ello hemos tomado como información las cantidades de materiales necesarios, sus procesos de fabricación, su distribución y su retirada, teniendo en cuenta que una parte la reciclamos.

Hemos considerado que, de todos los metales, re-aprovechamos un 20% y, el resto, es desechado.

- **IMPACTO DE LAS MATERIAS PRIMAS:**

Madera de haya.

▼ Impact results	
Impact category	Result
ecosystem quality w/o LT - agricultural land occupation w/o LT	1.64740
ecosystem quality w/o LT - climate change, ecosystems w/o LT	0.05908
ecosystem quality w/o LT - freshwater ecotoxicity w/o LT	8.14963E-7
ecosystem quality w/o LT - freshwater eutrophication w/o LT	9.73097E-6
ecosystem quality w/o LT - marine ecotoxicity w/o LT	3.97951E-9
ecosystem quality w/o LT - natural land transformation w/o LT	0.00810
ecosystem quality w/o LT - terrestrial acidification w/o LT	0.00022
ecosystem quality w/o LT - terrestrial ecotoxicity w/o LT	0.00080
ecosystem quality w/o LT - total w/o LT	1.71627
ecosystem quality w/o LT - urban land occupation w/o LT	0.00066
human health w/o LT - climate change, human health w/o LT	0.09025
human health w/o LT - human toxicity w/o LT	0.00405
human health w/o LT - ionising radiation w/o LT	2.69568E-5
human health w/o LT - ozone depletion w/o LT	1.79626E-5
human health w/o LT - particulate matter formation w/o LT	0.33882
human health w/o LT - photochemical oxidant formation w/o LT	0.00015
human health w/o LT - total w/o LT	0.43331
resources w/o LT - fossil depletion w/o LT	0.10304
resources w/o LT - metal depletion w/o LT	3.80466E-5
resources w/o LT - total w/o LT	0.10308
total w/o LT - total w/o LT	2.25266

Fig. 25

La madera de haya, solo por utilizar la cantidad de material necesaria, supone un total de 2.25266 puntos de impacto ambiental.

Madera de palo santo.

▼ Impact results	
Impact category	Result
ecosystem quality w/o LT - agricultural land occupation w/o LT	0.08924
ecosystem quality w/o LT - climate change, ecosystems w/o LT	0.00000
ecosystem quality w/o LT - freshwater ecotoxicity w/o LT	0.00000
ecosystem quality w/o LT - freshwater eutrophication w/o LT	0.00000
ecosystem quality w/o LT - marine ecotoxicity w/o LT	0.00000
ecosystem quality w/o LT - natural land transformation w/o LT	0.00000
ecosystem quality w/o LT - terrestrial acidification w/o LT	0.00000
ecosystem quality w/o LT - terrestrial ecotoxicity w/o LT	0.00000
ecosystem quality w/o LT - total w/o LT	0.08924
ecosystem quality w/o LT - urban land occupation w/o LT	0.00000
human health w/o LT - climate change, human health w/o LT	0.00000
human health w/o LT - human toxicity w/o LT	0.00000
human health w/o LT - ionising radiation w/o LT	0.00000
human health w/o LT - ozone depletion w/o LT	0.00000
human health w/o LT - particulate matter formation w/o LT	0.00000
human health w/o LT - photochemical oxidant formation w/o LT	0.00000
human health w/o LT - total w/o LT	0.00000
resources w/o LT - fossil depletion w/o LT	0.00000
resources w/o LT - metal depletion w/o LT	0.00000
resources w/o LT - total w/o LT	0.00000
total w/o LT - total w/o LT	0.08924

Fig. 26

La madera de palo santo, solo por utilizar la cantidad de material necesaria, supone un total de 0.08924 puntos de impacto ambiental.

Acero ANSI 420.

▼ Impact results	
Impact category	Result
ecosystem quality w/o LT - agricultural land occupation w/o LT	0.00016
ecosystem quality w/o LT - climate change, ecosystems w/o LT	0.00433
ecosystem quality w/o LT - freshwater ecotoxicity w/o LT	4.42863E-8
ecosystem quality w/o LT - freshwater eutrophication w/o LT	4.18876E-6
ecosystem quality w/o LT - marine ecotoxicity w/o LT	2.31444E-9
ecosystem quality w/o LT - natural land transformation w/o LT	5.71834E-5
ecosystem quality w/o LT - terrestrial acidification w/o LT	1.51614E-5
ecosystem quality w/o LT - terrestrial ecotoxicity w/o LT	9.71529E-6
ecosystem quality w/o LT - total w/o LT	0.00474
ecosystem quality w/o LT - urban land occupation w/o LT	0.00016
human health w/o LT - climate change, human health w/o LT	0.00661
human health w/o LT - human toxicity w/o LT	0.00085
human health w/o LT - ionising radiation w/o LT	4.85701E-6
human health w/o LT - ozone depletion w/o LT	5.79706E-7
human health w/o LT - particulate matter formation w/o LT	0.00615
human health w/o LT - photochemical oxidant formation w/o LT	6.21426E-7
human health w/o LT - total w/o LT	0.01362
resources w/o LT - fossil depletion w/o LT	0.00735
resources w/o LT - metal depletion w/o LT	0.00020
resources w/o LT - total w/o LT	0.00754
total w/o LT - total w/o LT	0.02590

Fig. 27

El total utilizado de Acero ANSI 420, supone un total de 0.02590 puntos de impacto ambiental sin contar los procesos de producción posteriores.

Acero ASTM CF-20.

▼ Impact results	
Impact category	Result
ecosystem quality w/o LT - agricultural land occupation w/o LT	0.00016
ecosystem quality w/o LT - climate change, ecosystems w/o LT	0.00429
ecosystem quality w/o LT - freshwater ecotoxicity w/o LT	1.46307E-7
ecosystem quality w/o LT - freshwater eutrophication w/o LT	6.37640E-6
ecosystem quality w/o LT - marine ecotoxicity w/o LT	2.61402E-9
ecosystem quality w/o LT - natural land transformation w/o LT	0.00017
ecosystem quality w/o LT - terrestrial acidification w/o LT	1.36947E-5
ecosystem quality w/o LT - terrestrial ecotoxicity w/o LT	5.77772E-5
ecosystem quality w/o LT - total w/o LT	0.00483
ecosystem quality w/o LT - urban land occupation w/o LT	0.00014
human health w/o LT - climate change, human health w/o LT	0.00655
human health w/o LT - human toxicity w/o LT	0.01001
human health w/o LT - ionising radiation w/o LT	1.35364E-5
human health w/o LT - ozone depletion w/o LT	1.08841E-6
human health w/o LT - particulate matter formation w/o LT	0.00292
human health w/o LT - photochemical oxidant formation w/o LT	7.12545E-7
human health w/o LT - total w/o LT	0.01949
resources w/o LT - fossil depletion w/o LT	0.00886
resources w/o LT - metal depletion w/o LT	4.74816E-6
resources w/o LT - total w/o LT	0.00886
total w/o LT - total w/o LT	0.03318

Fig. 28

Finalmente, la utilización del acero austenítico supone un total de 0.3318 puntos de impacto ambiental.

- **DE LA CUNA A LA TUMBA:**

En este apartado añadimos todos los procesos de fabricación, al igual que la tornillería y demás componentes comerciales, para obtener el impacto total que supondría la producción de un solo instrumento desde su extracción de las materias primas hasta su retirada.

▼ Impact results	
Impact category	Result
ecosystem quality w/o LT - agricultural land occupation w/o LT	1.86588
ecosystem quality w/o LT - climate change, ecosystems w/o LT	0.11210
ecosystem quality w/o LT - freshwater ecotoxicity w/o LT	2.38374E-6
ecosystem quality w/o LT - freshwater eutrophication w/o LT	0.00049
ecosystem quality w/o LT - marine ecotoxicity w/o LT	5.56959E-8
ecosystem quality w/o LT - natural land transformation w/o LT	0.00973
ecosystem quality w/o LT - terrestrial acidification w/o LT	0.00050
ecosystem quality w/o LT - terrestrial ecotoxicity w/o LT	0.00044
ecosystem quality w/o LT - total w/o LT	2.00068
ecosystem quality w/o LT - urban land occupation w/o LT	0.01153
human health w/o LT - climate change, human health w/o LT	0.17125
human health w/o LT - human toxicity w/o LT	0.04508
human health w/o LT - ionising radiation w/o LT	0.00018
human health w/o LT - ozone depletion w/o LT	2.59684E-5
human health w/o LT - particulate matter formation w/o LT	0.31089
human health w/o LT - photochemical oxidant formation w/o LT	2.45901E-5
human health w/o LT - total w/o LT	0.52746
resources w/o LT - fossil depletion w/o LT	0.20245
resources w/o LT - metal depletion w/o LT	0.00232
resources w/o LT - total w/o LT	0.20477
total w/o LT - total w/o LT	2.73291

Fig. 29

Como se observa, el impacto total de todo el proceso es de 2.73291 puntos. Este dato es un simple indicador pero, posteriormente, en el cálculo de la huella de carbono, se puede hacer una estimación de qué impacto tiene el instrumento, por ejemplo, respecto al uso de un automóvil.

• OTROS INDICADORES MEDIOAMBIENTALES.

Procesos que afectan a la calidad ambiental.

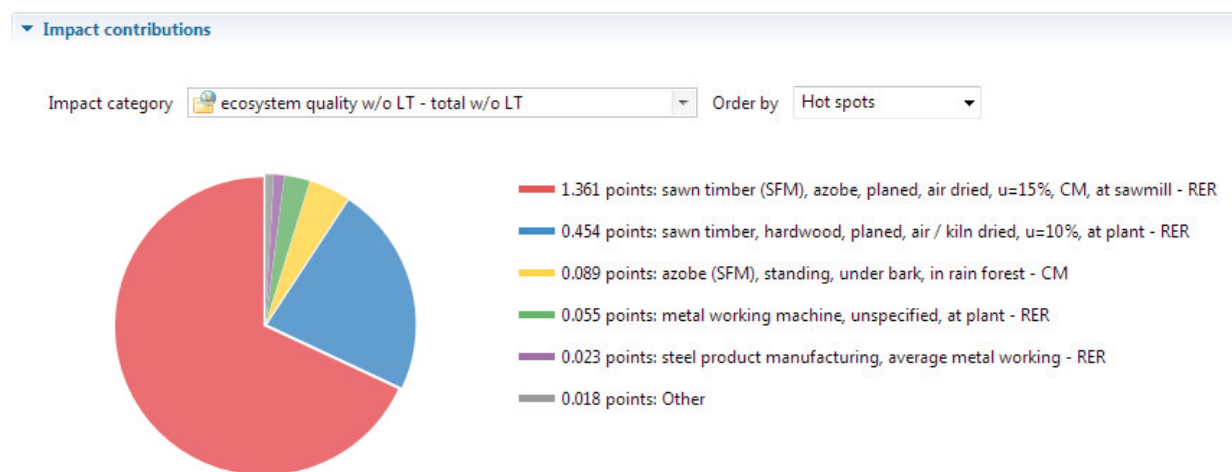


Fig. 30

Los procesos que más afectan a la calidad medioambiental son los relativos a la extracción y producción de las piezas de madera.

Procesos que afectan a la salud.

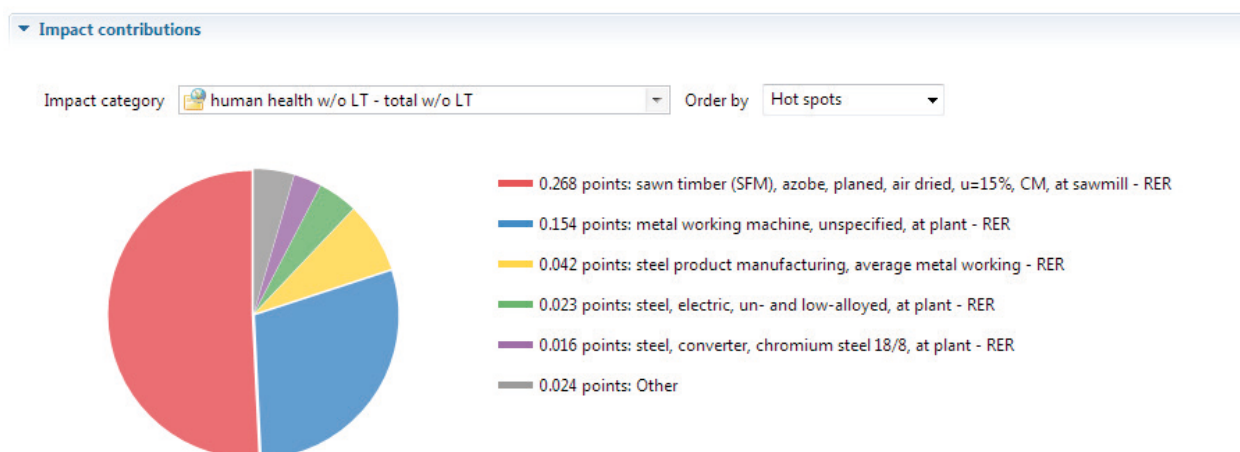


Fig. 31

Los procesos que más afectan a la salud también son los relativos a la extracción y producción de las piezas de madera.

Contribución al impacto total.

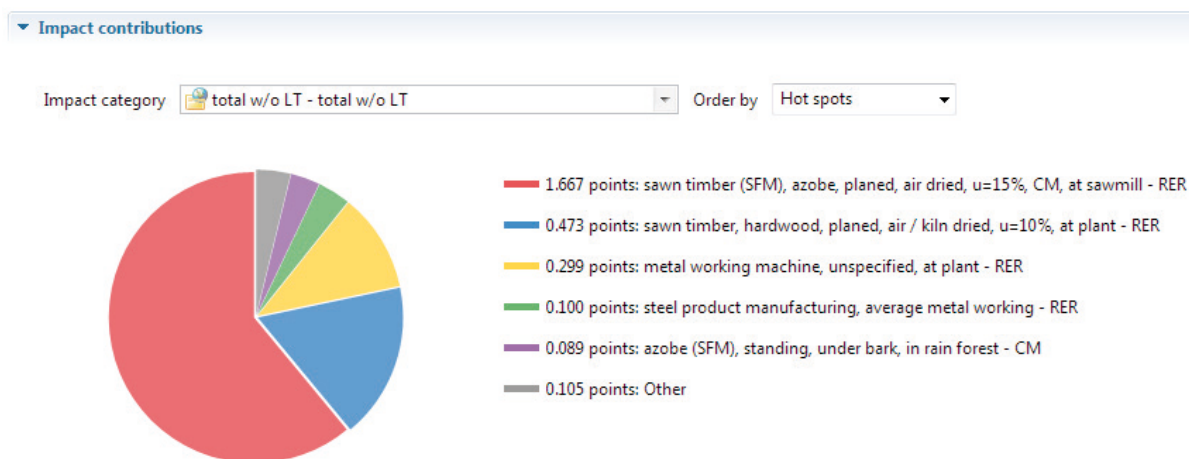


Fig. 32

Visto lo anterior, los procesos relativos a la producción de la madera son los que más contribuyen al impacto total, seguidos por los procesos de producción de las piezas metálicas.

• **HUELLA DE CARBONO:**

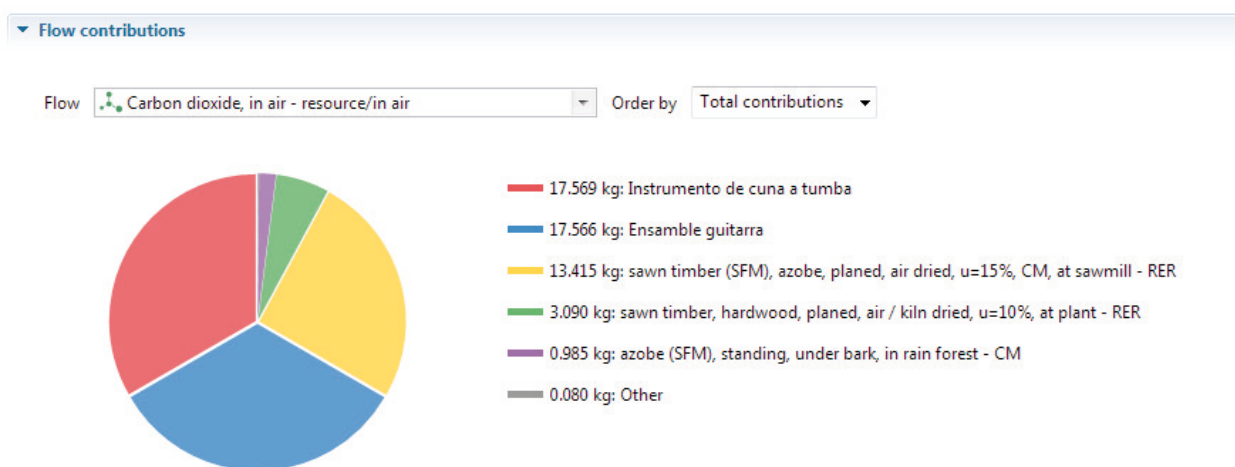


Fig. 33

De esta gráfica obtenemos que 17.569Kg de dióxido de carbono son vertidos a la atmósfera durante la construcción, transporte y deposición de nuestro instrumento.

De esta cantidad, la gran mayoría se produce durante los procesos de construcción del instrumento, siendo los procesos de deposición y transporte poco importantes en comparación.

Si se compara este valor con la emisión de dióxido de carbono de un automóvil medio, en torno a los 150g/Km, se observa que **el impacto de todos los procesos del instrumento equivale a recorrer 117 Km con un automóvil de modelo utilitario.**



Anexos.

- **BÚSQUEDAS DE INFORMACIÓN:**

Búsqueda de información obtenida de los proveedores.**Puentes de guitarra con trémolo.****Puentes de guitarra estándar.**

Fig. 34

Trémolo móvil unidireccional, con opción a flotante. Tiene seis bloques independientes para octavar las cuerdas y regular su altura. El bloque de resonancia atraviesa el cuerpo de la guitarra y, en el otro extremo, varios muelles compensan la tensión de las cuerdas para que el puente no se suelte debido a la tensión, ya que realmente no está fijado.

La barra de trémolo se enrosca en un lateral y permite manipular la inclinación con mayor facilidad, consiguiendo así la variación de tono.

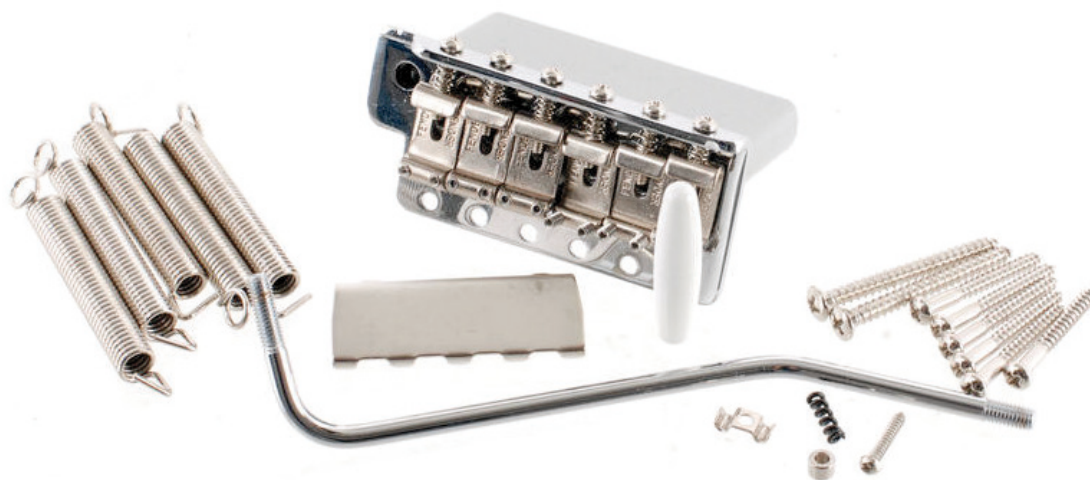


Fig. 35



Fig. 36

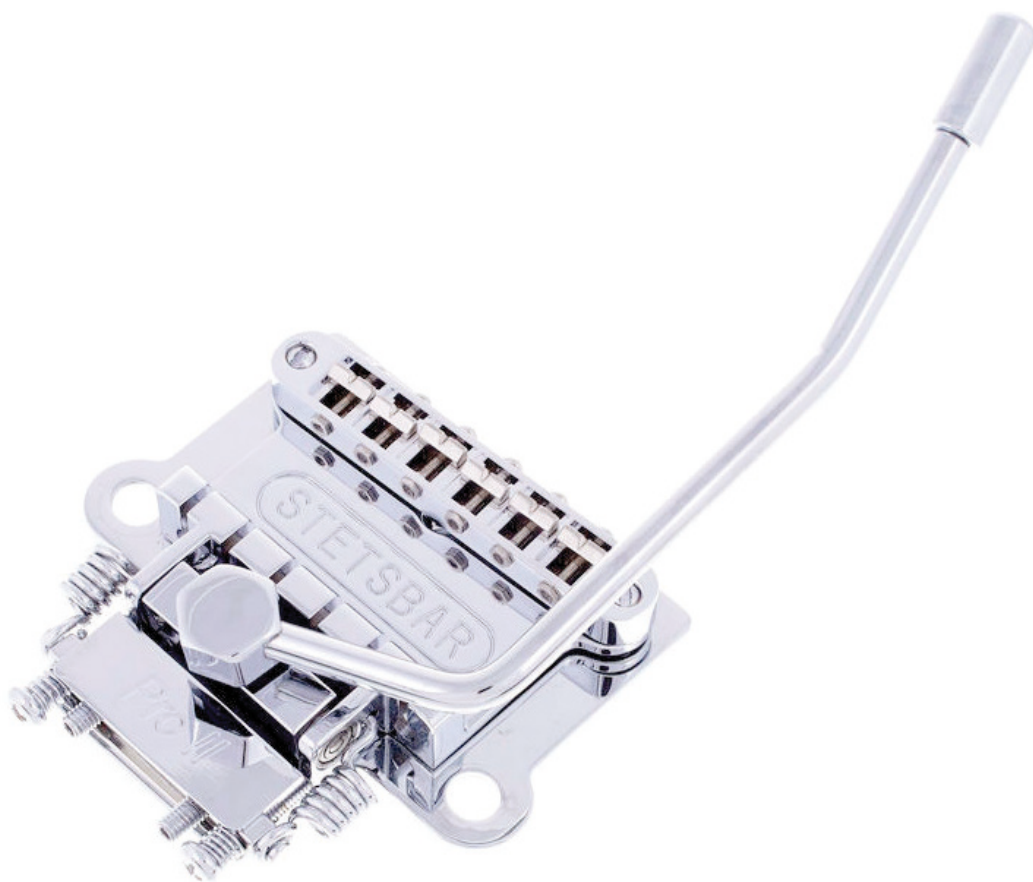
Trémolo *Les Paul*.

Fig. 37

Trémolo en desuso, que tiene menor rango tonal que el estándar, pero permite un mejor sustain. Esto hace que la duración de las notas aumente. Unos de los inconvenientes de este puente era que se atascaba con cierta facilidad y su reparación era muy cara y compleja.

Trémolo *Floyd Rose*.

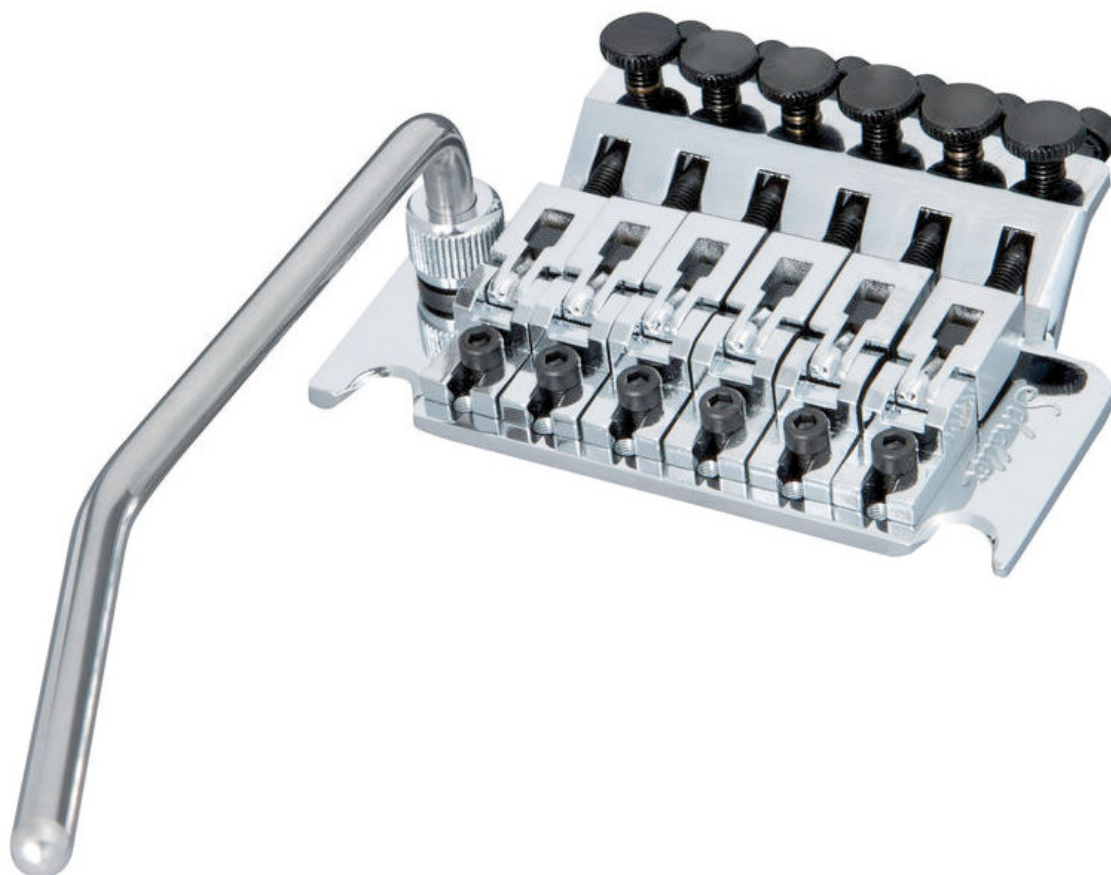


Fig. 38

Trémolo similar al estándar pero con mayor recorrido tonal y micro-afinadores. Los micro-afinadores se utilizan porque la cejilla es con bloqueo y las pequeñas desajustes que se dan durante el uso se ajustan desde el puente, al ser imposible desde los afinadores, que solo se utilizan para realizar la primera afinación durante el cambio de cuerdas.

Puente *Bigsby*.

Fig. 39

El primer puente con trémolo que se comercializó era igual o muy similar a uno de estos. Hoy en día se sigue utilizando por la transición suave que produce al girar la palanca, pero tiene muy poco recorrido tonal, requiere hacer bastante fuerza para accionarlo y tiene el defecto de distensión de las cuerdas, al ser una de ellas tensadas más que el resto, muy acusado.

Transtrem.



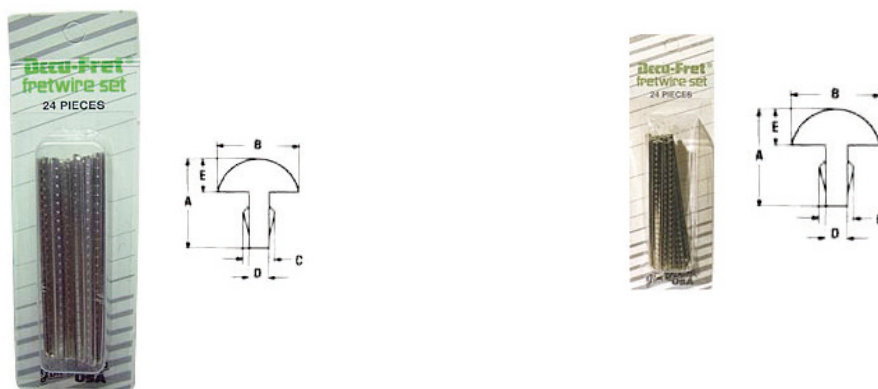
Fig. 40

Considerado el mejor trémolo del mercado. Se puede calibrar para que todas las cuerdas hagan el mismo recorrido tonal cuando se acciona la palanca y también se puede bloquear. Los contras son que tiene muy poco recorrido tonal, es muy complicado su mantenimiento, incluso la afinación y que las cuerdas necesarias para que funcione correctamente el dispositivo tienen que ser de la misma marca que el trémolo y tiene que ser calibradas con doble bola. Además solo lo pueden utilizar las guitarras de la misma marca que el trémolo, *Steinberger*. Guitarras que tienen un elevadísimo precio por unas prestaciones peculiares.

Trastes para guitarras.

Cobre	Zinc	Níquel	Calidad
52	25	22	Primera calidad
59	30	11	Segunda calidad
63	31	6	Tercera calidad

Fig. 41



Set de trastes jumbo medium

- ✓ Trastes duros de alambre de Alpaca
- ✓ 24 piezas
- ✓ Longitud: 66,67mm

Dimensiones:

- ✓ A: 2,99mm
- ✓ B: 2,29mm
- ✓ C: 0,79mm
- ✓ D: 0,53mm
- ✓ E: 1,40mm

Set de trastes jumbo

- ✓ Para bending extremo
- ✓ Trastes duros de alambre de Alpaca
- ✓ 24 piezas
- ✓ Longitud: 66,67mm

Dimensiones:

- ✓ A: 3,25mm
- ✓ B: 2,99mm
- ✓ C: 0,60mm
- ✓ D: 0,53mm
- ✓ E: 1,47mm

Fig. 42

Fig. 41 Tabla de calidades habituales en trastes
 Fig. 42 Dos tipos distintos de trastes.

Puentes secundarios.



Puente

- ✓ Para guitarra eléctrica
- ✓ Fresado a partir de latón de campana macizo
- ✓ Reduce la rotura de cuerdas
- ✓ Ajuste lateral para adaptar el curso de la cuerda
- ✓ Distancia entre tornillos: 71,7 - 75mm
- ✓ Espaciado entre cuerdas: 10,4mm
- ✓ Color: Cromo

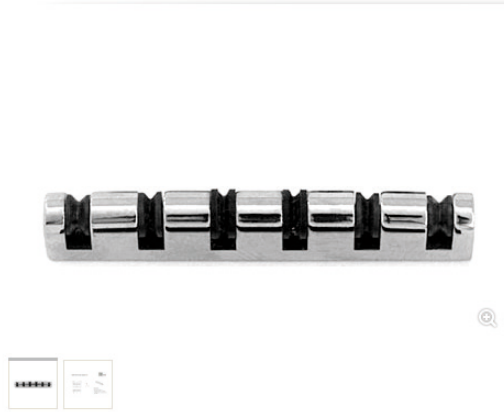
Fig. 43

Este tipo de puentes son utilizados como apoyo para los trémolos tipo *bigby*, ya que ofrecen las capacidades de octavación y regulación de altura, que no se pueden realizar solo con ese tipo de trémolo.

Cejillas (nuts).

ABM 7020C Roller Nut ST Style

★★★★★ 11 Evaluaciones



Graph Tech PT-5010-00

★★★★★ 90 Evaluaciones



Cejuela Roller sP Style

- ✓ Perfecto en combinación con las clavijas de bloqueo y el trémolo
- ✓ De latón macizo
- ✓ Ancho: 41,50 mm
- ✓ Profundidad: 5,00 mm
- ✓ Espaciado: 6,50 mm
- ✓ Acabado cromado
- ✓ Fabricado en Alemania
- 30 Garantía Money Back de 30 días

Fig. 44

Cejuela

- ✓ Para guitarras ST o T
- ✓ Para la ranura
- ✓ Espesor: 3.3 mm
- ✓ Longitud: 44.81 mm
- ✓ Altura: 6.48 mm
- ✓ Espaciado E-E: 24.59 mm
- ✓ Fondo plano
- ✓ De plástico negro, sin embargo con el deslizamiento del grafito, provoca mejor uso del trémolo

Fig. 45

Schaller 393 Nut R3 Gold

★★★★★ 9 Evaluaciones



Fig. 46

Diferentes tipos de cejillas para cada tipo de puente. Las dos primeras funcionan correctamente en todos los tipos de guitarra. La última es solo para puentes *Floyd Rose* al tener bloqueo.

Mástiles.

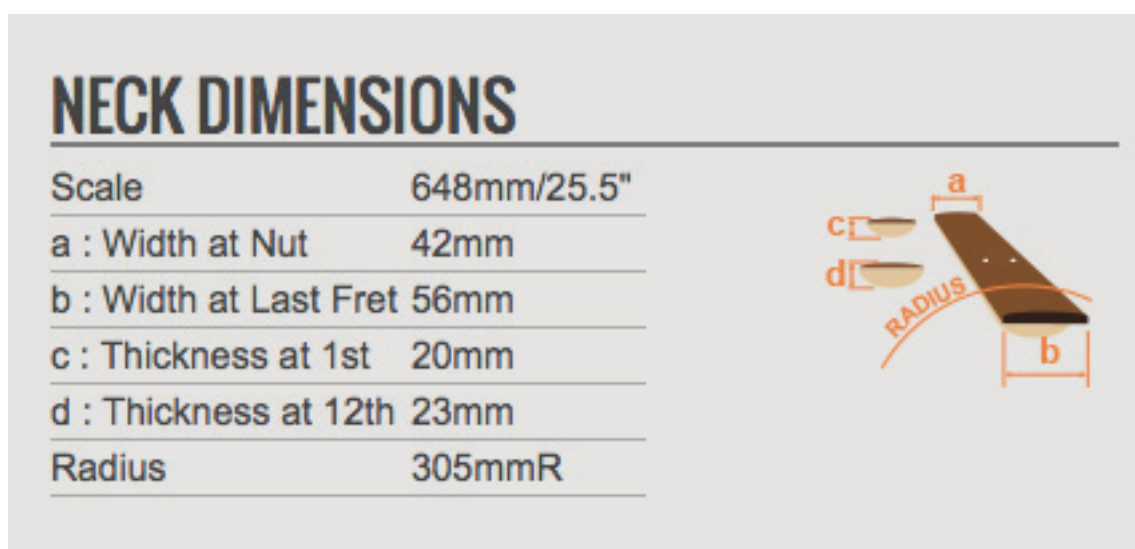


Fig. 47

Medidas estándar de un mástil de guitarra en las que se aprecia su conicidad y su curvatura de diapasón.

Electrónica.

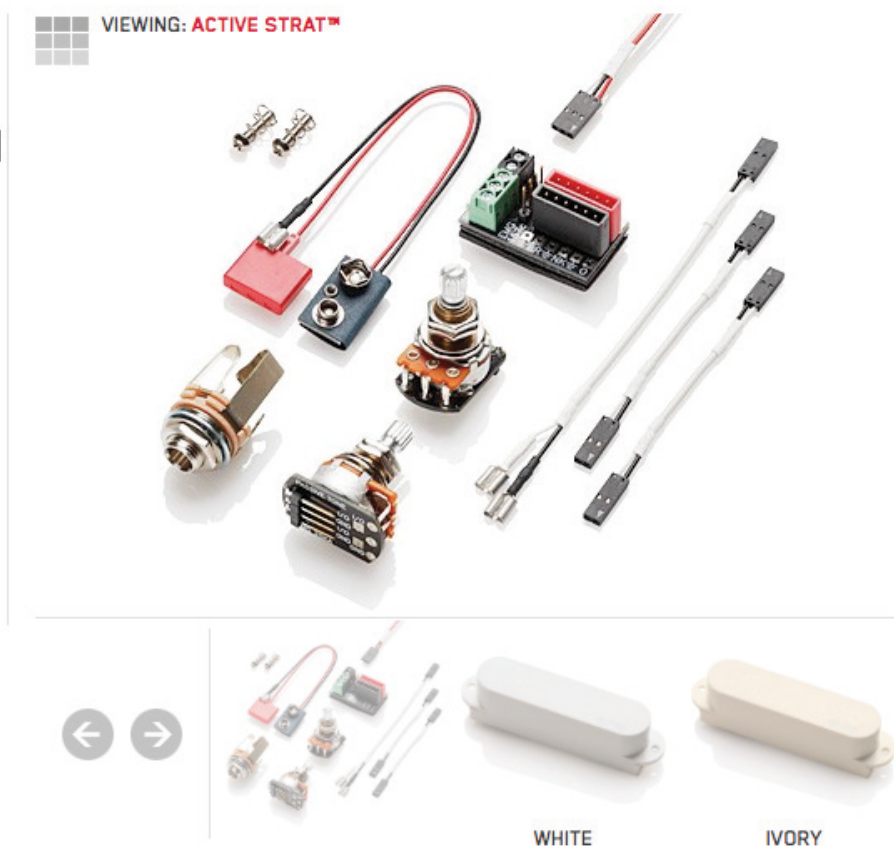


Fig. 48



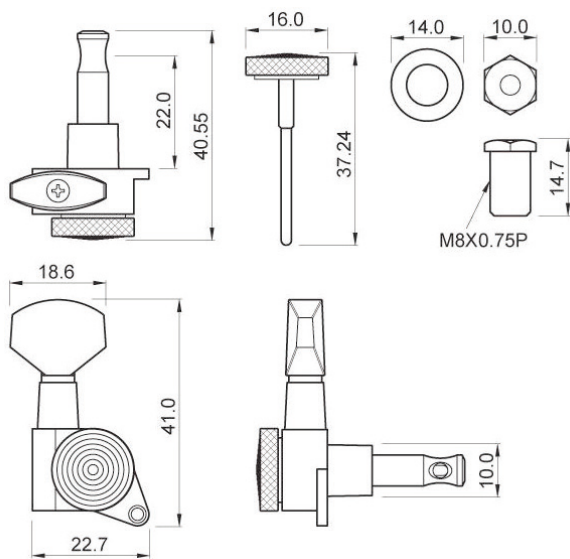
Fig. 49

La electrónica es distribuida en packs como el superior donde están presentes todos los componentes, al igual que sus instrucciones de instalación. De esta forma solo hay que tener en cuenta que los orificios de la guitarra permiten nuestro tipo deseado de electrónica, ya sea de *single coils* o *humbuckers*.

Clavijeros, afinadores.



Fig. 50



Los clavijeros o afinadores son los encargados de mantener la tensión necesaria en las cuerdas para que se pueda tocar correctamente el instrumento. Los hay con o sin bloqueo, siendo los primeros los de mayor calidad.

Fig. 51

Cuerpos, cajas.

Fig. 52

Fig. 53

Fig. 54

Cuanto más hueco y más grande es un cuerpo, más duran las notas una vez se dejan de tocar. No obstante, el aumento de feedback en los cuerpos huecos puede suponer un problema en el momento que se conectan a un amplificador, ya que acoplan muy fácilmente.

Búsqueda de información obtenida de los usuarios.

Cuestionario de preferencias.

El siguiente cuestionario se realizó a 20 sujetos y está enfocado para obtener la información a nivel personal de las preferencias, conocimientos y hábitos de los usuarios de este tipo de instrumento. De forma global, se busca la contextualización y delimitación del mercado actual. No se han tenido en cuenta aspectos como la edad y el género ya que no resultan influyentes en este ámbito que solo tiene como requerimiento el ser músico.

Con los resultados de este cuestionario se realizará un análisis en profundidad sobre los gustos de los consumidores.

Ítems	Respuesta 1	Respuesta 2	Respuesta 3
Frecuencia de uso del instrumento.	Diario	1-3 veces por semana	Menos de 1 vez por semana.
Tipo de trémolo.	Fijo	Simple	Flotante
¿Qué valora más en su instrumento?	El trémolo.	El peso	Las pastillas.
¿Cuánto gastaría en un instrumento nuevo?	100-500€	501-1000€	Más de 1000
Tipo de guitarra preferido.	<i>Stratocaster/Les Paul</i>	<i>Telecaster</i>	<i>Jazz/Mustang</i>
Color.	Blanco/Negro	Natural	Colores varios
¿Conoce estas marcas?	<i>Gibson/Fender</i>	<i>Parker/Steinberger</i>	<i>Ibanez/ESP</i>
¿Estilo preferido?	Distorsión	Amplificación	Saturación
Objetivo como músico.	Profesional	Autosatisfacción	Entretenimiento.
Número de cuerdas.	6	7	Más de 7.
Tipo de cuerdas.	.08	.09	.10 o más

Respuestas obtenidas:

Ítems	Respuesta 1	Respuesta 2	Respuesta 3
Frecuencia de uso del instrumento.	11	9	0
Tipo de trémolo.	6	0	14
¿Qué valora más en su instrumento?	11	0	9
¿Cuánto gastaría en un instrumento nuevo?	1	18	1
Tipo de guitarra preferido.	18	2	0
Color.	5	8	7
¿Conoce estas marcas?	20	17	20
¿Estilo preferido?	1	7	12
Objetivo como músico.	3	16	1
Número de cuerdas.	20	0	0
Tipo de cuerdas.	1	17	2

De estos resultados se puede interpretar, con cierto margen de error al ser una muestra de 20 sujetos, que la mayoría de los que poseen un instrumento lo tocan diariamente, prefieren un tipo de trémolo flotante, están más o menos a la par entre valorar el puente o las pastillas, se gastarían entre 500 y 1000€ en un nuevo instrumento, a ser posible de color natural, conocen prácticamente todas las marcas más conocidas, les gusta tocar con saturación, tienen la música como mecanismo de auto-satisfacción personal, y tocan con guitarras de seis cuerdas de tipo .09.

Cuestionario de forma.

Una vez realizada la anterior encuesta, se ha realizado una segunda en la que tenían que valorar cuál de las siguientes siluetas les gustaba más.



Fig. 55

En la primera encuesta los valores quedaron bastante empatados. Los resultados fueron: 4-2-4-5-5, así que hice una segunda vuelta de la encuesta a los mismos sujetos, pero solo con las dos últimas guitarras.

Los resultados fueron los siguientes: 7-13, ganando por mayoría el último modelo.

Esto lleva a pensar que lo que realmente importa, más allá de la forma, es que el modelo sea *doble cut*, para poder acceder mejor a los trastes finales.

Cuestionario circunstancial y de auto-importancia.

Cuestionario con el fin de aportar información general de las preferencias de un usuario medio pero desde la perspectiva de lo circunstancial en lugar de información específica.

Cuestiones circunstanciales.

- ¿Cuánto pago por su actual guitarra?
- ¿De qué marca es la guitarra?
- ¿De qué modelo/tipo es la guitarra?
- ¿Cuántas veces toca la guitarra semanalmente?
- ¿Cuántas cuerdas tiene su guitarra?
- ¿Dónde adquirió su guitarra?
- ¿Dónde compra los productos relacionados con la guitarra? (Cuerdas, repuestos, etc.)
- ¿Qué tipo de combinación de pastillas tiene?
- ¿Qué tipo de pastillas prefiere?

Cuestiones de auto-importancia.

A responder del 1 al 5 siendo 1 nada importante y 5 muy importante.

- ¿Cómo de importante es el trémolo?
- ¿Qué importancia le da al peso del instrumento?
- ¿Cómo de importante es la facilidad de reparación?
- ¿La facilidad de limpieza?
- ¿Cómo de importante es que sea de una marca conocida?

- ¿Cómo de importante es la estética?
- ¿Cómo de importante es que la guitarra sea distribuida con packaging o bolsa de transporte?
- ¿Cómo de importante es que utilice cuerdas de tipo estándar?
- ¿Cómo de importante es la marca de las pastillas?

Conclusiones de las cuestiones de auto-importancia y circunstanciales.

De los dos cuestionarios se obtiene una vista general del usuario medio que nos dice que:

- Se gastó en torno los 800€ en su última guitarra.
- Las marcas eran Fender o Gibson, también destacaba Epiphone, la segunda marca de Gibson.
- Las guitarras eran de tipo *Stratocaster*, seguidas de las *Les Paul*, con seis cuerdas, adquirida por internet y combinación de pastillas tipo SSS marca *DiMarzio*.
- Tocan casi diariamente y los repuestos los suelen comprar en grandes lotes por internet o en tiendas locales si se trata de algo puntual.
- El trémolo es algo importante para los consumidores.
- El peso es algo que no afecta.
- La facilidad de reparación no afecta porque de normal lo reparan en un luter.
- La facilidad de limpieza es importante.
- La marca y la estética son aspectos nada importantes.
- El packaging o la bolsa de transporte no son nada importantes, un añadido a esta respuesta es que la mayoría de los guitarristas prefieren tenerlas en un stand, o en un Hard-Case.
- Tanto la marca de las pastillas como el hecho de que las cuerdas sean de tipo estándar son aspectos considerados muy importantes.

Cuestionario Kano.

1-Funcional:

¿Cómo te sientes si la guitarra pesa muy poco?

Disfuncional:

¿Cómo te sientes si la guitarra pesa mucho?

2-Funcional:

¿Cómo te sientes si la guitarra tiene 6 cuerdas?

Disfuncional:

¿Cómo te sientes si la guitarra tiene mas de 6 cuerdas?

3-Funcional:

¿Cómo te sientes si la guitarra es fácil de reparar?

Disfuncional:

¿Cómo te sientes si la guitarra es complicada de reparar?

4-Funcional:

¿Cómo te sientes si la guitarra es fácil de limpiar?

Disfuncional:

¿Cómo te sientes si la guitarra es complicada de limpiar?

5-Funcional:

¿Cómo te sientes si la guitarra utiliza cuerdas tipo estándar?

Disfuncional:

¿Cómo te sientes si la guitarra utiliza cuerdas no estándar?

6-Funcional:

¿Cómo te sientes si la guitarra es *double cut*?

Disfuncional:

¿Cómo te sientes si la guitarra es *single cut*?

7-Funcional:

¿Cómo te sientes si la guitarra tiene trémolo?

Disfuncional:

¿Cómo te sientes si la guitarra no tiene trémolo?

8-Funcional:

¿Cómo te sientes si la guitarra es de una marca conocida?

Disfuncional:

¿Cómo te sientes si la guitarra no es de una marca conocida?

El cuestionario Kano se contesta del 1 al 7, siendo 1 muy satisfecho y 7 muy insatisfecho. Posteriormente se comparan las respuestas en la siguiente tabla (La muestra sigue siendo de veinte usuarios):

TABLA DE EVALUACIÓN									
		DISFUNCIONAL							
C = contradicción / IVR = causa insatisfacción MA = muy atractivo A = interesante P = proporcional I = indiferente N = necesario		1.- Muy satisfecho	2.- Satisfecho	3.- Necesario	4.- Indiferente	5.- Prescindible	6.- Insatisfecho	7.- Muy insatisfecho	8.- Otros
FUNCIONAL	1.- Muy satisfecho	C	A	A	MA	MA	P	P	C
	2.- Satisfecho	C	C	A	A	A	P	P	C
	3.- Necesario	C	C	C	I	I	N	MN	C
	4.- Indiferente	IVR	IVR	I	I	I	N	MN	C
	5.- Prescindible	IVR	IVR	IVR	I	I	N	MN	C
	6.- Insatisfecho	IVR	IVR	IVR	IVR	IVR	C	C	C
	7.- Muy insatisfecho	IVR	IVR	IVR	IVR	IVR	C	C	C
	8.- Otros	C	C	C	C	C	C	C	C

Fig. 56

$$\text{Coeficiente de satisfacción (CS)} = (1.5MA + 1.25A + P) / (1.5MA + 1.25A + 0.7I + P + 1.25N + 1.5MN)$$

$$\text{Coeficiente de satisfacción (CS)} = -(1.5MN + 1.25N + P) / (1.5MA + 1.25A + 0.7I + P + 1.25N + 1.5MN)$$

Cuestión:	MA	A	P	I	N	MN	IVR	CS	CI
1	0	4	6	10	0	0	0	0.61	-0.33
2	0	0	0	0	2	18	0	0	-1
3	0	0	5	15	0	0	0	0.32	-0.32
4	0	2	6	12	0	0	0	0.50	-0.35
5	0	0	0	0	1	19	0	0	-1
6	4	4	3	5	0	0	4	0.59	-0.38
7	4	1	2	3	4	6	0	0.36	-0.6
8	0	1	2	17	0	0	0	0.21	-0.31

Conclusiones del cuestionario Kano:

En base a los datos obtenidos se puede determinar que resultaría de agrado, no imprescindible, que la guitarra tuviera poco peso y fuera double cut. Por otro lado se obtiene que es imprescindible que tenga exactamente seis cuerdas, que estas cuerdas sean de tipo estándar y que la guitarra tenga trémolo.

- **TÉCNICAS DE CREATIVIDAD:**

Las técnicas de creatividad aplicadas al proyecto han permitido por momentos focalizar desde nuevos puntos de vista que a priori no se barajaban, permitiendo así conocer opiniones y alternativas sobre el modelo ideal de guitarra eléctrica, ideas de las que se han podido extraer las más factibles para la realización del proyecto.

Brainstorming.**Conceptos innovadores.**

- Conectores MIDI.
- Auto-afinación.
- Plegable.
- Inalámbrica.
- Sin cuerdas.
- Con localizador GPS para evitar perderla.
- Conectividad con un smartphone.
- Auto-amplificada.
- Sin trastes.
- Cuerpo y mástil de cartón.
- Visible en la oscuridad.
- Micrófono incorporado.
- Convertible a bajo.
- Que la guitarra lea e interprete sola las piezas musicales para poder tener una “vista previa” antes de empezar con un nuevo tema.

Conceptos de carácter sentimental.

- Que recuerde a los sesenta.
- Que parezca ecológica.
- Que la guitarra salude cuando la conectas al amplificador.
- Que reconozca mi mano y solo funcione con mis manos.

Conceptos de limpieza.

- Que se limpie sola.
- Que todas las partes sean visibles para poderse limpiar fácilmente.
- Que el producto incorpore utensilios adecuados para su limpieza.
- Que repela la suciedad.

Referentes al mástil.

- Que todos los trastes sean útiles.
- Que no se desgasten los trastes.
- Que se pueda sustituir rápidamente en caso de rotura.

Referentes al puente.

- Se tiene que poder bloquear.
- Que pueda ser todos los tipos de puente a la vez (flotante, fijo, simple).
- Que las cuerdas sean fáciles de cambiar.

- Que no se oxide.
- Que tenga un fácil mantenimiento.

Personalización.

- Del color o colores que quiera.
- Con luces de neón o LED.
- Cuerpo intercambiable a cualquier forma.

Conclusiones.

Como ideas más útiles se han seleccionado las siguientes, y en todas ellas se ha ideado alguna posible solución o puesta en práctica.

-Que parezca ecológica.

La intención es que, además de parecer, lo sea. Esto podría ser útil de cara a la comercialización. La omisión de pinturas en las partes de madera es un buen punto de partida al igual que la utilización de poca variedad de materiales.

-Que todas las partes sean visibles para poderse limpiar fácilmente.

Dentro de lo posible se evitaran los huecos inaccesibles, como por ejemplo la parte trasera del puente.

-Que todos los trastes sean útiles (referente al mástil).

Se maximizará la accesibilidad a todos los trastes del mástil.

-Que no se desgasten los trastes (referente al mástil).

Se utilizará un material más duro que el empleado actualmente.

-Que se pueda sustituir rápidamente en caso de rotura (referente al mástil).

Un puente que este encajado a presión, o simplemente encolado, sería más fácil de sustituir. Se podría idear una forma final del mástil que enganche, a modo puzzle, para evitar atornillar.

-Se tiene que poder bloquear (referente al puente).

Un tornillo sin fin y engranaje podría ser una solución a este problema, o una pieza con ranuras acoplada al eje de giro.

-Que pueda ser todos los tipos de puente a la vez (flotante, fijo, simple).

Si se consigue solucionar el apartado anterior, no debería ser un problema conseguir que ese bloqueo sea accionable en los momentos precisos.

-Que las cuerdas sean fáciles de cambiar (referente al puente).

El lugar de acceso a las cuerdas tiene que estar siempre al alcance, sin tener que desmontar nada previamente.

-Que no se oxide (referente al puente).

La utilización de materiales inoxidables solucionaría este problema.

-Que tenga un fácil mantenimiento (referente al puente).

Este apartado se cumplirá fácilmente si se cumple el apartado visto anteriormente de limpieza, en el que evitamos las zonas no visibles.

Método SCAMPER.

El método SCAMPER consiste en una lista de preguntas que estimulan la generación de ideas:

S- Sustituir.

C- Combinar.

A- Adaptar.

M- Modificar.

P- Utilizar para otros usos.

E- Eliminar o reducir al mínimo.

R- Reordenar o invertir.

El primer paso del método SCAMPER consiste en el establecimiento de los problemas del producto a diseñar. El siguiente paso será responder las preguntas pertenecientes al método SCAMPER.

Sustituir.

- ¿Y si las cuerdas no fueran de metal?

Los fonocaptadores no funcionarían y no se podría amplificar.

- ¿Y si la guitarra fuera de un material diferente a la madera?

Tendría que ser de algún material polimérico o algún híbrido que pudiese tener unas propiedades similares a la madera. Encarecería el producto y sería mucho más contaminante fabricarlo.

Combinar.

- ¿Y si el amplificador estuviera incorporado en la guitarra?

No podría ser un amplificador de válvulas por tamaño y, si fuera de transistores, la potencia sería insuficiente para tocar en directo. Su uso quedaría limitado a ensayos individuales en los que se busque no hacer mucho alboroto.

- ¿Y si el mástil y el cuerpo fueran la misma pieza?

Aumentaría considerablemente la duración de las notas pero la reparación del mástil solo podría efectuarse si se reemplazara toda la guitarra.

Adaptar.

- ¿Cómo tocaríamos la guitarra sin cuerdas?

Se podría convertir la guitarra en un sampler MIDI, de tal forma que cada traste y posición de cuerda tuviera un sensor o botón que “disparara” el sonido correspondiente a esa posición de cuerda y traste. Si la guitarra fuera rítmica podría llegar a ser efectivo, pero en el momento que se tuviera que hacer bend, el sensor no podría distinguir si se está haciendo un estiramiento o un cambio “de cuerda”.

- ¿Y si tenemos solo una mano operativa, como tocaríamos?

Si el mástil pudiera reconocer que cuerda se está apretando, se podría introducir un mecanismo que picara las cuerdas presionadas. Aunque las cuerdas que tienen que sonar sin ser presionadas quedarían apagadas.

- ¿Cómo se tocará la guitarra dentro de un siglo?

Se puede intuir que la guitarra seguirá teniendo cuerdas, si no ya no sería por definición una guitarra, pero puede que en el mismo cuerpo de madera incorpore algunos botones

de sampler para hacer ritmos. También puede que haya efectos incorporados que se puedan activar de forma táctil. Finalmente, la conversión a MIDI permitiría conectar la guitarra directamente a un ordenador y modificar el sonido de a guitarra de forma muy versátil.

Modificar.

- ¿Cómo tocar la guitarra si utilizamos cuerdas mas gruesas?

Igual. Simplemente se oirán notas más graves.

- ¿Cómo hacer que sea toda de cartón?

Prensando el cartón hasta tal punto que pueda soportar las tensiones de la cuerda, el problema se dará en las dimensiones del mástil que dificultaran o imposibilitaran practicar con el instrumento.

- ¿Cómo tocar sin trastes?

El problema de tocar sin trastes está en que la propia dureza de los dedos “apaga” el sonido de la nota y éstas tienen una duración muy corta. Por otro lado hay bajos que no tienen trastes con esa intencionalidad, por lo que se sabe que es factible.

Otros usos.

- ¿Y si la guitarra es convertible a un arco?

No mejoraría en nada la calidad del sonido. Pero sería divertido ver esa modificación en algún tipo de espectáculo.

- ¿Y si la guitarra la utilizamos como percha cuando no se utiliza?

No es recomendable que el mástil soporte pesos, pero la función de percha se ha comprobado que la puede cumplir.

Eliminar.

- ¿Y si reducimos el cuerpo al mínimo?

Será menos ergonómico al tener que mantener la inclinación con la mano, pero pesará menos. Será más económico, pero tendrán menos duración las notas.

- ¿Y si no tiene fonocaptores?

No será una guitarra eléctrica.

- ¿Y si no hay interés por tocar la guitarra eléctrica?

Se debería plantear la producción de un producto diferente.

Reordenar o invertir.

- ¿Y si no tocamos el instrumento de forma frecuente?

Se podrían oxidar las cuerdas y quedar inservibles.

- ¿Y si situamos el mástil donde el cuerpo y el cuerpo donde el mástil a la hora de tocar?

Si a eso le añadimos un arco se convierte en un violín eléctrico. Hay problemas de alcance en este planteamiento.

- ¿Y si el tocar un instrumento se convierte en una práctica soez por convenio social?

Disminuirá la cantidad de músicos pero seguirá habiendo gente que le será indiferente.

Conclusiones de las técnicas de creatividad.

Los conceptos e ideas obtenidos en estos dos modelos de obtención de ideas se han utilizado en la elaboración de los cuestionarios de preferencias, en anexos, para poder delimitar el producto y generar una serie de bocetos de detalle que se han valorado en la memoria, en el apartado de bocetos previos.

- **ESTUDIO DE MERCADO:**

Público objetivo:

El público objetivo al que va destinado el producto se limita a guitarristas, tanto amateurs como profesionales, que buscan algo más que una guitarra bonita. Su nivel socio-económico tendría que ser medio como mínimo, una guitarra no es un objeto de primera necesidad, y por tanto el precio podrá tener cierta flexibilidad. Respecto al nivel cultural del público objetivo, el producto está enfocado hacia uno con obvias inquietudes culturales ya que, en principio, es músico.

Marca:

La marca de la guitarra tiene que reflejar valores de calidad y lujo a un precio competitivo ya que el mercado de las guitarras está bien abastecido. Sobre todo, tiene que reflejar la calidad de los materiales, los acabados y los mecanismos.

Como la mayoría de las piezas de una guitarra son estándar y lo único que vamos a cambiar es su disposición o combinación, la marca debe ser la misma que la del puente de trémolo mejorado, puesto que esa parte y el cuerpo de la guitarra son las partes totalmente originales de este proyecto.

Empresa:

La intencionalidad de la empresa, es diseñar y proyectar una guitarra de altas prestaciones para comercializar mediante un marketing enfocado a estrategias de nicho, ya que la competencia está muy poco dirigida al segmento de las altas prestaciones musicales.

Competencia:

La competencia está marcada por los estilos musicales. Unos fabricantes ofrecen un tipo de guitarra para jazz/blues, otros para rock y finalmente para metal. Realmente esto no es cierto ya que la guitarra suena de una forma determinada u otra por la calidad y tipo de fonocaptadores, o pastillas comúnmente llamadas. El asociar cada marca a un estilo no deja de ser una estrategia de marketing para poder segmentar el mercado y que cada uno pueda tener un sector propio. De esa forma la marca *Fender/Squire** y *Gibson/Epiphone*** no se hacen competencia real entre ellas puesto que van dirigidas a públicos diferentes.

Por otro lado está la estética. Hay marcas como *Jackson* o *ESP* que tratan la guitarra desde un punto de vista estético para llegar a un sector de mercado que busca formas intrincadas, sobre todo para estilos metal, donde la impresión visual es su baza fuerte. *Ibanez* tiene dominado el sector amateur con su buena relación calidad-precio aunque, a gamas superiores se enfocan exclusivamente a solistas de metal.

Y finalmente esta *Parker* y *Steinberger* (esta última poco conocida) que son las primeras marcas que realmente se han empezado a preocupar por la calidad funcional de la guitarra. *Parker* ha logrado un público profesional del jazz que tiene un poder adquisitivo muy alto y *Steinberger* creó un tipo de guitarra con prestaciones excelentes pero con una manutención costosa, piezas especiales y montajes intrincados. Realmente son guitarras muy buenas y aún se comercializan, pero solo se suelen ver en museos puesto que son muy poco prácticas para el día a día.

Por lo tanto, teniendo en cuenta este panorama, la guitarra debería estar enfocada hacia un sector de calidad, como *Parker*, pero sin limitarla a un estilo ya que cada guitarra se puede adaptar a cualquier situación cambiando el fonocaptor o simplemente con un buen amplificador. El concepto artesanal también es una buena baza para la guitarra ya

**Squire* es la marca económica de *Fender*. Su público es idéntico al de *Fender* pero para músicos que se inician.

***Epiphone* es la marca económica de *Gibson*. Su público, como sucede con *Squire*, coincide con el de su marca madre y esta enfocado para los músicos que se inician.

que, dar una imagen de producto artesanal, como el hecho por un lutier, da mucho valor añadido al instrumento.

DAFO

Debilidades:

-La marca no es conocida.

Amenazas:

-La competencia está muy bien posicionada.

Fortalezas:

- Muy buenas prestaciones del producto.
- Muy buena relación calidad precio.
- Prestaciones exclusivas de nuestro producto.
- Diseñado pensando en el usuario final.
- La funcionalidad es la parte predominante.

Oportunidades:

- Los instrumentistas no se fijan tanto en las marcas de instrumentos como en otros productos.
- El precio medio es un incentivo en el estado de crisis económica actual.
- Facilidad en la promoción y venta por internet.

- **OBJETIVOS Y ESPECIFICACIONES.**

Introducción.

Para la correcta resolución del problema planteado, se sigue una metodología de diseño conceptual enfocada a maximizar la capacidad funcional del instrumento, y de este modo poder favorecer la experiencia musical. Para ello se determinará el nivel de generalidad, se analizarán las expectativas, las circunstancias que rodean al diseño, los recursos disponibles, los objetivos, las restricciones y se concluirá con la obtención de las especificaciones fundamentales del producto.

Nivel de generalidad.

En este caso será de nivel medio-bajo, ya que se trata de un rediseño de un tipo de producto existente con pequeños cambios de funcionalidad.

Clarificar este nivel de generalidad es de suma importancia, puesto que esto dicta desde el momento inicial cual es el nivel de inversión de recursos económicos y humanos que está dispuesta a invertir la empresa.

Estudio de las expectativas.

El interés principal en este tipo de proyecto es generar un nuevo concepto de guitarra que permita un mayor alcance tonal de forma cómoda, un tremolo con desplazamiento tonal equivalente para todas las cuerdas y un mejor empleo de materiales en las partes críticas del instrumento. Todo ello conservando una alta calidad para el producto y que sea viable su producción.

Circunstancias que rodean al diseño.

Económicas: Uno de los principales factores que influyen en el diseño es la acuciante crisis económica y financiera. El presente clima económico no favorece la inversión, por pequeña que sea.

Sociales: La sociedad en general ha perdido poder adquisitivo y el precio, cada día más, es objeto de fijación por parte del futuro comprador o consumidor, pasando a ser en muchas ocasiones, el único factor tenido en cuenta. No obstante, a la hora de comprar un producto, el cliente tiende a gastarse más si el producto tiene mejores requisitos. No es tan consciente de la marca pero sigue siéndolo, y mucho, de la calidad del producto.

Culturales: En una cultura donde cada vez se apuesta más por la individualización, los clientes buscan sentirse identificados con el producto. Esto nos lleva a pensar que un producto de mucha calidad tendrá su segmento de mercado al haber un sector, los músicos, que quieran conseguir un instrumento que se diferencia por ser el mejor. Si además se añaden opciones de personalización, se logrará un objeto muy atractivo para el mercado actual.

Políticas: La poca credibilidad política, y el perceptible impacto de las empresas, los lobbies, en las decisiones que afectan al resto del mundo, han creado un ambiente de desconfianza hacia la política y las empresas. Se debe tener muy en cuenta que la imagen del vendedor de este producto sea fresca y, ante todo, honesta. Ya que ante el mínimo índice de prácticas poco éticas, todo el trabajo perdería su valor.

Esto favorece si la guitarra se comercializa a baja escala, y desfavorece si se produce para luego pasar por un intermediario poco fiable.

Medioambientales: Aunque no afecta de forma crítica en el producto desarrollado aquí, al no contener prácticamente materiales plásticos, los residuos derivados de la fabricación del producto deben ser tratados de forma conveniente para dar una buena imagen de producto, al ser algo que cada vez se tiene más en cuenta por parte de la población.

Las conclusiones que se obtienen de las circunstancias que rodean al diseño son claras:

- Entorno económico desfavorable.
- Políticas que desfavorecen al consumo.
- Apreciación mayor de la estética y la calidad.
- Importancia del estudio de la fabricación para reducir costes y mejorar el impacto medioambiental.

Estudio de los recursos disponibles.

Una guitarra modelo *Stratocaster*.

Una guitarra modelo *ES*.

Manuales de guitarra.

Plazo de tres meses para realizar el proyecto.

Laboratorio de materiales.

Ordenador portátil.

Utensilios de medición.

Establecimiento de los objetivos.

Diferenciando entre objetivos optimizables, restricciones y deseos, para la obtención de la mayor cantidad posible de estos, nos apoyamos en el estudio de los grupos afectados por el diseño . En este caso los grupos elegidos son: Diseño, fabricación y usuarios de guitarras.

Diseño:

- Las medidas de cuerda deben ser estándares. (Restricción)
- Los trastes deben ser más duraderos. (Optimizable)
- El trémolo ha de tener un amplio rango tonal. (Optimizable)
- El rango tonal del trémolo ha de ser equivalente para todas las cuerdas (Restricción)
- Los trastes deben ser fácilmente accesibles. (Optimizable)
- Sería deseable que fuera ligera. (Deseo)
- Las cuerdas se deben desafinar poco durante el uso. (Optimizable)
- Las posibilidades de combinación de fonocaptores deben de ser amplias. (Optimizable)

Fabricación:

- Usar materiales de poco impacto ambiental. (Optimizable)
- Abaratar costes. (Optimizable)
- Cuerpo y mástil de materiales densos y duros. (Optimizable)
- Sería conveniente la utilización de materiales fáciles de trabajar. (Deseo)
- Pocos procesos productivos. (Optimizable)
- Utilización de piezas estándar. (Optimizable)
- No violar ninguna patente. (Restricción)

Usuarios:

- Fácil de limpiar. (Optimizable)
- Fácil de octavar. (Optimizable)
- Personalizable. (Deseo)
- Que la forma no sea muy diferente de los modelos actuales. (Deseo)

Transformación en especificaciones.**Especificación/Variable/Criterio/Escala**

-Duración de trastes. // Dureza. // A Mayor dureza de material, mejor será el producto.
// Proporcional.

-Amplitud tonal del trémolo. // Tonos. // A mayor rango de tonos, más efectivo. // Proporcional.

-Accesibilidad de trastes. // Número de trastes. // A mayor número de trastes accesibles con una posición de muñeca neutra, mejor. // Proporcional.

-Ligera. // Peso. // A menor peso, mejor será el producto. // Proporcional.

-Poca desafinación. // Tonos, tiempo. // A menor desafinación tonal en un mayor tiempo, mejor. // Proporcional.

-Combinaciones de fonocaptors. //Combinaciones. // A mayor número de combinaciones, mejor. // Ordinal.

-Impacto ambiental. // Huella de carbono. // A menor huella de carbono, mejor. // Proporcional.

-Abaratar costes. // Precio. // A menor precio, mejor. // Proporcional.

-Cuerpo y mástil con dureza y densidad. // Dureza, Densidad. // A mayor dureza y densidad, mejor se propagaran las ondas acústicas. // Proporcional.

-Materiales fáciles de trabajar. // Tiempo de manipulación, número de procesos. // Cuanto menor sea el número de procesos y menor sea el tiempo de manipulación del material, mejor elegidos estarán los materiales. // Ordinal, proporcional.

-Piezas estándar. // número de piezas estándar. // Cuantas más piezas estándar se utilicen, menos procesos se tendrán que realizar, abaratando costes. // Ordinal.

-Fácil de limpiar. // Tiempo de limpieza. // A menor tiempo de limpieza, más adecuado para el cliente será. // Proporcional.

-Fácil de octavar. // Tiempo de ajuste. // A menor tiempo de ajuste, más adecuado para el cliente será. // Proporcional.

-Personalizable. // variedad de opciones. // Cuantas más variaciones de modelo se puedan obtener, mejor para el cliente. //Ordinal.

Resumen de los objetivos del producto.

En base a las especificaciones aquí desarrolladas, al estudio de mercado y a la búsqueda de información, podemos deducir que los objetivos para el producto son:

- **Personalizable.**
- **Para músicos experimentados.**
- **Buena relación calidad-precio.**
- **Debe cumplir con la normativa de seguridad para muy baja tensión.**
- **Con estética habitual, preferencia por estética vintage.**
- **Trémolo sincronizado.**
- **Fácil manutención general.**
- **Flexible con las posibilidades sonoras.**
- **Materiales duraderos y con buenas características acústicas.**

El producto final debe ser una opción con buena relación calidad-precio, con gran enfoque en la calidad. Debe ser lo suficientemente personalizable como para que suponga una alternativa a la variedad que ya ofrecen otras marcas, teniendo en cuenta el factor positivo que da la funcionalidad adicional.

Más aún, el producto tiene que resultar cómodo durante su uso y facilitar las operaciones de manutención, todo ello contando con la funcionalidad añadida del tremolo sincronizado, los trastes de calidad y una acústica adecuada.

Beneficio y razón para creerlo.

El beneficio que plantea el nuevo producto frente a lo ya existente se basa en ofrecer al consumidor una alternativa centrada mayormente en la calidad, frente a la mayoría actual que se centran en una estética llamativa o en las formas icónicas de este instrumento.

Una alternativa coherente teniendo en cuenta factores como el precio y su maniobrabilidad ya que, para los músicos, es primordial poder confiar en la eficacia de su instrumento y, la posibilidad de tener más herramientas sonoras a su alcance, les ayuda en su día a día a la hora de investigar formas de tocar o nuevas posibilidades tímbricas y tonales.

Mediante todos los datos recabados, puede decirse claramente que este tipo de producto tendría un mercado y que resultaría útil su puesta en producción para los músicos. Su enfoque hacia la calidad hace que pueda competir con las grandes marcas como un producto mucho más especializado y que cuenta con el respaldo moral de ser un producto a baja escala, con mucha mayor honestidad profesional y con mayor respeto hacia todos los aspectos que rodean la figura del instrumento.

- **PATENTES Y MARCAS.**

Listado de patentes más relevantes para nuestro caso. Hay muchas más patentes relacionadas con los instrumentos de cuerda y las guitarras, pero todas son referentes a accesorios, formas propias del instrumento y a piezas en las que no se interviene en este proyecto, como pueden ser los fonocaptores, potenciómetros especiales para tono y volumen o el alma de la guitarra para el mástil.

Por lo tanto nos cabe centrarse en las patentes en torno al diseño del puente y de los afinadores, ya que estas partes sí que tendrán probablemente un diseño original.

ES2147218 (01.09.2000)

FENDER MUSICAL INSTRUMENTS CORPORATION (US)

7975 NORTH HAYDEN ROAD, SCOTTSDALE, ARIZONA 85258

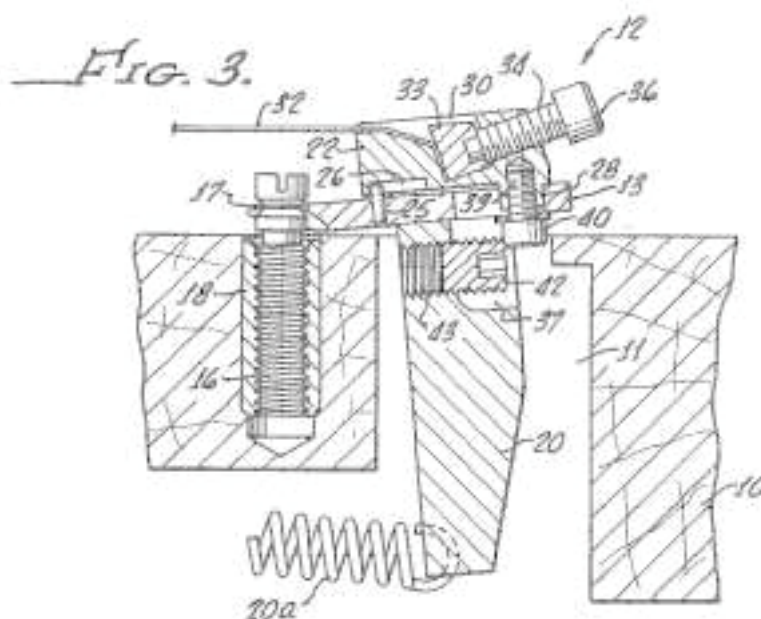


Fig. 57

Descripción extraída directamente: Un aparato (12) por el cual tanto la acción del trémolo como con el agarre de cuerda y el ajuste de entonación de cuerda se realizan efectivamente y en un muy pequeño espacio en una guitarra que tiene una varilla aterrajada de ajuste (42) fileteada dentro de agujeros en la barra de inercia (20) o bloque de trémolo, y soportan contra las cabezas (40) de tornillos tirafondos que están conectados a carros de agarre de cuerdas (22). Las cabezas (40) de los tornillos tirafondos (39) son recibidas en recesos (37) en la barra de inercia (20); La barra de inercia (20) está conectada a la placa del puente(13) por varios tornillos (47) que no interfieren las varillas aterrajadas (42) para ajustar la entonación, la placa del puente (13) se gira hacia arriba o hacia abajo y se emplea una llave para hacer girar las varillas aterrajadas que a su vez soportan contra las cabezas de los tornillos tirafondos. Además, los tornillos tirafondos son girados para liberar las posiciones mientras que la placa del puente esta en su posición girada hacia arriba. Después de ajustar la entonación, los tornillos tirafondos se giran para bloquear los carros en sus posiciones deseadas.

KR20140097841 (A) - TREMOLO UNIT FOR A STRING INSTRUMENT LEE JAE WON [KR]; KIM SUN JA [KR]; BAE JIN HO [KR] +

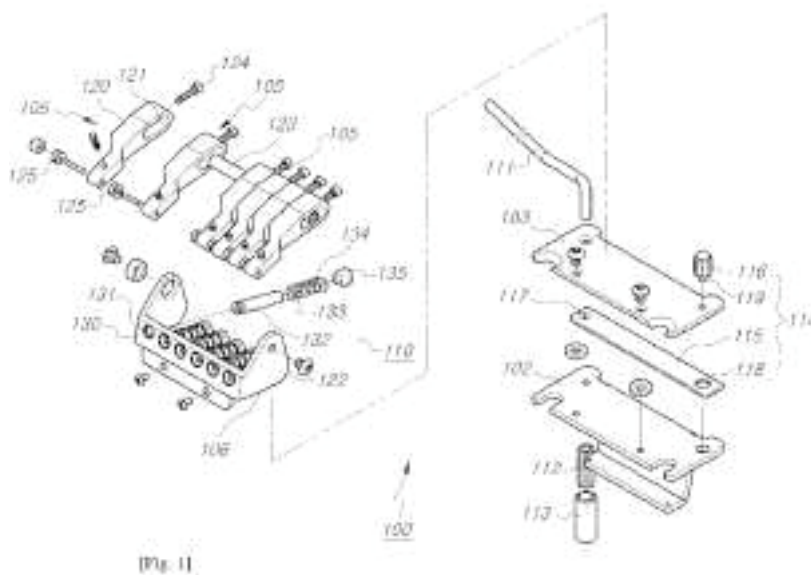


Fig. 58

Traducción: Este invento está creado con el fin de mejorar la calidad de la unidad de trémolo, al igual que con el fin de aliviar las dificultades de afinación y permitir que los usuarios puedan tocar el instrumento durante un largo periodo sin que la cuerda tenga una desafinación significativa, todo ello montado dentro de una estructura muy simple. El invento está compuesto por una chapa de estabilidad que va fijada al instrumento y una segunda chapa que va fijada a la parte superior con el fin de mantener constante la tensión de las cuerdas. También combina una guía para evitar que se salgan las cuerdas de su posición inicial y un agujero para insertar una palanca de trémolo con recorrido bajo de uno a dos semitonos.

US2014202307 (A1) - TOP MOUNTED TREMOLO AND TUNING APPARATUS ROSE FLOYD D [US] +

Traducción: Un aparato de trémolo que es distribuido para un instrumento musical. El aparato incluye un marco de montaje configurado para poderse montar en la superficie del instrumento. Una chapa base permite que una segunda sea montada sobre un pivote que le permite girar respecto al enganche. El aparato también incluye un tensor que se instala en la parte trasera para poder configurar la tensión inicial del trémolo y que las cuerdas tengan la tensión necesaria.

KR20140000633 (A) - STRINGED MUSICAL INSTRUMENT HAVING INLAID FRETBOARD AND METHOD OF MAKING THE SAME- FENDER MUSICAL INSTRUMENTS.

Traducción: El instrumento en cuestión se une con el mástil mediante una cavidad formada en el cuello. Esta cavidad incluye una superficie inferior curvada y un chaflán en los laterales para mejorar la estabilidad. El mástil se adapta a esa cavidad y en la distribución del cuerpo se incluye un adaptador para acompasar el mástil en todo el proceso. La cavidad en el cuerpo esta formada utilizando CNC con herramientas rotatorias, de corte por agua o láser. El mástil es colocado en la cavidad respetando la flexibilidad natural del material.

US6365809 (B1) - 2002-04-02

Steinberger Richard Ned.

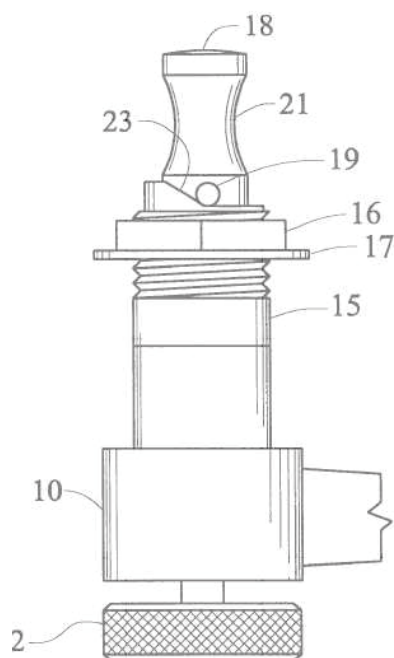


Fig. 59

Traducción: Clavijero para instrumento musical que incluye un mecanismo de corte que automáticamente cizalla el exceso de longitud de las cuerdas mientras estas se tensionan. Una apertura de borde afilado en el afinador, a través de la cual el exceso de cuerda sobresale, coopera con una segunda cuchilla en el exterior del poste (23) que corta el exceso durante el movimiento rotatorio inicial.

- FUENTES DE INFORMACIÓN:

Bibliográficas:

-Título: *MATERIALS ENGINEERING, SCIENCE, PROCESSING AND DESIGN.*

Autor/autores: M. Ashby, H. Shercliff, D. Cebon.

Edición: Elsevier. BH., 2010

-Título: *INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES.* Autor/
autores: William D. Callister.

Edición: Reverté, 2007

-Título: *FUNDAMENTOS DE CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES.*

Autor/autores: William E. Smith.

Edición: McGraw Hill (España), 2006

-Título: *DISEÑO CONCEPTUAL.*

Autor/autores: Ma Rosaio Vidal Nadal, Antonio Gallardo Izquierdo, Juan Elías
Ramos Barceló Edición: Publicacions de la Universitat Jaume I, 1999

-Apuntes varios del Aula Virtual de la UJI:

Procesos.

Procesos II.

Sistemas mecánicos.

Mecánica.

Diseño conceptual.

Diseño objetual.

Estética.

Matemáticas II.

Metodologías del diseño.

Materiales.

Materiales II.

Diseño asistido por ordenador II.

Marketing.

Infográficas:

<http://www.thomann.de/es/>

<http://intl.fender.com/es-ES/>

<http://www2.gibson.com/Gibson.aspx>

<https://www.epo.org/searching/free/espacenet.html>

<http://worldwide.espacenet.com>

<https://www.facebook.com/groups/152828351395092/?ref=ts&fref=ts> (grupo guitarristas castellón)

<http://www.parkerguitars.com>

<http://www.parkerguitars.com>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Alpaca_\(aleación\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Alpaca_(aleación))

<http://www.materials.ac.uk/>

<http://www.pslc.ws/macrog.htm>

<http://www.strangematterexhibit.com>

<http://www.mrs.org/>

<http://www.matweb.com/>