



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA DE DISEÑO
INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS

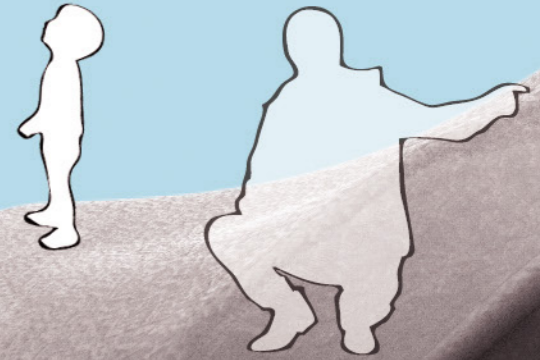
DISEÑO DE SEÑAL IDENTIFICATIVA DE ÁRBOLES URBANOS

AUTOR: RUBÉN FERNÁNDEZ FRAILE

TUTORA: MARINA PUYUELO CAZORLA

Curso Académico: 2018-19

DISEÑO DE
SEÑAL
IDENTIFICATIVA
DE ARBO-
LES UR-
BANOS



MEMORIA

Definición y objetivos 7 **Antecedentes: Justificación del proyecto** 9 **Estudio de mercado** DISEÑO CONCEPTUAL 10 **Atributos. Limitaciones** 20 **Espacio del diseño** 22 **Ideas iniciales** 24 **Selección de la alternativa** 28 **Desarrollo de concepto. Sistema de fijación** 29 DISEÑO DE DETALLE **Descripción de la solución** 34

PLIEGO DE CONDICIONES

Objeto y alcance del pliego 44 **Normativa** 44 **Descripción del producto: Condiciones técnicas y características de los elementos** 45 **Condiciones técnicas de suministro y características de los materiales** 45 **Condiciones técnicas de fabricación** 49 **Condiciones técnicas de montaje y mantenimiento. Herramientas y componentes** 51 **Procesos de montaje y conservación** 53

PLANOS DESCRIPTIVOS 55

PRESUPUESTO

Presupuesto global 71 **Coste detallado** 72 **Resumen del presupuesto** 76

ANEXOS

Procesos de fabricación 79 **Impacto medioambiental** 80 **Seguridad laboral** 82 **Normativa** 82 **Proceso selección de árboles** 83 **Presupuesto: Tabla de precios** 84 **Listado de fuentes** 85



DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

El objetivo de este proyecto consiste en el diseño de una señal identificativa de árboles urbanos, cuya función será la de ayudar al ciudadano a aprender y distinguir unas especies arbóreas de otras.

Una señal es una marca informativa que sirve para conocer y diferenciar elementos. Las principales características de esta propuesta de diseño son su forma orgánica, su discreta presencia, la funcionalidad, durabilidad y unos costes moderados.

“The objective of this project is the design of a recognizable mark for urban trees, which will help the citizen to learn and to distinguish some species from others. A mark is an informative sign that’s used to know or differentiate things. The main characteristics of this design proposal are organic shape, functionality, endurance and moderate costs.”



Palabras clave

Diseño de producto; señalética urbana; diseño de señales; ciudades inteligentes; diseño de identidad.

Product design; urban signage; signal design; Smartcity; identity design.

ANTECEDENTES

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Para comenzar nuestro proyecto describiremos el tipo necesidad a solucionar. Vivimos en la era de la información, en la cual la mayor parte resulta inservible por no ser útil en el día a día. Totalmente desconectados de la naturaleza, hemos pasado por alto una sabiduría tan básica y ancestral como aprender a distinguir unos árboles de otros.

Se trata de un conocimiento directo que tendría múltiples aplicaciones, como por ejemplo contemplar la multitud de variedades existentes en las ciudades, motivar al observador a indagar sobre usos medicinales e industriales y otros datos de interés, o simplemente por la satisfacción de aprender. Existen infinidad de libros y zonas específicas para llevar a cabo esta tarea, como los jardines botánicos, pero éstos están destinados principalmente a ampliar información, ya que identificar plantas resulta tan complejo que llega a saturar, incluso para los más expertos.

Por estas razones voy a llevar a cabo el diseño de una señalética identificativa, con la intención de registrar todos los nombres de especies urbanas diferentes. Lógicamente no se señalarán todos los árboles, sino sólo los más representativos, que estarán repartidos por toda la ciudad para hacer más sencilla la asimilación de conocimiento, así como ahorrar costes de producción. Se trata de una iniciativa cultural de bajo presupuesto y alta repercusión social.

En un principio el proyecto quería abordar la señalización de todo tipo de plantas, árboles y arbustos urbanos. Decido descartar *“las plantas”* por su carácter eventual y variopinto, por supuesto que muchas continúan creciendo durante varios años, pero con el fin de unificar criterios me centraré sólo y exclusivamente en árboles debido a su constante permanencia y facilidad identificativa. De esta forma se consigue una primera toma de contacto, aproximando al principiante al mundo de la botánica.



memoria

Aquí se requiere la diferenciación de términos entre árbol y arbusto, que muchas veces se emplean con sentido equívoco, sobre todo éste último. El referente botánico catalán Pio Font Quer los define así:

Árbol: “vegetal leñoso por lo menos de 5 metros de altura, con el tallo simple denominado tronco hasta la llamada cruz, en que se ramifica y forma la copa, de considerable crecimiento en espesor. Se diferencia del arbusto en que se cría más alto y no se ramifica hasta cierta altura”.

Arbusto: “vegetal leñoso de menos de 5 metros de altura, sin un tronco preponderante porque se ramifica a partir de la base... Los arbustos de menor altura, de 1 metro a lo sumo, se llaman matas o matillas”.

ESTUDIO DE MERCADO

A continuación, se llevará a cabo un análisis de productos ya existentes. Al no tener constancia de modelos destinados específicamente para éste fin – letrero identificativo de nombres de árboles urbanos – desarrollaré un estudio comparativo generalizado, entre categorías de objetos que pudieran solventar tal necesidad.

Para facilitar su lectura he hecho una síntesis, aportando simplemente una definición del tipo de objeto, materiales y algunas ventajas e inconvenientes enumeradas por orden de importancia. El análisis lo he dividido en las siguientes categorías:

- *Tótem y Mesas informativas*
- *Letrero perforado en árbol*
- *Hitos y Bolardos*
- *Placa informativa*
- *Atriles y Estacas*
- *Abrazadera de sujeción*
- *Etiquetas y Marcadores*
- *Chip electrónico*
- *Inscripciones*
- *Señalización artesanal*

Tótem y mesas informativas

Paneles verticales y horizontales de gran tamaño. Destinados para uso público (urbano, forestal) y privado (jardines botánicos). Fabricados en metal (aluminio, acero, hierro fundido...), maderas y resina, metacrilato...

Ventajas:

- Larga durabilidad con posibilidad de reparación.
- Fácil visualización.
- Estandarización del producto.
- Amplias posibilidades de diseño en cuanto a forma y materiales.

Inconvenientes:

- Obstaculiza enormemente el paso, pudiendo provocar accidentes.
- Elevados costes de fabricación.
- Diseño antivandalismo como prioridad, uso preferente en zonas vigiladas.
- Saturación visual y espacial, para un número elevado de ellos.
- Previsión en el diseño de montaje.
- Necesita mantenimiento de limpieza.
- Puede dañar las raíces del árbol y ser deteriorado por éstas.
- Quita agua de lluvia al árbol, dependiendo de su forma y ubicación.
- Generalmente refleja excesiva información.



Letrero perforado en árbol

Cartel taladrado directamente en el tronco del árbol. Destinado para uso público (censos forestales). Fabricados en madera, metal o plásticos con fijación de tornillo tirafondos.



Ventajas:

- Muy bajo coste de fabricación y montaje.
- No obstaculiza.
- Fácil fabricación, instalación y sustitución.
- Buena visualización, dependiendo del tamaño.
- Posibilidad de tamaño reducido y uso de un gran número de ellos.

Inconvenientes:

- Daña el árbol y entorpece su crecimiento.
- Dificil estandarización del producto, necesidad de varios tamaños.
- Elevado impacto visual.
- Escaso nivel de seguridad, pudiendo provocar accidentes.
- Diseño antivandalismo como prioridad, dependiendo de su ubicación.

Hitos y bolardos

Señales verticales de baja altura. Destinados generalmente para uso público (urbano y forestal). Fabricación en metal (acero, hierro fundido...), madera, cerámica, plásticos.



Ventajas:

- Estandarización del producto.
- Larga durabilidad con posibilidad de reparación.
- Costes moderados de fabricación.
- Amplias posibilidades de diseño en cuanto a forma y materiales.
- Fácil visualización, dependiendo de su ubicación.
- Posibilidad de fabricación en un único material.

Inconvenientes:

- Obstaculiza levemente el paso, pudiendo provocar accidentes.
- Saturación visual y espacial, para un número elevado de ellos.
- Previsión de diseño antivandalismo.
- Puede dañar las raíces del árbol y ser deteriorado por éstas.



Placa informativa

Letrero para fijar en el suelo o pared. Destinados generalmente a uso público (urbano) y privado. Construidos en metal (aluminio, acero), resinas, plásticos...

Ventajas:

- No daña al árbol.
- Larga durabilidad.
- Bajos costes de fabricación.
- Estandarización del producto.
- No obstaculiza, previsión diseño de la forma.
- Fácil visualización, dependiendo de su ubicación.
- Posibilidad de fabricación en un único material.
- Sencillez y gran eficacia.
- Posibilidad de uso de un gran número de ellos.
- Fácil sustitución.



Inconvenientes:

- Previsión en el diseño de montaje.
- Precaución de diseño antivandalismo.
- Podría necesitar mantenimiento de limpieza.

Atriles y estacas

Letreros verticales de tamaño reducido. Destinados generalmente para uso privado (jardines botánicos). De materiales metálicos (aluminio, acero, hierro fundido...), maderas y resina, metacrilato.

Ventajas:

- Larga durabilidad con posibilidad de reparación o sustitución.
- Fácil visualización, dependiendo de su ubicación.
- Estandarización del producto.
- Amplias posibilidades de diseño en cuanto a forma y materiales.

Inconvenientes:

- Obstaculiza el paso, pudiendo provocar accidentes.
- Costes elevados de fabricación.
- Precaución prioritaria antivandalismo.
- Saturación visual y espacial, para un número elevado de ellos.
- Previsión en diseño de montaje.
- Necesita mantenimiento de limpieza.
- Puede dañar las raíces del árbol y ser deteriorado por éstas.
- Quita agua de lluvia al árbol, dependiendo de su forma y ubicación.



Abrazadera de sujeción

Cartel amarrado directamente al tronco o colgante mediante algún mecanismo de sujeción. Destinados a uso público y privado (jardines botánicos). Concebidos en metales, madera, plástico...

Ventajas:

- No obstaculiza.
- Estandarización del producto, posibilidad de uso de un gran número de ellos.
- Fácil instalación y sustitución, dependiendo del mecanismo de sujeción.



Inconvenientes:

- Posibles costes elevados.
- Previsión en diseño del mecanismo para que no dañe el árbol.
- Previsión prioritaria de diseño antivandalismo y para evitar accidentes.
- Necesidad de revisión y mantenimiento.
- Leve impacto visual, dependiendo del tamaño.
- Necesidad de utilización de varios materiales.
- Impedimento para el árbol.

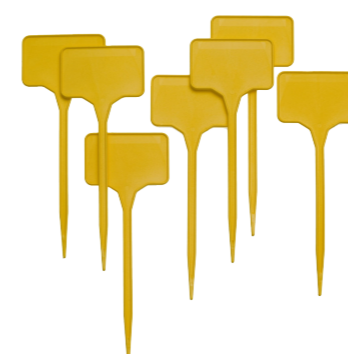
Etiquetas y marcadores

Amplia gama de marcadores de plantas de uso temporal. Destinados al ámbito privado y doméstico (viveros, explotaciones agrícolas...). Construidos en materiales plásticos, etiquetas de papel, pegatinas...



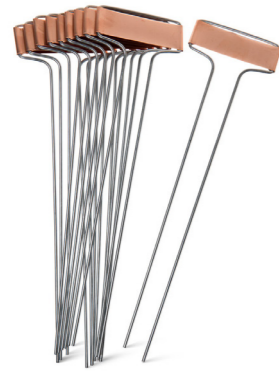
Ventajas:

- Muy bajo coste de fabricación y montaje.
- De uso temporal.
- Fácil fabricación e instalación.
- Posibilidad de sustitución inmediata.
- Estandarización del producto.
- Información individualizada.
- Escritura a mano, posibilidad de reemplazar la información.
- Posibilidad de uso de un gran número de ellos.
- Posibilidad de fabricación en un único material reciclable.



Inconvenientes:

- Muy baja durabilidad del producto.
- Alto impacto medioambiental de residuos, generalmente de usar y tirar.
- Entorpece el crecimiento normal de las plantas.



- Difícil visualización, dependiendo del tamaño.
- Previsión de diseño antivandálico, uso preferente en zonas vigiladas.
- Escritura a mano, deterioro de la información.

Chip electrónico

Componente electrónico de uso público mediante dispositivo conectado a internet. Material metálico y plásticos.

Ventajas:

- Ningún impacto visual, posibilidad de uso de un gran número de ellos.
- Muy bajo coste de montaje o sustitución.
- Estandarización del producto, individualización de la información.



- Fácil fabricación, e instalación.
- Escasa utilización de materia prima.
- Posibilidad de sustitución inmediata.
- Posibilidad de ampliación, actualización de la información y uso interactivo.

Inconvenientes:

- Necesidad disponer de dispositivo electrónico conectado a internet.
- Destinado a un público concreto, que maneje nuevas tecnologías.
- Bajo nivel de asimilación de la información.
- Necesidad de mantenimiento y revisiones.
- Costes de publicidad añadidos.
- Abstracción del usuario.
- Puede dañar el árbol, dependiendo de su ubicación.
- Sujeto a modas pasajeras, tipo anecdótico.
- Proyecto exclusivo de la rama electrónica e informática.

Inscripciones

Información tallada o pintada directamente en otros objetos de mobiliario urbano ya existentes, como por ejemplo alcorques, bordillos y adoquines, bolar-dos... destinados a uso público y privado. Pinturas y grabados en todo tipo de materiales como metales, madera, granito...

Ventajas:

- Bajo impacto visual, posibilidad de uso de un gran número de ellos.
- Amplias posibilidades de diseño.
- Bajo coste de fabricación.
- No genera más residuos que los propios del objeto ya existente.



Inconvenientes:

- Costes elevados para montajes individualizados.
- Imposibilidad de estandarización, necesidades específicas para cada objeto.
- Previsión prioritaria de diseño antivandalismo.
- Necesidad de dar apariencia de proyecto global, por utilizar diferentes objetos.
- Costes de publicidad añadidos.
- Puede resultar un impedimento para el árbol.
- Podría pasar desapercibido.
- Proyecto exclusivo de diseño gráfico.

Señalización artesanal

Señalética de carácter artístico fabricada exclusivamente mediante técnicas manuales. Destinados generalmente a uso privado y doméstico (jardines botánicos). Uso generalizado de materiales reciclados.

Ventajas:

- Productos únicos y exclusivos.
- Posibilidades creativas ilimitadas.
- Referencia cultural.



- Posibilidad de aunar varias disciplinas artísticas.
- Posibilidad de uso de materiales reutilizables.

Inconvenientes:

- Costes elevados de diseño y fabricación.
- Inviabilidad en proyecto urbano de uso público por incalculable valor artístico.
- Prioridad en el diseño antivandálico.
- Necesidad de mantenimiento y supervisión.
- Alto impacto visual para un número elevado de ellos.
- Proyecto exclusivo de ramas artísticas no industriales.



Conclusión

Quizás la señalización más eficiente en cuanto a sostenibilidad sería del tipo "inscripción". Ya que no exige la creación de nuevos objetos, ésta no sería apropiada para el Trabajo Fin de Grado en Ingeniería del Diseño.

Elijo centrar el estudio en el diseño de una "placa informativa" que estará ubicada en el suelo al lado del árbol, principalmente por las siguientes razones: *no obstaculiza, bajo coste de fabricación, sencillez y posibilidad de estandarización.*

El resto de categorías antes mencionadas se descartan por sus inconvenientes. No obstante se tendrán en cuenta para el aporte de nuevas ideas compatibles con nuestro diseño. A modo de resumen, en la siguiente página se muestra la gráfica de posicionamiento dando por concluido este apartado.



ATRIBUTOS

VER ANEXO: IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

En este apartado enumeraremos una serie de características previas que intentará cumplir nuestro diseño. Las he distribuido en tres categorías para a continuación desarrollar detenidamente.

FORMALES	FUNCIONALES	ERGONÓMICOS
Estética Forma Volumen Peso Material Acabado	Durabilidad Costes Ubicación Resistencia Impacto ambiental Estandarización Información Integración	Visibilidad Seguridad Instalación Mantenimiento

Una estética orgánica cuidará de integrar el objeto para la función a la que ha sido destinado, tratando de relacionar coherentemente lo natural dentro de un contexto urbano. El diseño ha de tener el tamaño adecuado para ser perfectamente visible y no pasar desapercibido. Intentando reducir su volumen al máximo, para que éste no suponga obstáculo alguno para la vida normal en la ciudad. Por tanto, la forma del objeto será un punto importante a tener en cuenta, ésta debe ser convexa para evitar que el agua y suciedad se estanquen.

El peso no será una exigencia prioritaria a perseguir, pudiendo ser mayor o menor en la medida de elección del material para el que sea fabricado. La característica principal de dicho material será una alta capacidad de resistencia tanto a efectos de rotura, como a la tolerancia frente a efectos atmosféricos ya que estará situado a la intemperie. La prioridad de su acabado superficial se centrará tanto en cumplir su función, como en la de ser un objeto totalmente seguro para el ciudadano.

Tendrá preferencia una larga durabilidad del producto frente a sus costes, que deberán de ser lo más ajustados posible. Por tratarse de un bien de uso público, se tendrá muy en cuenta el evitar cualquier tipo de acto vandálico.

La ubicación del objeto se dispondrá de tal manera, que siendo perfectamente visible no genere demasiado impacto visual en el entorno. También se minimizará el impacto ambiental que el producto genere desde su concepción hasta el final de su vida útil.

Buscaremos la estandarización del objeto, es decir que un único diseño sirva para solventar todo tipo de situaciones – árboles de diferente tamaño, disposición... – y además lo haga del mismo modo.

El tipo de información que refleje la señal debe ser clara y concisa para facilitar su asimilación. Se evitará todo lenguaje técnico que desmotive al principiante a aprender.

La instalación o montaje se simplificará en la medida de posible. La intención es que el producto no requiera mantenimiento alguno.

En cuanto a la seguridad que ofrece el objeto, se buscará minimizar los posibles accidentes que pudiera ocasionar, así como evitar dañar al árbol.

LIMITACIONES

VER ANEXO: NORMATIVA

El objetivo de este apartado es enumerar otras posibles cualidades que poseerá nuestro objeto desde un punto de vista restrictivo. Bien sean limitaciones intencionales o impuestas en forma de normativas y patentes.

- *Diseño antivandálico* que evite el deterioro del producto y sus daños generados, imposibilita el uso de materiales orgánicos como pueden ser la madera, incluso la piedra.

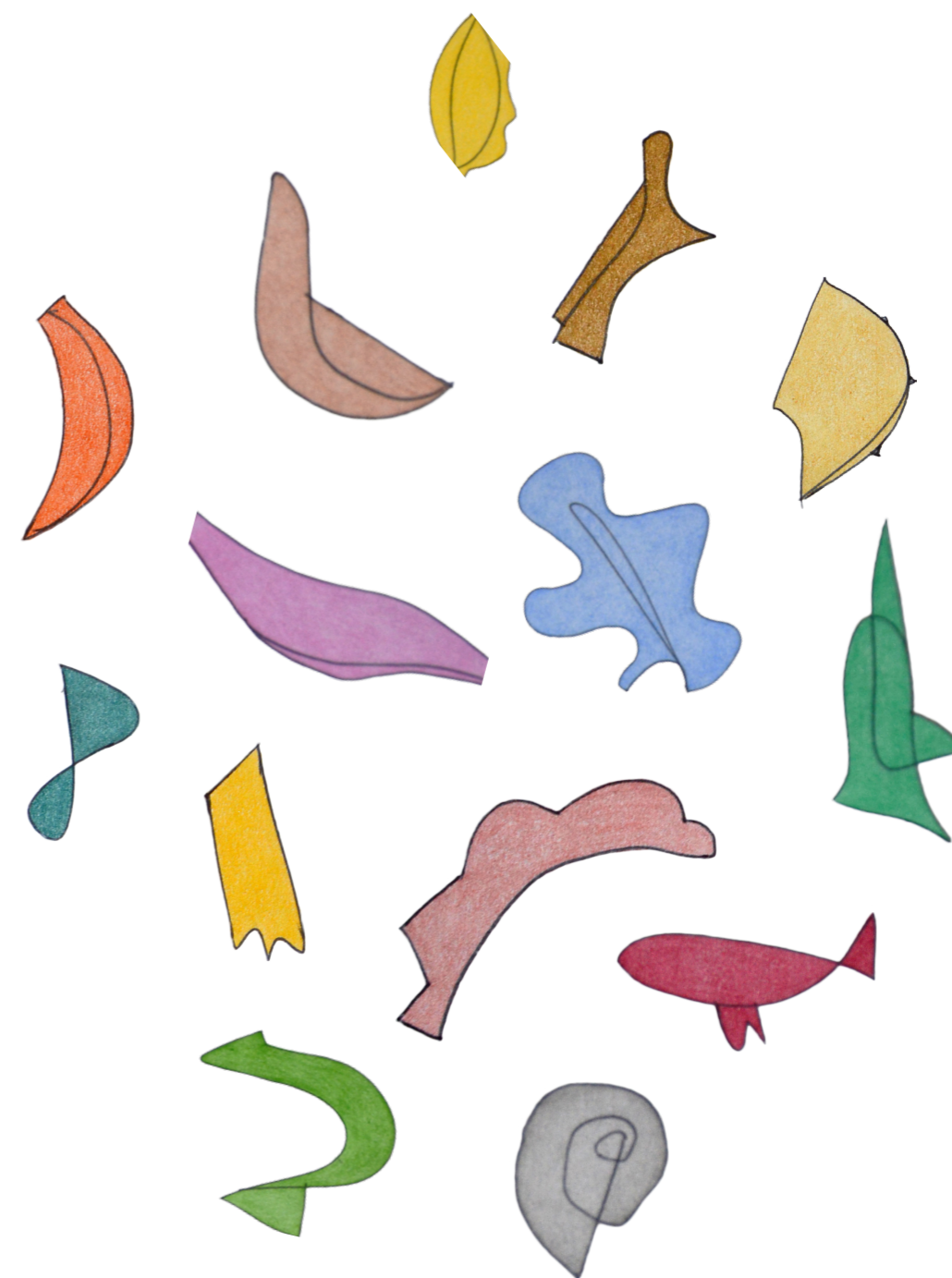
- *Fabricación en serie.*

- *Viabilidad y rentabilidad* del proyecto para cortas series de fabricación, guardando coherencia para la función destinada.

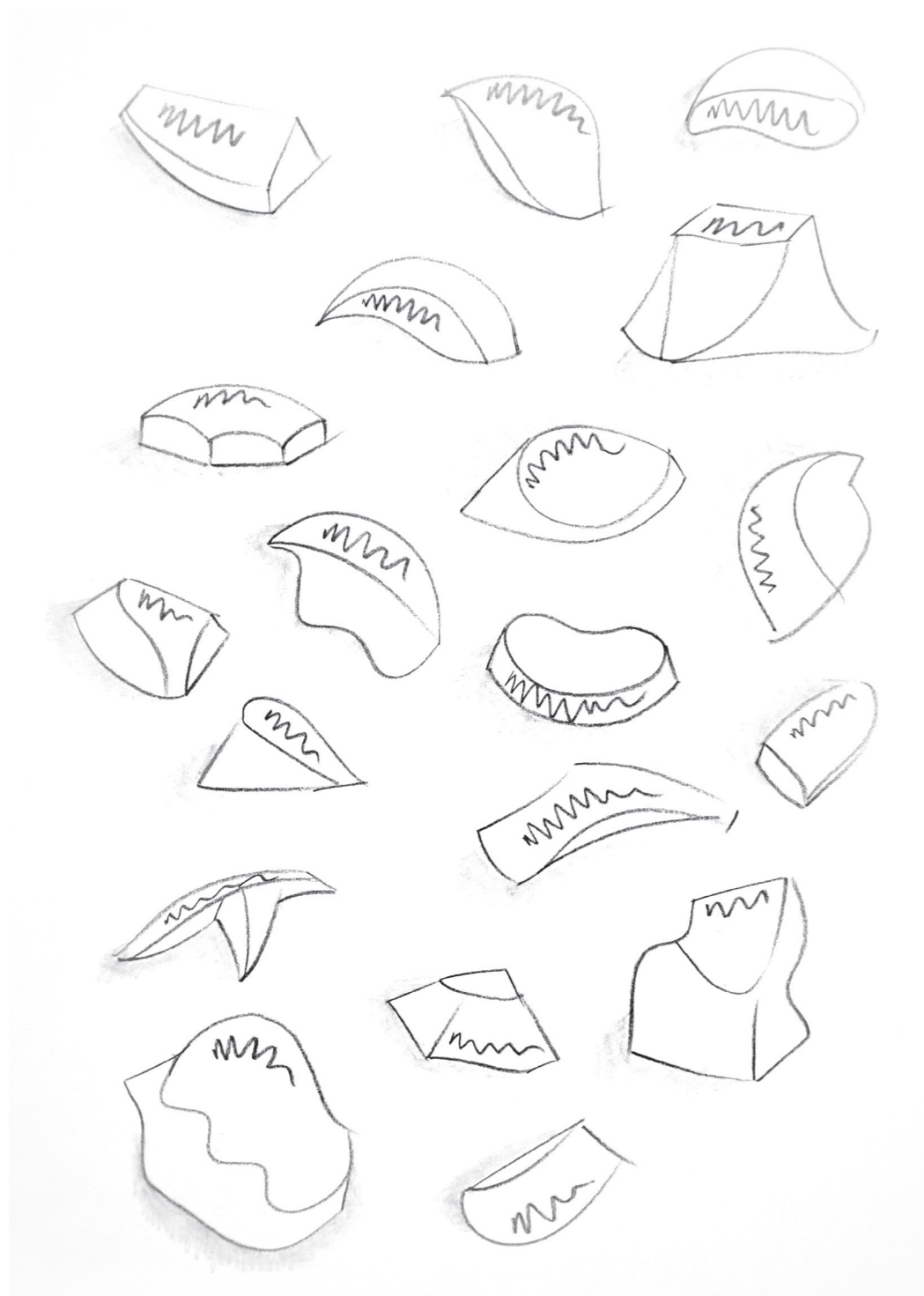
- Deberá cumplir la *normativa vigente* al respecto. No existe constancia de patentes relacionadas con el objeto.

ESPACIO DEL DISEÑO

Comenzaremos desarrollando un estudio sobre la forma orgánica y el color que adoptarán nuestros bocetos iniciales. Éstos serían indicados para la fabricación de placas a partir de una chapa.



A priori llegamos a una primera *conclusión*: una placa fabricada en chapa con un único espesor, aun teniendo en cuenta la elección de color, pasaría más desapercibida que otra de forma volumétrica. Por tanto las primeras ideas conceptuales a expresar harán evidente esa tercera dimensión, olvidándonos por el momento en el estudio del color.



IDEAS INICIALES

Pudiéndose exponer cientos de ideas, pasaremos a desarrollar algunas que cumplan con nuestra expectativa prioritaria, es decir que su forma no suponga ningún obstáculo para el ciudadano.



La primera imagen muestra una figura un tanto caótica que representa una piedra, guardando coherencia con el tema elegido. Es fácil de fabricar mediante moldeo pero necesitaría ser pulida para que sus bordes no supongan ningún peligro.

La siguiente imagen está relacionada con la idea anterior.

Aunque posee bordes más redondeados no es muy acertada por tener esquinas elevadas del suelo, las cuales seguirían siendo un peligro para el peatón. La imagen no se muestra muy atractiva por no guardar ningún equilibrio.

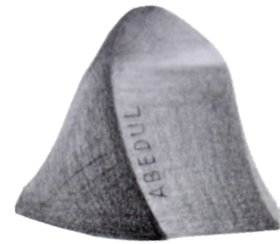


La tercera imagen posee ya un aspecto más refinado. De bordes un tanto redondeados e inclinados en la dirección del caminante no supondría un peligro para éste, pudiendo ser perfectamente pasada por encima sin causar tropiezo. Será por tanto una idea a tener en cuenta.



Este boceto es otra versión de las primeras. En él se ha mejorado la ubicación de las letras para facilitar su visualización. Sin embargo necesitaría ser rebajada en altura por la misma razón ya comentada.

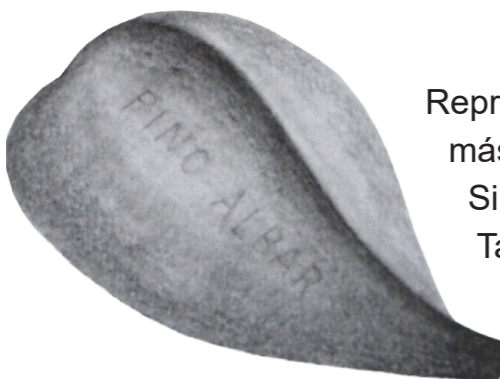




De aspecto un tanto amorfo es la siguiente imagen. La descartaremos por carecer de fundamento y poseer una altura desmedida.

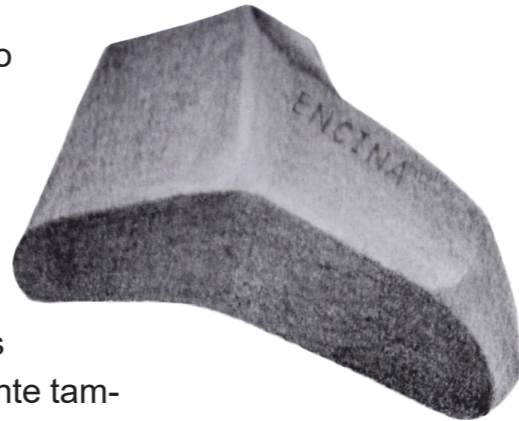
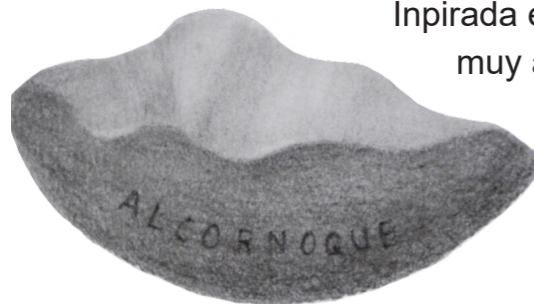
Aunque este boceto tampoco tiene mucha razón de ser, es algo más adecuado que el anterior por ser más equilibrado, quizá por su carácter artístico. No obstante también se descarta por ser demasiado amorfo, lo cual favorecería la saturación para elevadas repeticiones del mismo.

Inspirada en una hoja, esta imagen tiene mucho ritmo quizás demasiado, pudiendo provocar también saturación por repetición. Similar a la anterior, pero con carácter más sobrio. Simplicidad en su fabricación. Aunque pudiera pecar de formalidad por ser tan simétrica, reúne las características para ser tenida en cuenta.



Representa a una semilla, siendo entre todas la idea más coherente para situar al lado de un árbol. Simplicidad y dinamismo son características. También se tendrá en cuenta para su posterior desarrollo.

Inpirada en los bordes redondeados de las hojas y muy atractiva, se descartará por ser demasiado compleja para este proyecto en concreto.



De estética agradable y sencilla cumple con todos los requisitos para ser tenida en cuenta. La figura posee mucho dinamismo. Se podría reducir su volumen intentando conservar su esencia abstracta.

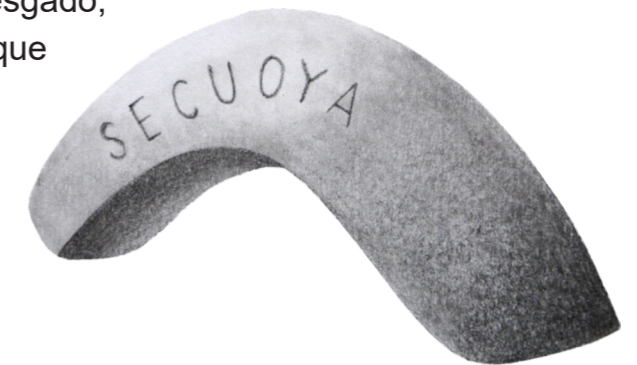


Se trata de una idea muy simple, perfectamente válida por su carácter orgánico debido a su leve asimetría. Para mejorar la visualización de la información sería tan sencillo como inclinar el plano donde esté ubicada. Como podría representar un tronco de árbol talado igual no es del todo apropiada.

De forma curva es esta alternativa, que gracias a su gran simplicidad podría utilizarse en grandes cantidades y no supondría saturación visual.
















El último boceto es un poco arriesgado, debido a su considerable altura que supondría un obstáculo, pero he querido reflejarlo con posibilidad de mejorarlo posteriormente.



Conclusión

Hemos podido comprobar que el análisis de las ideas iniciales ha sido bastante subjetivo, y reiterando que las posibilidades en cuanto a forma podrían ser ilimitadas, llevaré a cabo una selección más objetiva basándome en los máximos parámetros posibles.

Sería interesante establecer una "línea de producto", es decir diseñar varios modelos que mantengan una relación entre sí, con el fin de potenciar la idea. Pero esto encarecería mucho los costes, siendo más apropiado para otro proyecto de mayor envergadura. Entendemos que el procedimiento se seguiría exactamente igual.

BOCETO	Seguridad	Estética	Funcionalidad	Simbolismo	Visibilidad	Dinamismo	Equilibrio	Simplicidad	Unicidad	Ergonomía	Experimentación	VALORACIÓN
	2	5	4	6	5	4	4	5	5	4	3	4.27
	3	5	4	6	4	5	4	6	6	5	4	4.73
	7	8	8	8	7	7	8	8	8	7	6	7.45
	5	6	6	6	8	5	5	6	6	6	4	5.72
	2	4	4	4	4	6	5	4	5	5	6	4.45
	5	6	3	3	4	6	4	3	4	5	6	4.45
	8	6	9	7	7	7	9	9	8	7	4	7.36
	6	7	7	8	6	8	8	7	7	8	5	7.00
	5	9	6	8	7	8	8	4	7	7	7	6.90
	6	9	7	7	8	9	9	7	8	8	9	7.91
	8	7	7	6	7	6	7	8	6	7	6	6.82
	8	6	7	5	6	7	7	8	7	6	6	6.64
	6	7	5	4	7	8	8	6	7	7	7	6.55

SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

Elaboración de una tabla comparativa que define objetivamente la alternativa a desarrollar.

Podemos ver con claridad que la idea mejor valorada ha sido la *fig. 11*, la cual será seleccionada para desarrollar en profundidad. No se han tenido en cuenta aspectos tan importantes como son el color, dimensiones, texturas y acabados, ya que todas las ideas podrían ser modificadas en función del material elegido, que a su vez está relacionado con el proceso de fabricación. Esto lo estudiaremos más adelante, una vez que describamos la solución adoptada.



DESARROLLO DE CONCEPTO

SISTEMA DE FIJACIÓN

Hasta ahora no se ha tenido en cuenta el modo de fijar la pieza al suelo. Se ha preferido centrar la atención en la parte visible, ya que el sistema de fijación estaría condicionado por ésta.

No por estar oculta juega un papel menos importante, ya que será clave para conseguir una larga durabilidad del producto.

Procediendo del mismo modo, elaboraré una comparativa entre varias ideas para seleccionar la más adecuada.

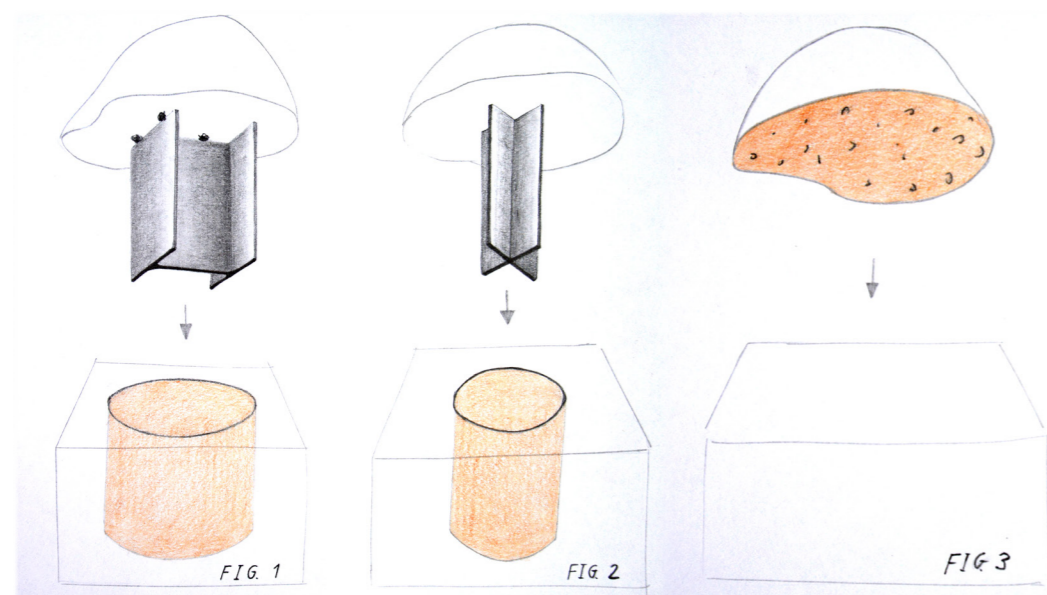
Con el fin de resaltar el objeto a tratar se exponen los bocetos de forma esquemática. Éste apartado tendrá un carácter más técnico.

Perfil soldado

Perfil metálico “doble T, L...” o cualquier otro prefabricado, que se corta con la longitud deseada y se une a la pieza mediante puntos de soldadura. Irá introducido en un agujero circular hecho con taladro y corona, relleno de cemento o fijador similar.

V: Pieza suministrada.

I: No recuperable. Dependencia de modelos existentes. Costoso montaje en su fabricación.



Pie en cruz

Un único molde serviría para fabricar la pieza en su totalidad, por tanto se podría optimizar la forma de los nervios con el fin de reducir el material y aumentar su resistencia. Se introducirá en agujero circular hecho con taladro y corona, que se rellena con cemento.

V: Aprovechamiento del molde y optimización de forma. Reducción del agujero y uso de cemento. Sencilla fabricación e instalación. Unificación de materiales.

I: No recuperable. Encarece los costes del molde.

Cemento base

Cemento aplicado directamente en la base inferior de la pieza, la cual poseerá cierta porosidad para fomentar la unión de éste con el suelo.

V: Supresión del agujero, facilidad de montaje. Muy económico.

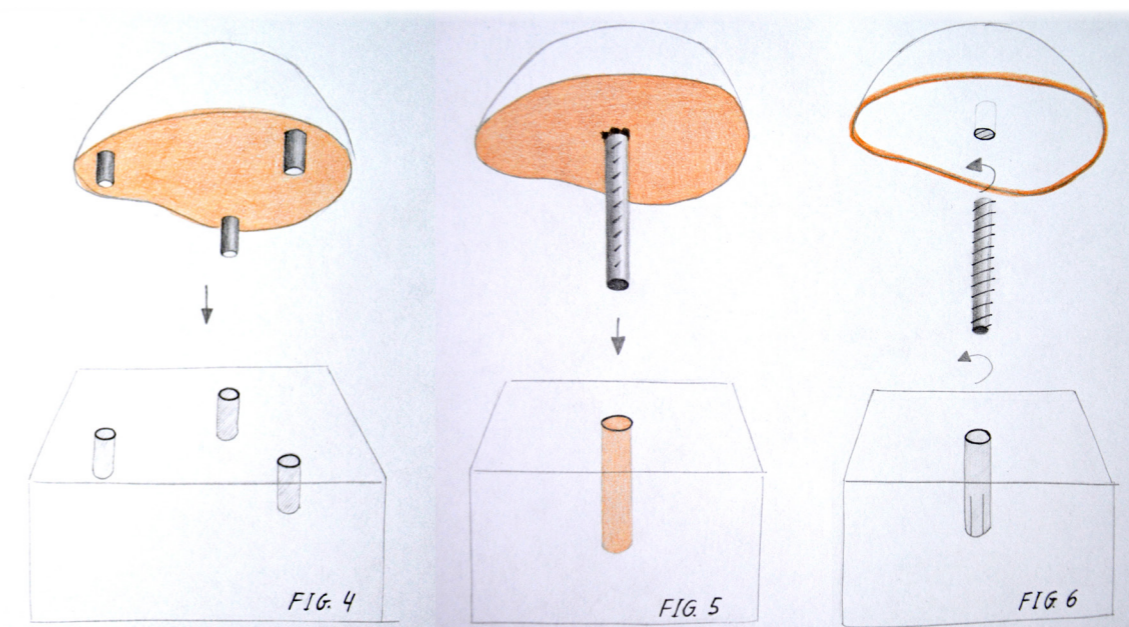
I: No recuperable. Baja resistencia al antivandalismo.

Base con pestañas

La única diferencia de éste con el anterior es que posee unas pequeñas patas que serían introducidas en agujeros hechos con broca, aumentando así la resistencia de la pieza. Dichas patas formarían parte de la pieza fabricándose con un único molde. El cemento sólo se aplica en la base.

V: Aprovechamiento del molde. Económico. Gran reducción del tamaño del agujero. Unificación de materiales.

I: No recuperable. Mayor dificultad de montaje.



Barra soldada

Barra de acero prefabricado que cortaremos con la longitud deseada y soldada a la pieza. Se introducirá en agujero circular hecho con broca ancha y relleno de cemento. También llevará cemento en la base.

V: Pieza suministrada.

I: No recuperable. Utilización distintos materiales. Montaje de fabricación costosa.

Varilla roscada y taco metálico

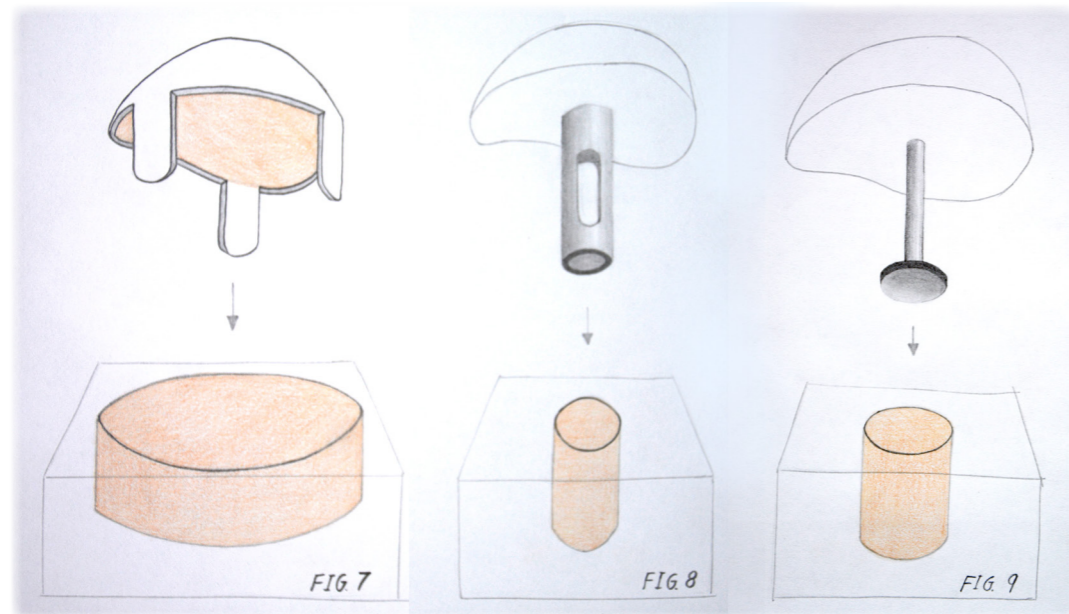
Vara prefabricada de acero inoxidable que se corta a la longitud deseada. Unión con la pieza mediante rosca interior mecanizada y taco de acero especial para hormigón, que se introducirá en el suelo mediante un agujero hecho con broca. Sólo lleva cemento en los bordes de la pieza con el fin de ocultar el sistema de rosca para evitar actos vandálicos. Fácilmente recuperable.

V: Recuperable. Escasa utilización de cemento. Pieza suministrada.
 I: Necesidad de mecanizar la rosca interna. Utilización de distintos materiales. Montaje de fabricación costoso. Posible deterioro del cemento con el paso del tiempo y necesidad de mantenimiento.

Estampación con pestañas

Pieza conformada mediante estampación en caliente a partir de una chapa, rellena de cemento para dar mayor consistencia y anclada a un agujero circular hecho con corona, también relleno de cemento.

V: Unificación y reducción de material. Fácil fabricación.
 I: No recuperable. Excesivo uso de cemento. Limitación de la forma y material del estampado. Sólo para grandes series productivas.



Cilindro hueco perforado

Un único molde serviría para fabricar la pieza, por tanto se podría optimizar el tamaño del cilindro con el fin de reducir el material. El cilindro irá agujereado para facilitar el relleno de cemento, aumentando así su adhesión. Será empujado en agujero circular hecho con taladro-corona y relleno de cemento.

V: Aprovechamiento del molde y optimización de su forma. Reducción del agujero y minimización del uso de cemento. Sencilla fabricación e instalación. Unificación de materiales.

I: No recuperable. Encarece el molde.

Pata y base circular

Un único molde serviría para fabricar la pieza, por tanto se podría optimizar el tamaño de la barra y su base con el fin de reducir el material. Se introducirá en agujero circular hecho con taladro con corona y relleno de cemento.

V: Aprovechamiento del molde y optimización de forma. Reducción del agujero y minimización de uso de cemento. Sencilla fabricación e instalación. Unificación de material.

I: No recuperable. Encarece los costes del molde.

Fig.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Resistencia	7	7	5	6	7	6	3	9	6
Durabilidad	8	7	5	6	7	7	3	9	6
Reutilizable	3	3	5	5	5	9	4	4	3
Unificar materiales	5	8	8	8	6	5	8	8	8
Optimización	5	6	9	9	8	8	7	8	8
Fabricación	7	6	9	8	7	8	7	8	7
Montaje	5	8	9	9	6	6	7	9	8
Instalación	8	7	7	8	8	8	7	9	7
Impacto ambiental	5	6	6	6	6	5	6	7	6
VALORACIÓN	5.77	6.44	7.00	7.22	6.66	6.88	5.77	7.88	6.55

Como podemos comprobar la idea de la fig.8 "Cilindro hueco" es claramente nuestra alternativa elegida por ser la mejor valorada en general, la cual todavía se puede mejorar.

A pesar de no ser recuperable no supone un gran problema si con su diseño conseguimos alargar la durabilidad.

Directamente se procede a realizar el prototipo en plastilina sin necesidad de hacer más bocetos. Se trata de un material muy adecuado para conseguir formas orgánicas y además es perfecto para sacar posteriormente un molde.

Debido a problemas informáticos no se ha podido mostrar todo el proceso de modelado, ya que las únicas fotos que se conservan son las finales.



VER ANEXO: PROCESOS DE FABRICACIÓN

DISEÑO DE DETALLE

DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

En este apartado se concretarán cualitativa y cuantitativamente todas las conclusiones a las que hemos llegado en el diseño conceptual. Como se ha expuesto anteriormente, nuestro producto consta de una sola pieza, y el tipo de anclaje dependerá de ésta.

Como finalmente se elige optar por un único modelo al que se le inscribirán diferentes nombres de árbol, se ha encontrado más apropiado el dotarlas a todas del mismo acabado superficial. Éste deberá de ser de un color neutro que no desentone con el árbol.

A continuación procedemos a definir formalmente nuestro diseño.

PIEZA

Ante la imposibilidad de utilizar materiales orgánicos sujetos a un mayor deterioro, como por ejemplo la madera, ni de otros más susceptibles a actos vandálicos como pueden ser resinas, polímeros y derivados, nuestro diseño deberá estar fabricado íntegramente de un material resistente y duradero, es decir metal o piedra. Los materiales pétreos son de origen natural, muy apropiados con la temática a tratar, muy resistentes; sin embargo son costosos de mecanizar y se deterioran con el paso del tiempo. Por tanto, excluirémos su uso para este proyecto. Centraremos nuestro estudio en elegir el **metal** más adecuado dentro del amplio abanico existente.



Antes de elegir el material apropiado habría que determinar cuál será el proceso de fabricación de nuestro diseño.

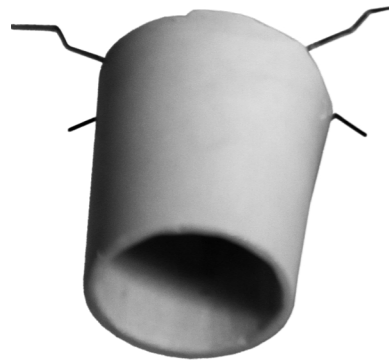
Los principales procesos de fabricación de piezas metálicas son los siguientes:

- Mecanizado o desprendimiento de material: tradicionales (*torneado, fresado, taladrado...*), no tradicionales (*electroerosión, químico, ultrasonidos...*)
- Conformado o deformación plástica: *forja, estampación, laminación, extrusión, doblado, corte... (en frío y en caliente).*
- Moldeo o fundición solidificada en molde permanente y perdido: *por gravedad, centrifugación, inyección o presión...*
- Otros: *fusión, sinterización impresión 3D, soldadura...*

Cada proceso es adecuado para unas necesidades concretas. En nuestro caso nos decantaremos por la fundición, siendo la más económica y la que menos limitaciones presenta para la fabricación en serie de piezas asimétricas.

De entre todos los tipos de moldeo elegimos la **fundición por gravedad en molde perdido de arena verde**, por ser la más adecuada para una serie corta de *200 piezas*. Se trata de la más económica en relación a nuestras necesidades: geometría sencilla, tamaños reducidos y sin excesiva calidad superficial. Ésta última característica es deseable. Aportando cierta rugosidad superficial pretendemos evitar actos vandálicos de pintadas con rotulador y por supuesto las pintadas con spray, debido al tamaño reducido de la pieza.

Posteriormente haremos uso de otras técnicas de mecanizado para el grabado de las letras individualizado en cada pieza.



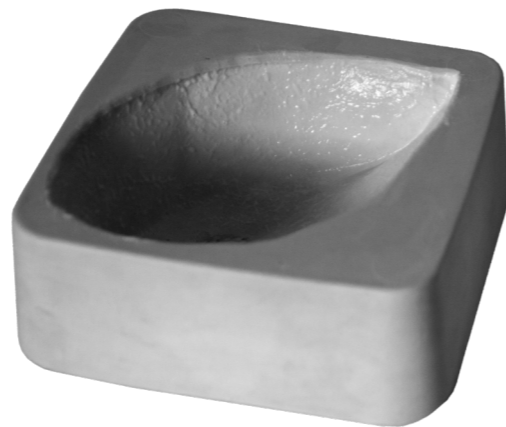
Las características principales que debe poseer nuestro material son:

- baja toxicidad.
- una elevada resistencia de corrosión y oxidación.
- una adecuada resistencia de rotura a compresión, cizalladura y aplastamiento.
- bajo coste de materia prima.

No deberá ser tóxico para el árbol ni para el resto de seres vivos y el impacto medioambiental de su fabricación será el mínimo.

Estando situado a la intemperie deberá hacer frente a la corrosión en general, y por estar ubicado en parte bajo tierra deberá soportar la oxidación de ambientes muy húmedos. También se tendrá en cuenta la corrosión producida por agentes ácidos, en especial los excrementos de pájaro y el orín de perros. Deberá también ser apto para zonas costeras.

Soportará esfuerzos de compresión y aplastamiento, derivados del uso común de peatones; y una alta resistencia a rotura por cizallamiento e impacto, derivados de un mal uso con motivo de actos vandálicos. También deberá ser lo suficientemente duro como para evitar rayones por la misma razón. Deberá ser un material económico y duradero; no ya con el fin de ahorrar costes sino el de evitar posibles robos, con el inconveniente de que cada pieza está grabada individualmente y por tanto su reemplazamiento sería exclusivo.

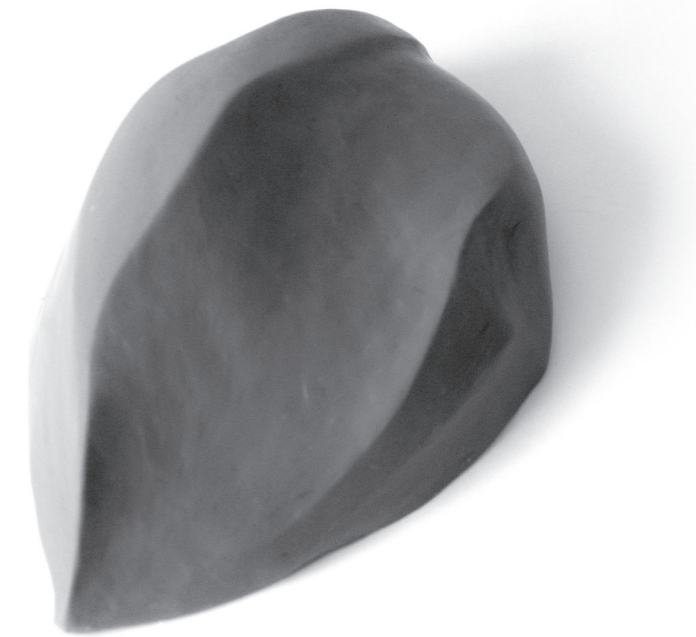


A partir de estas premisas, y aunque le confieran una estética más atractiva a nuestro diseño, descartamos metales más valiosos como pueden ser el cobre y sus derivados bronce y latón.

Infinidad de metales podrían cumplir nuestras expectativas y su estudio sería tan extenso, que se priorizará la elección atendiendo al impacto medioambiental que genere el producto. En general, los metales y aleaciones más utilizados en la industria son el hierro, aceros y aluminio, por ser bastante asequibles en relación a sus prestaciones.

El punto de fusión del hierro es aproximadamente 1220 °C frente a los 1370-1510 °C de los aceros, siendo su impacto medioambiental bastante más bajo, por no precisar de tanta energía para su procesamiento, ni hornos tan específicos para alcanzar tales temperaturas.

A pesar de que el aluminio es bastante más abundante que el hierro (8% de la corteza terrestre) y funde a mucha menos temperatura (660°C) necesita mucha más energía para ser obtenido, unas seis veces más que el hierro, ya que en la naturaleza se encuentra de forma indirecta y necesita de un proceso complejo para su transformación. En este proceso el hierro produce la mitad de emisiones a la atmósfera de CO₂ que el aluminio (aprox. 85 Kg/GJ).



Descartando el amplio mundo de los aceros por ser bastante más caros debido a su excesiva resistencia, innecesaria para nuestro proyecto, nos decantaremos por el hierro ya que es más resistente que el aluminio, y por tanto más duradero y bastante más barato.

El **hierro** es un material muy adecuado para el proceso de moldeo y para ser destinado a ambientes de exterior. Es el cuarto material más abundante, nada menos que el 5% de la corteza terrestre y fácil de extraer, lo que le concede la cualidad de ser respetuoso con el medio ambiente. El hierro fundido es una aleación de hierro, carbono y silicio, además de manganeso, fósforo y azufre. Existen dos tipos principales de hierro fundido: la fundición gris, y la dúctil. La fundición dúctil es más cara, más resistente y difícil de mecanizar.

La **fundición gris** es la más utilizada por ser la más económica. Posee una buena resistencia de carga, menor que los aceros pero superior en cuanto a resistencia a la corrosión. Se denomina gris porque su contenido en carbono se encuentra en forma de láminas de grafito, lo que confiere ese color a las superficies de ruptura.

Es de tener en cuenta el grado de *contracción* del metal al solidificar, ya que el modelo deberá ser de tamaño algo mayor.



Podemos alargar la durabilidad del material mejorando su *resistencia a la corrosión* frente a agentes ácidos, ya que es su principal inconveniente. Para ello se aumenta el contenido de silicio o se añade níquel en su composición y se trata superficialmente con un baño de zinc, proceso llamado *galvanización*.

El hierro fundido galvanizado es un material íntegramente reciclable, capaz de producir nuevamente hierro y zinc.

Además, son dos materiales que no entrañan riesgo para la salud medioambiental, ya que son esenciales para toda forma de vida.

Según la norma ISO 12944-2, para nuestro producto atenderíamos a un nivel bajo de corrosión (C2) destinado a “*atmósferas exteriores urbanas y rurales de bajos niveles de contaminación*”. Para las cuales se consideran las siguientes pérdidas de masa y espesor por año:

Hierro: 10 - 200 g/cm² (1.3 - 25 μm/año).

Zinc: 0.7 - 5 g/cm² (0.1 - 0.7 μm/año).

Para un tratamiento de **galvanizado** en zinc de 70 μm, se podría estimar una vida útil de aproximadamente 100 años sin que en el hierro se produzcan deterioros. Obviamente este dato no es real, ya que el objeto estaría expuesto a diferentes agentes poco predecibles. Si quisiéramos conocer su estimación exacta, aunque éste no es el caso debido a su despreciable rentabilidad, procederíamos a realizar un ensayo pormenorizado de la situación.

No se pueden dar garantías al respecto, no obstante si nuestro producto tuviera una *vida útil* de al menos una cuarta parte de lo estimado, es decir 25 años, sería más que suficiente para afirmar que se trata de un diseño eficiente.

El **pintado** del hierro galvanizado proporciona aún mayor protección ante la corrosión. Aunque se deben tomar en cuenta algunas consideraciones. Para facilitar la adherencia de la pintura y que ésta no se descascarille con la presencia del Zinc se precisan *imprimaciones*. La más utilizada para un galvanizado de 70 micras y de fácil aplicación se conoce con el nombre “*epoxi-isocianato*”. Sobre ésta pueden aplicarse una amplia variedad de pinturas e incluso esmaltes sintéticos.

ANCLAJE

Ante la imposibilidad de utilizar uniones móviles y recuperables para evitar actos vandálicos, centraremos nuestra investigación en la búsqueda de materiales adhesivos destinados a la construcción. Existen multitud de componentes adhesivos específicos para la unión de hormigón-metales que aportan muy buenos resultados, la mayor parte de ellos fabricados a base de resinas epoxi. Obviamente serán descartados debido a su excesivo coste por tratarse de productos patentados y por la elevada toxicidad de sus compuestos químicos.



Salta a la vista que los adhesivos más utilizados en construcción son los *cementos* debido a su bajo precio. Además, existen cementos específicos adecuados a nuestras necesidades:

- Rápido tiempo de fraguado
- Uso en ambientes muy húmedos

Intentaremos que éste sea lo más ecológico posible, debido al conocido impacto medioambiental que éstos generan durante su fabricación.

El producto no alcanzará la resistencia máxima hasta pasado un mes desde su aplicación. Por tanto, es necesario encontrar un adhesivo que comience a secar casi de inmediato, adquiriendo resistencias adecuadas con el fin de posibilitar un montaje seguro.

De entre la multitud de estos cementos existentes en el mercado, nos centraremos en buscar los más resistentes, destinados a ambientes húmedos tales como cañerías y tuberías. No son indicados para realizar grandes obras.

Su principal característica es el inicio del fraguado de forma casi instantánea desde que se hace su mezcla con agua, permitiendo someterlos a esfuerzos elevados. Existen cementos rápidos ultra-resistentes que pasados 10 años obtienen una resistencia superior a la de ciertos hormigones armados.



pliego de condiciones

OBJETO Y ALCANCE DEL PLIEGO

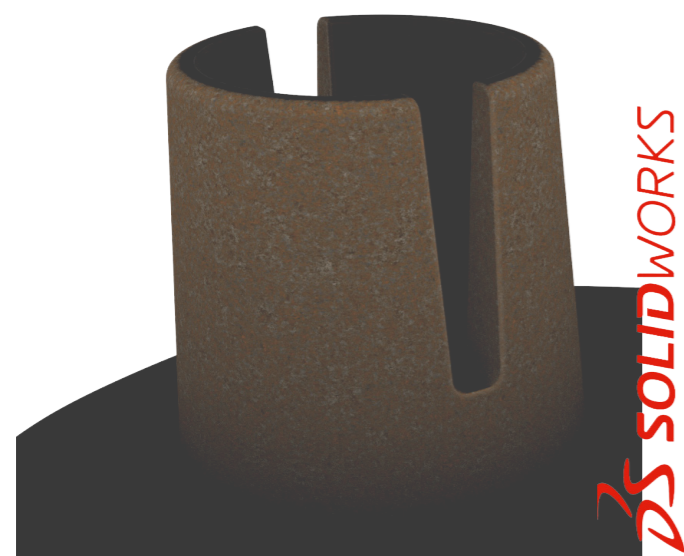
El alcance del pliego se limitará a concretar los requisitos técnicos del diseño para su fabricación. Por tanto, la responsabilidad del equipo de diseño terminará con la verificación del producto obtenido. Quedando fuera de la misma tanto el método de selección de ejemplares a señalar, como el montaje y conservación de las piezas. No obstante, se indicará el modo de proceder.

Se pretende diseñar una señal identificativa para especies arbóreas que cumpla con los siguientes objetivos:

- Facilite la comprensión de la información, gracias a su sencillez .
- De un material muy resistente con mínimo impacto ambiental.
- Garantice la seguridad de los ciudadanos.
- Sus costes deberán ser asequibles.
- No requiera mantenimiento alguno.

En el caso de incongruencias encontradas en cualquiera de los documentos debe contrastarse la información según la siguiente jerarquía entre las partes del proyecto:

- Para la descripción del proceso de diseño y la toma de decisiones, el documento a consultar será la *memoria*.
- En cuanto a las características técnicas de los materiales y la descripción del proceso de fabricación y montaje, lo expuesto en el *pliego de condiciones*.
- Para las características geométricas y dimensionalidad del producto tendrán validez los *planos descriptivos*.



Para mejorar la adhesión del cemento se debería realizar algún tipo de ranurado en la base. Se consultará con el fabricante para hallar el modo más sencillo de llevar a cabo el molde. Por tratarse de un cambio de última hora no se refleja en el resto del proyecto.

VER ANEXO: PLANOS

CONDICIONES TÉCNICAS

CONDICIONES TÉCNICAS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS

Por no requerirse condiciones técnicas específicas y tratándose de materiales muy económicos, las propiedades de masa de los elementos son orientativas y carecen de importancia.

Pieza

Material: Hierro fundido ferrítico de alta resistencia.
Volumen: 343'72 cm³
Densidad: 7'2 g/cm³
Peso: 2'475 kg
Procesos: Moldeo en arena verde, estampación en frío, galvanizado en caliente. Pieza libre de rebabas.



Anclaje

Material: Cemento rápido natural de mina.
Volumen: 500 cm³
Densidad: 3 g/cm³
Peso: 1'5 kg

Para estimar la cantidad de cemento utilizado por pieza se ha calculado el volumen de la cavidad interna de la base. Consultar dimensiones en el apartado de *Planos*.

Estos cálculos han sido realizados con el programa *SolidWorks*. Otros datos interesantes que nos ofrece esta herramienta:

Área superficial = 47866'5 mm²
 Centro de gravedad: (112'56, 84'19, -21'89) mm

CONDICIONES DE SUMINISTRO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Fundición gris

Fundición gris ferrítica de alta resistencia clase 40

Este tipo de fundición es el que mejor soporta la corrosión, debido a que el contenido en carbono se encuentra totalmente en forma de grafito.

Composición química
 Hierro: 94.33 %
 Carbono: 3 %

Silicio: 1.9 %
 Manganeso: 0.5 %
 Fósforo: 0.15 %
 Azufre: 0.12 %

Propiedades físicas y mecánicas

Moderada resistencia de tracción: 276 Mpa
 Buena resistencia de compresión: 895 MPa
 Impacto: 2 J
 Densidad: 7.10 g/cm³
 Escaso alargamiento: 0.4%
 Escasa contracción: 1%
 Elevada dureza: 140 HB
 Aceptable resistencia a la corrosión (disminuye con temperaturas altas)
 Alto grado de reciclabilidad

Las fundiciones grises tienen poco rechupe gracias al alto contenido en carbono, como máximo un 1 % de *contracción lineal*, reproduciendo las medidas del molde casi con exactitud. Debido a la gran diferencia entre los coeficientes de dilatación del grafito y del hierro, se consigue que la pieza se despegue fácilmente de la matriz.

El contenido en silicio es el encargado de aumentar la dureza de la ferrita. El manganeso tiene el efecto contrario al silicio, impide la formación de grafito, y se utiliza para compensar el contenido de azufre. El fósforo mejora la fluidez del hierro.



Todos estos componentes se utilizan de forma conjunta, intentando encontrar el equilibrio exacto mediante fórmulas químicas. Cada empresa tiene las suyas propias ya que depende de una materia prima en concreto.

Se realizará un único pedido de 200ud. de nuestro producto a la siguiente empresa de fundición, que será la encargada de todos los procesos de fabricación. El contrato finalizará con la entrega del producto acabado en dicha empresa para su verificación.

FUNDICIONES ARIAS S.L.
 Carretera Adanero - Gijón, km. 234
 47800 Medina de Rioseco, Valladolid
 Tel: +34 983 700 714
 www.fundicionesarias.com

Cemento

Cemento rápido Natural de mina "MARFIL"

Características técnicas:

Inicio de Fraguado: 1 - 4 min.
 Proporción mezcla: 340 cm³ agua /kg cemento
 Granulometría: 30-35 % ≤ 5 mm.
 Temperatura de aplicación: 0°C - 30°C
 Densidad (20°C): 2,75 - 3,10 g/cm³
 Solubilidad: Poco soluble. 0,1 - 1,5 g/l
 Reacción al fuego: Euroclase A1
 Ph (20°C): 11,5



Tabla de resistencia

Tiempo	Valor mínimo según norma UNE 80309/2006	Valores ensayo laboratorio
+ 1 hora	1 N/mm ²	12.5 N/mm ²
+ 1 semana	5.2 N/mm ²	26.6 N/mm ²
+ 1 mes	8 N/mm ²	31.6 N/mm ²

Posee muy alta resistencia a la corrosión garantizando una excelente durabilidad. Es apto para trabajos de inmersión y temperaturas extremas. Existe la posibilidad de retardar su fraguado regulando el ph, siendo contraproducente para este proyecto.

El cemento natural es un producto incombustible, un material inorgánico que no presenta ningún riesgo tóxico después del fraguado. Extraído directamente de canteras subterráneas en la región de Barcelona y contribuyendo a no alterar el paisaje. Consume solo 0.78 KW/kg de energía en su fabricación, no utiliza aditivos externos.

Como veremos más adelante en las especificaciones técnicas, su precio es bastante más elevado que el de sus competidores. Aunque debido a su excelente calidad y que no necesitamos usarlo en grandes cantidades, resulta el producto idóneo para nuestro proyecto. Este producto se adquirirá en forma de sacos de 20 kg. al siguiente proveedor, que se encargará de su transporte.

CEMENTOS COLLET S.L.
 Colonia collet d'Eyne s/n
 08694 Guardiola de Berguedá, Barcelona
 Tel: +34 93 822 73 70
 www.cementoscollet.com

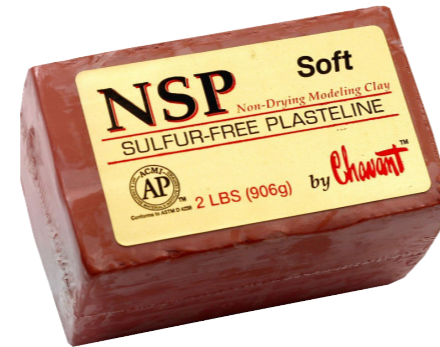
Plastilina

Pasta profesional para modelado “NSP Chavant Soft”

Características técnicas:

- Sin azufre, evita reacción en molde de silicona.
- Buena calidad de flexibilidad y elasticidad.
- Se puede calentar para ablandar.
- Admite trementina como alisante superficial.
- Se puede fundir (175°C) y vuelve a endurecer.

www.formx.es



Este producto se adquirirá por paquetes de 906g. al siguiente proveedor a través de su página web, que se encargará del transporte.

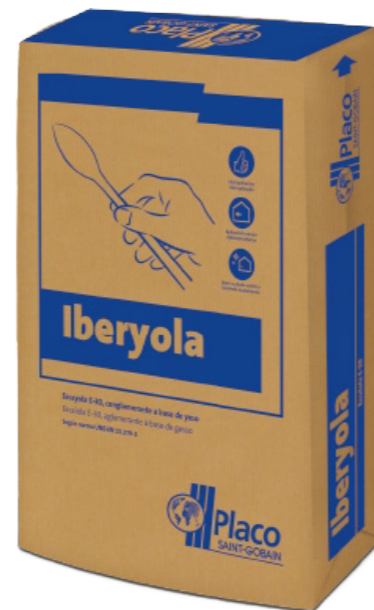
Escayola

Escayola de Fraguado lento “Iberyola”

Características Técnicas:

- Densidad en seco: 0.6 g/cm³
- Fraguado inicial > 6min.
- Fraguado final > 30 min.
- Resistencia > 500 kg/cm²
- Gran finura.
- Facilidad y rapidez en la aplicación.
- Temperatura de aplicación 5°C-40°C
- Formato ligero y económico.
- Reacción al fuego: Euroclase A1, no contribuye al fuego.
- Bajo normativa Aenor.
- Fabricada en España.

www.placo.es



Este producto se adquirirá en forma de sacos de 20kg. al siguiente proveedor o en grandes almacenes, a través de su página web que se encargará de su transporte.

CONDICIONES TÉCNICAS DE FABRICACIÓN

El primer paso ha consistido en plasmar la idea concebida en 3 dimensiones mediante la técnica de modelado en plastilina. Se procede al envío del material a la empresa “Fundiciones Arias S.L”, que se encargará de todos y cada uno de los procesos de fabricación explicados a continuación.

Con un único modelo se obtiene el primer molde “permanente” en escayola, podremos obtener varias copias de él. Se estudiará la mejor manera de disponer sus partes para que sean fácilmente desmontables. Lógicamente se debe conservar alguna reproducción de la pieza para asegurar futuras sustituciones.

Dicho molde se utilizará para facilitar todas las reproducciones necesarias en cera que serán destinadas a realizar los distintos grabados por estampación, es decir necesitaremos un modelo por cada especie de árbol distinta.



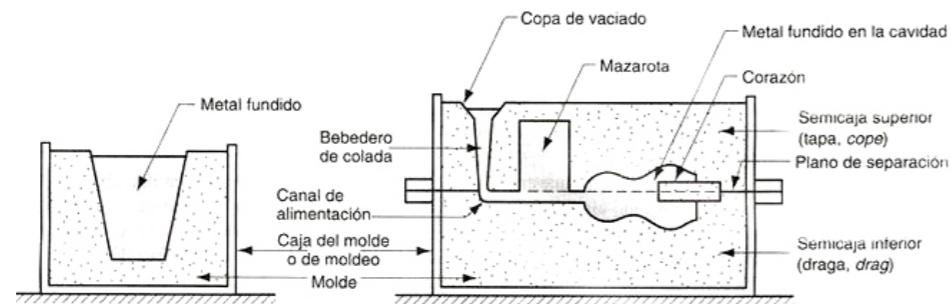
A partir de éstos se conforma la caja de machos, con el fin de efectuar los mínimos procesos de moldeo, pudiendo repetir varias reproducciones de cada modelo. Para un pedido de unas 200 unidades en total, estaríamos hablando de unos 30 modelos diferentes de grabado con 7 repeticiones cada uno. Se procede a inscribir los nombres manualmente mediante *estampación en frío* o punzonado.

Para fabricar la *caja de machos* se tendrá en cuenta que la rebaba del moldeo quede en una parte no visible de la pieza y no se necesite de mecanizado posterior. Elegimos *moldeo en arena verde de 50 micras*, con el fin de conseguir un alto grado de rugosidad superficial además de ser más económico.

No es el proceso de cera perdida propiamente dicho, sino que se utiliza por no ser tóxica como pueden ser las resinas aunque esto encarezca los costes. La arena verde se puede reutilizar múltiples veces y no necesita horneado: de ahí recibe el nombre, no por su color.

El proceso de moldeo es el siguiente. Se vierte la arena sobre la parte inferior del molde y se coloca el árbol de piezas. A éstas se les agrega grafito en toda la superficie para actuar como desmoldante. Se compacta la arena y

se coloca el encofrado superior. Se actúa de la misma manera y se deja reposar unas horas hasta que la arena pierda parte de la humedad y solidifique antes de realizar la colada. Se retirará el modelo de ambas partes con el fin de reutilizar la cera, si no es posible ésta se derretirá en contacto con el hierro fundido.



Se construyen cuidadosamente bebedero, mazarota y demás conductos necesarios. Es el momento del vertido del metal fundido. Se deja solidificar, y una vez frío se destruye el molde y obtenemos las piezas finales sin necesidad de mecanizado.

Como el hierro fundido tiene un bajo índice de contracción 1%, y para éste producto no son estrictamente necesarias las dimensiones, despreciamos su valor asegurando que las reproducciones son exactamente idénticas al original.

El último paso del proceso será el galvanizado en caliente, que como bien se explica en los anexos protegerá nuestro producto de la corrosión.

La empresa contratada se compromete a cumplir la entrega del producto terminado dentro de los plazos marcados.

CONDICIONES TÉCNICAS DE MONTAJE Y MANTENIMIENTO HERRAMIENTAS Y COMPONENTES

Taladro

Taladro Martillo ligero "Makita" mod.HR2811FT

Características técnicas:

Potencia (alto par motor): 800 W
Dimensiones: 345 x 89 x 225 mm
Velocidad: 1100 rpm - 4500 gpm
Muy baja vibración: 15 m/seg²
Potencia sonora: 101,00 dB
Diseño ergonómico
Batería recargable
Peso: 3.6 kg



www.makita.es

Estamos ante un taladro percutor que ha sido concebido para realizar trabajos continuos.

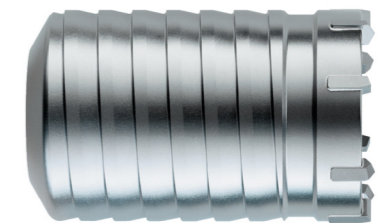
Este producto se adquirirá de forma unitaria al siguiente proveedor, a través de su página web que se encargará de su transporte.

Broca corona

Broca corona de percusión "Asein"

Características técnicas:

Broca de acero con punta diamantina.
Profundidad: 100 mm.
Diámetro: 80 mm



www.asein.es

Este producto se adquirirá en forma unitaria al siguiente proveedor, a través de su página web que se encargará de su transporte.

Imprimación

Imprimación para metal galvanizado "Xylazel"



Características técnicas:

Rendimiento: De 16 a 20 m²/litro

Aplicar directamente el producto a brocha y sin diluir.

Limpieza de útiles: Agua

Tiempo secado: 1 hora

pH: 1 – 2

Pintura

Esmalte antioxidante "Xylazel" Oxirite quality

Características técnicas:

Color: Marrón (RAL 8007)

Rendimiento: 6 m²/ litro

Tiempo secado: 1 hora

Limpieza de útiles: Disolvente

Densidad a 20° C : 0,99 – 1,18 g/ml.

Acabado de brillo: alto > 94



Indicado para exteriores,
alta durabilidad (hasta 12 años) con una sola capa.

Aplicar el producto sin diluir. Remover antes de usar, *no agitar de forma enérgica*. El producto puede ser aplicado a brocha, pincel, pistola y rodillo de pelo corto.

Estos productos se adquirirán en latas de 2 y 4l respectivamente al siguiente proveedor, que se encargará de su transporte.

XYLAZEL S.A
Gándaras de prado, s/n
36400 Porriño, Pontevedra
Tel: +34 986 343424
www.xylazel.com

PROCESOS DE MONTAJE Y CONSERVACIÓN

Deberemos realizar ensayos con la mezcla de cemento, en las mismas condiciones de temperatura, hasta familiarizarnos totalmente con el producto.

Primeramente comprobamos que la ubicación exacta donde realizaremos el montaje cumple con las expectativas, y disponemos a mano de los materiales necesarios.

A continuación se procede al taladrado del bordillo, procurando que las medidas sean lo más exactas posibles. Limpiaremos cuidadosamente el polvo generado dentro del agujero. Se humedece tanto el agujero como la pieza metálica, para así permitir la total adherencia del producto.

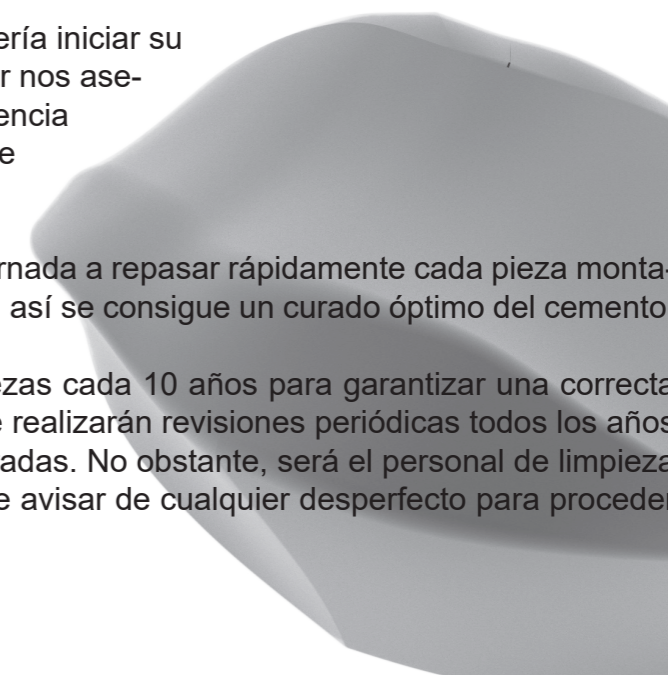
Realizamos manualmente la mezcla necesaria de cemento y agua. Con la ayuda de unos guantes amasamos durante unos segundos hasta conseguir una pasta espesa. Procedemos rápidamente al llenado del agujero e introducimos la pieza en el lugar exacto. Disponemos un cordón con la masa sobrante, cubriendo la junta uniformemente alrededor del borde de la pieza. Esta operación no debería tardar más de 40 segundos, ya que para entonces la masa quedaría inutilizada y en consecuencia la pieza sería perdida.

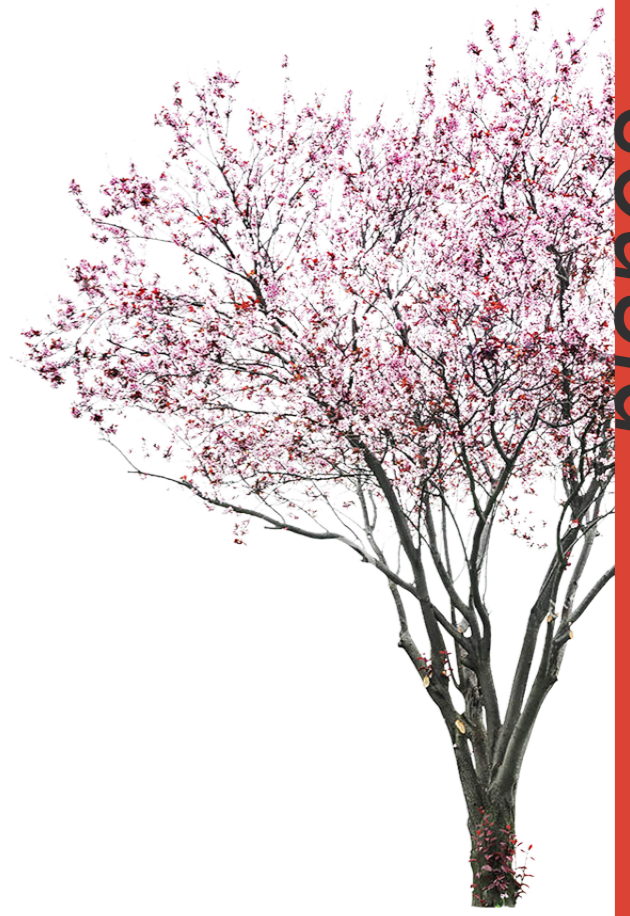
Terminamos limpiando toda la superficie con abundante agua. Limpiamos y guardamos el resto de herramientas siguiendo las pautas que marca el fabricante. Los residuos sólidos se desecharán en el contenedor correspondiente.

Mientras tanto el cemento debería iniciar su fraguado. Antes de abandonar el lugar nos aseguraremos de que alcance una resistencia adecuada para garantizar un montaje seguro.

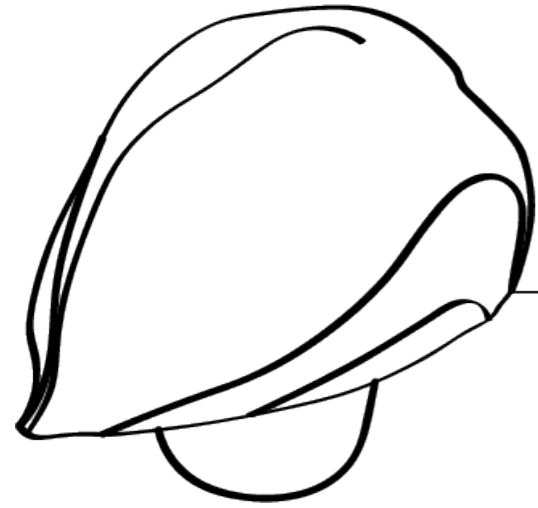
El trabajador dedicará el final de su jornada a repasar rápidamente cada pieza montada con el fin de volver a humedecerla, así se consigue un curado óptimo del cemento.

Se recomienda volver a pintar las piezas cada 10 años para garantizar una correcta conservación. Durante este tiempo se realizarán revisiones periódicas todos los años para detectar posibles piezas deterioradas. No obstante, será el personal de limpieza de calles y jardines los encargados de avisar de cualquier desperfecto para proceder a su sustitución.





planos



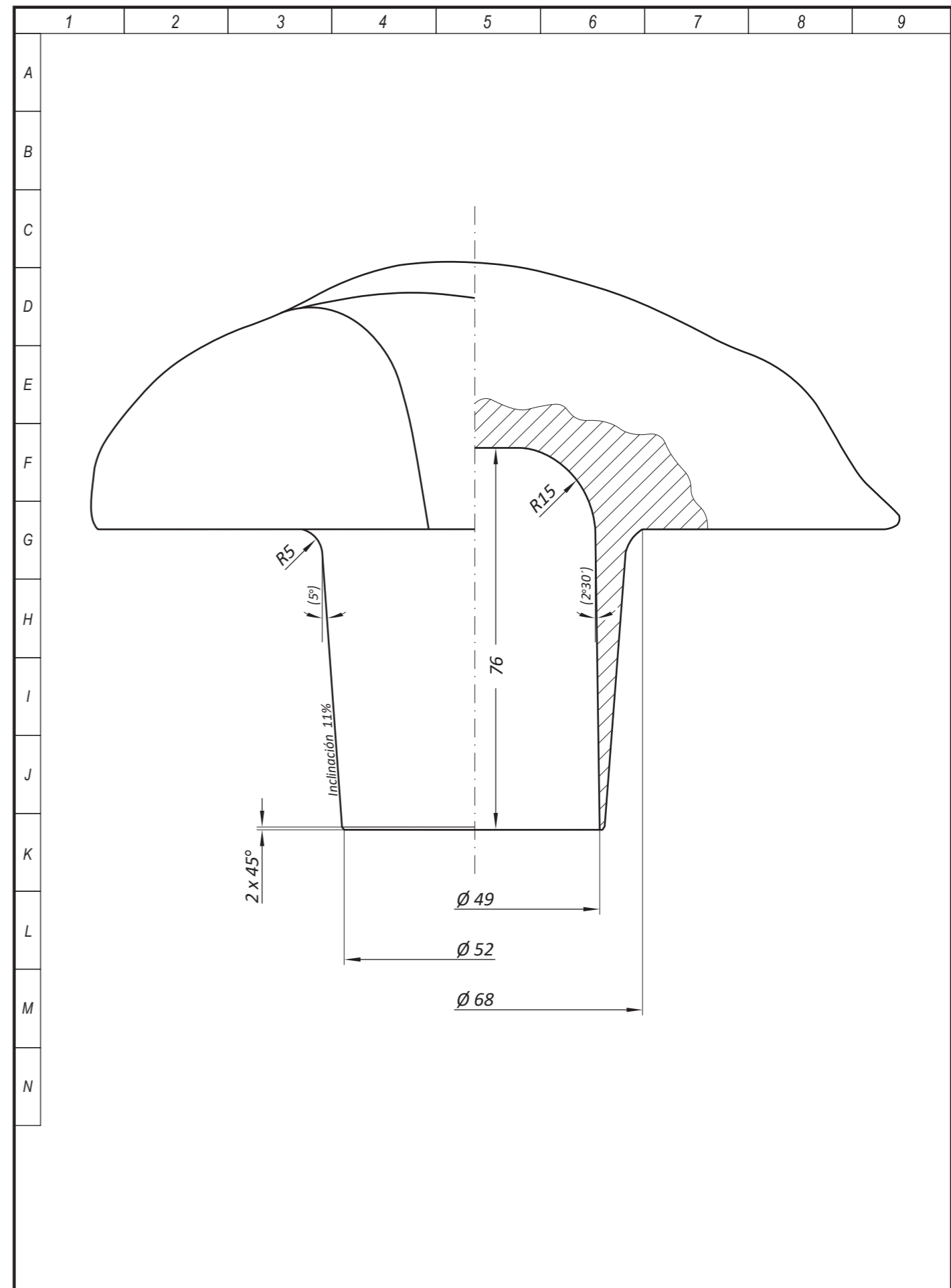
- 55 Dimensiones generales
- 57 Dimensiones de la Base
- 59 Acotación Perfil derecho
- 61 Acotación Alzado
- 63 Acotación Planta
- 65 Acotación Perfil izquierdo
- 67 Acotación Alzado posterior

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9	Dimensiones generales de la pieza													

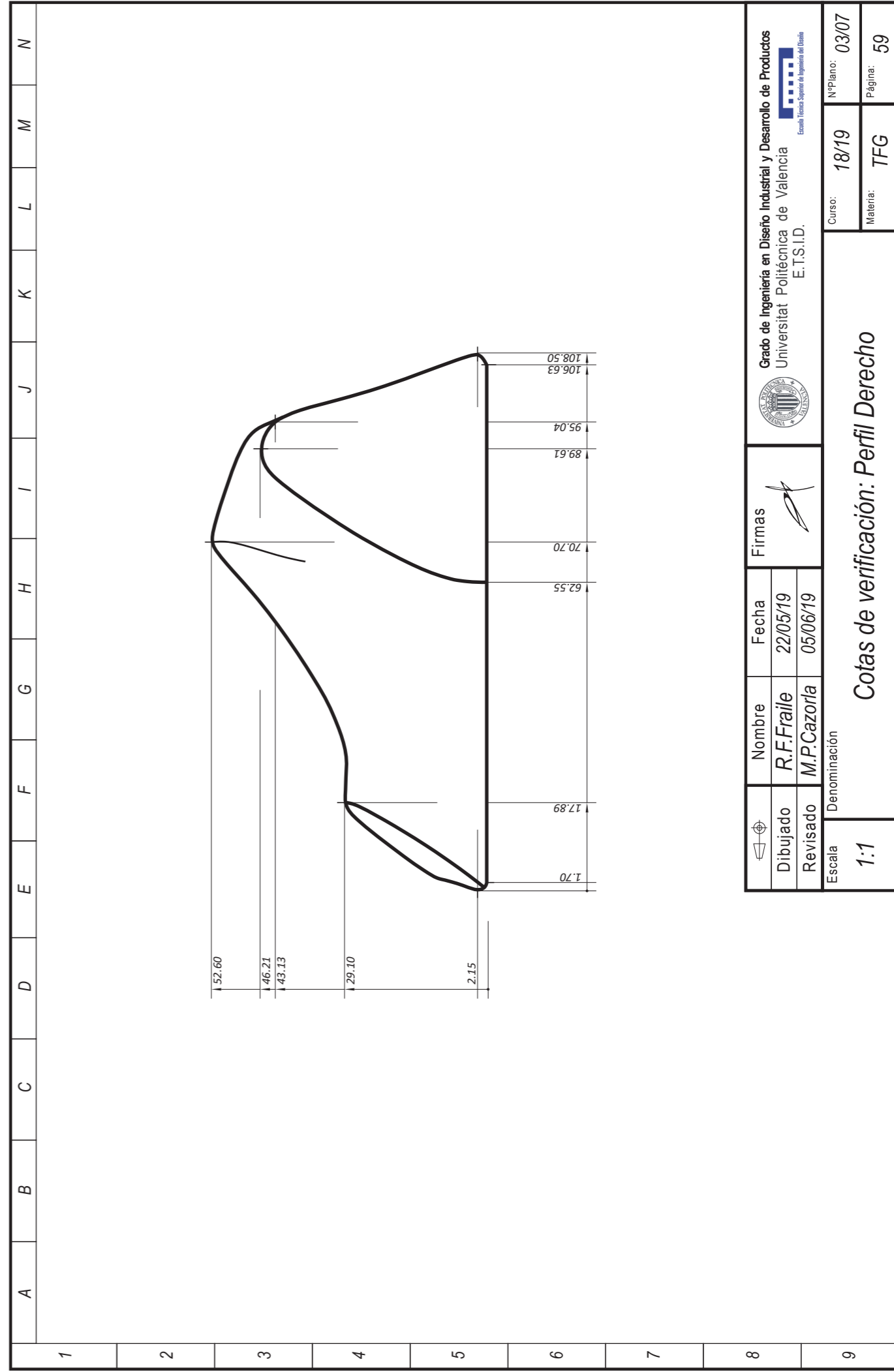
Escala	1:3	Denominación	Firmas		Nombre	R.F.Fraile	Fecha	22/05/19
				M.P.Cazorla		05/06/19		
Dibujado								
Revisado								
			Curso:		18/19	NºPlano:		01/07
			Materia:		TFG	Página:		55

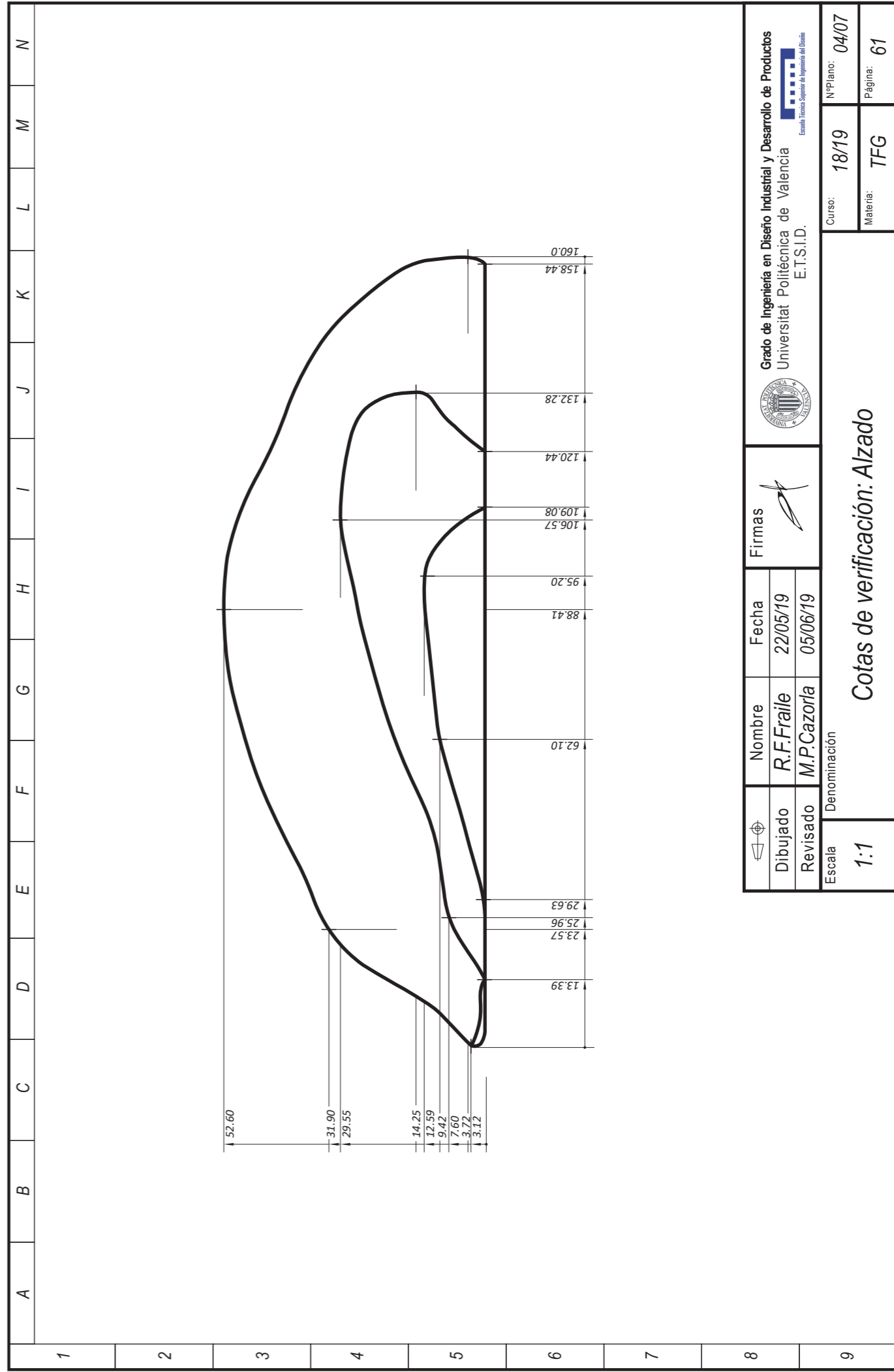
		Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos Universitat Politècnica de València E.T.S.I.D.	
--	--	--	--



--	--	--	--	--



		Nombre	Fecha	Firmas	 Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos Universitat Politècnica de València E.T.S.I.D.
Dibujado	R.F.Fraile	22/05/19			
Revisado	M.P.Cazorla	05/06/19			
Escala	Denominación			Curso:	NºPlano:
1:1	Acotación de la base: Alzado posterior			18/19	02/07
				Materia:	Página:
				TFG	57

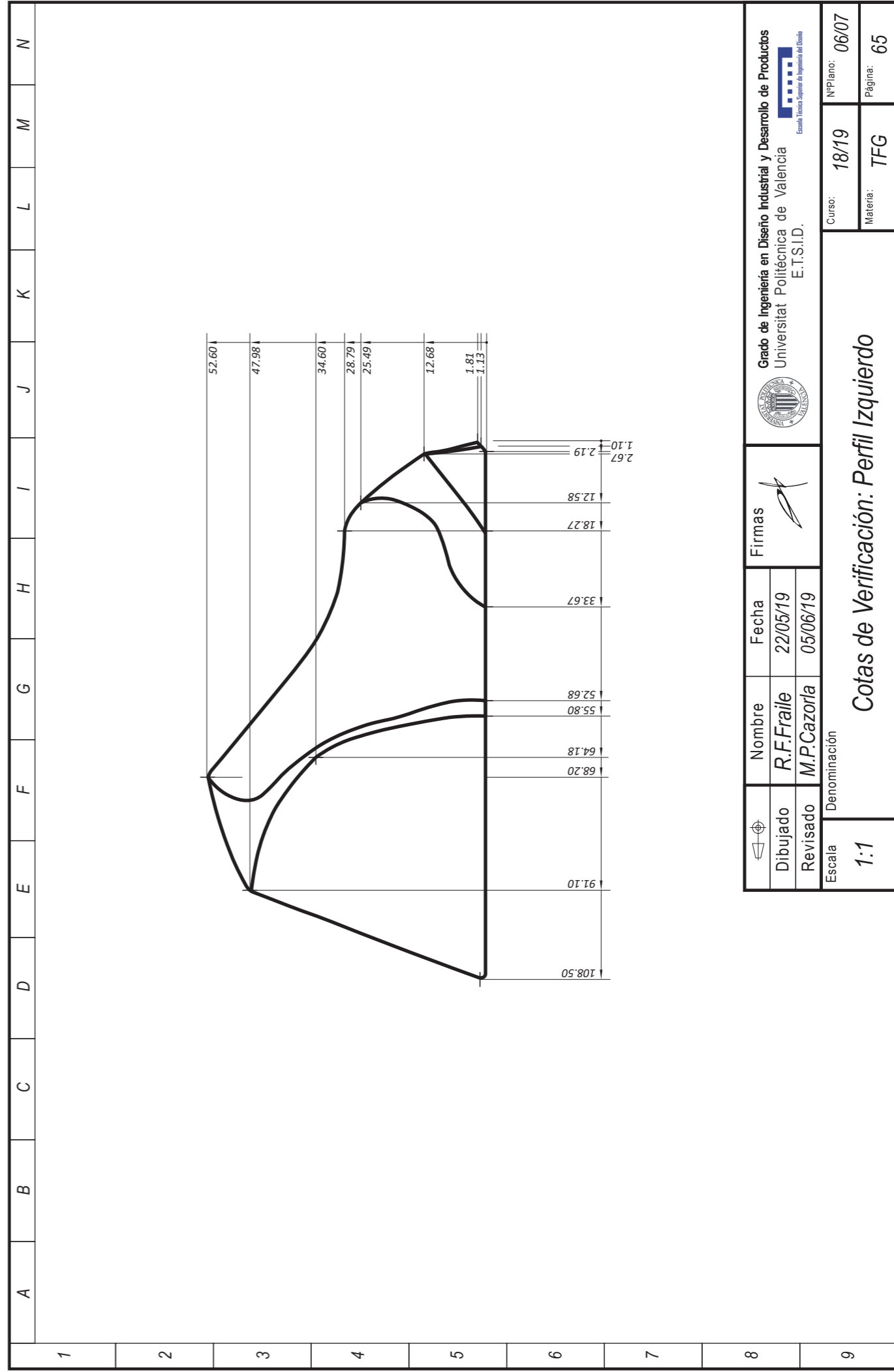


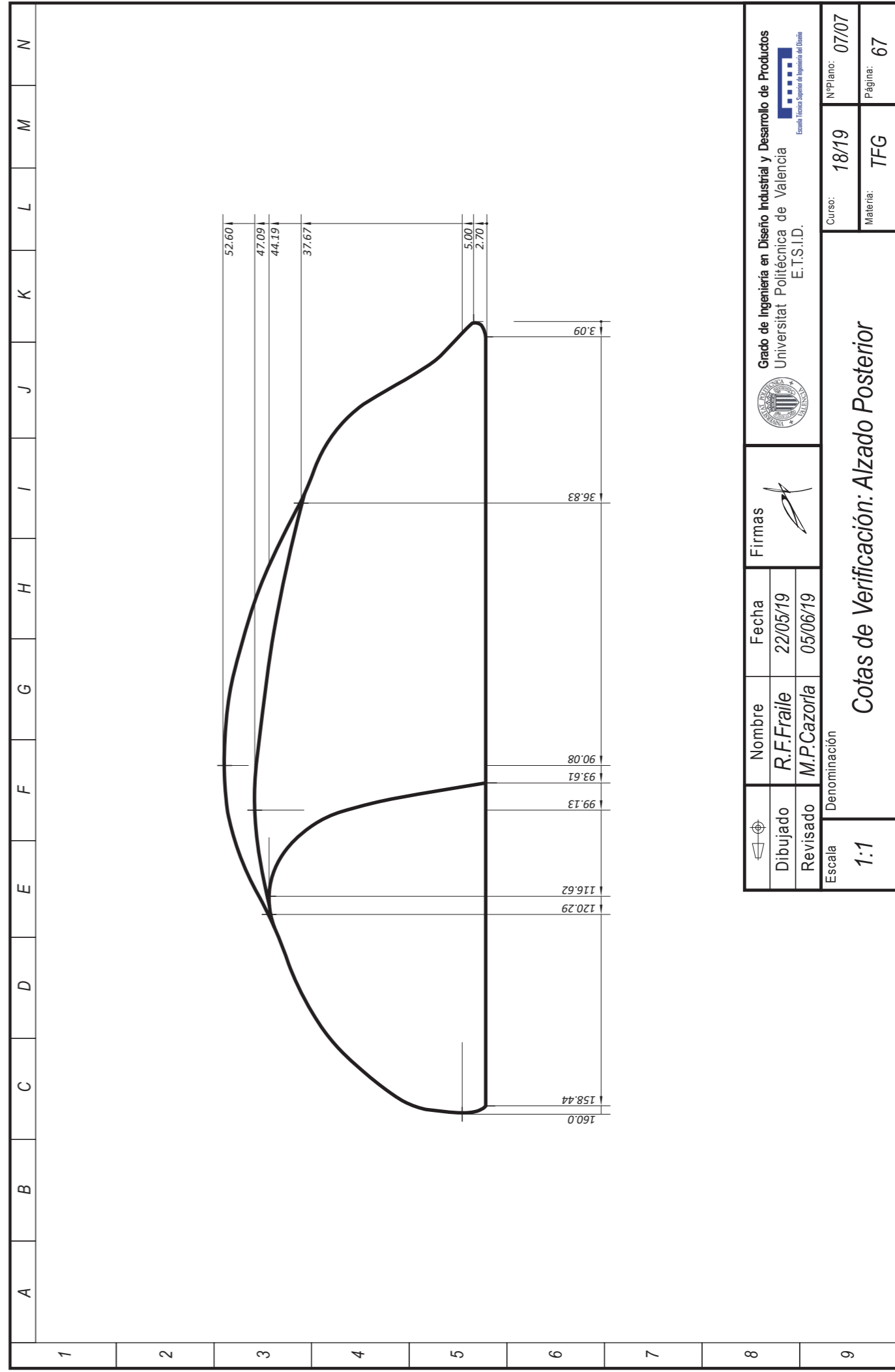


 Dibujado R.F.Fraile	Nombre	Fecha	Firmas 	Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos Universitat Politècnica de Valencia E.T.S.I.D.	N°Plano: 04/07
	Revisado	M.P.Cazorla			
Escala 1:1	Denominación Cotas de verificación: Alzado			Materia: TFG	Página: 61



		Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos Universitat Politècnica de València E.T.S.I.D.	
Dibujado R.F.Fraile	Fecha 22/05/19	Firmas 	N°Plano: 05/07
Revisado M.P.Cazorla	Denominación 1:1	Curso: 18/19	Materia: TFG
Cotas de Verificación: Planta		Página: 63	





PRESUPUESTO GLOBAL

Concepto	Cuantía
Desarrollo del proyecto	1433.00 €
Fabricación del Producto	3272.60 €
Ejecución de obra y conservación	1834.05 €

Subtotal 6539.65 € + 5 % imprevistos (326.98 €).....6866.63 €

3 % Beneficio Industrial 206.35 €
21 % IVA 1441.99 €

TOTAL 8514.62 €

El diseño, fabricación, montaje y mantenimiento - para doscientas unidades de nuestro producto - asciende a "Ocho mil trescientos ocho euros con sesenta y dos céntimos"

PR.UNITARIO 42.57 €

Valencia, 02 Junio 2019
Rubén Fernández Fraile



VER ANEXO: TABLA DE PRECIOS

COSTE DETALLADO

DESARROLLO DEL PROYECTO

Coste material **Subtotal 0 €**

Coste mano de obra

Directa

Búsqueda de la solución
35 h x ingeniero 14.6 €/h 511 €

Renderizado y planos
25 h x técnico 10.6 €/h 265 €

Redacción del TFG
30 h x ayudante 9.7 €/h 291 €

Subtotal 1067 €

Costes indirectos

Consumibles (1 mes)
Luz, internet, fotocopias 75 €

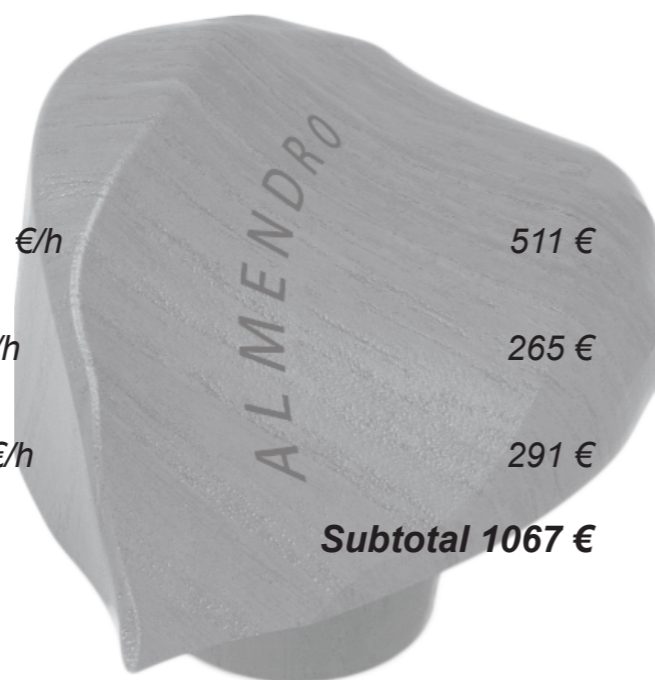
Licencia software: 3D Studio, Autocad, Photoshop, Illustrator,
inDesign, Windows
6 ud x 1 mes x 110 €/año 55 €

Normativa UNE
3ud x 52 €/ud 156 €

Bibliografía 80 €

Subtotal 366 €

Coste parcial 1433 €



FABRICACIÓN DEL PRODUCTO

Coste material

Productos subcontratados

Plastilina modelado
2 kg x 14.25 €/kg 28.5 €

Escayola modelado
25 kg x 0.12 €/kg 3 €

Herramientas modelado 20 €

Subtotal 51.5 €

Coste mano de obra

Directa

Modelado
25 h x ayte. técnico 9.7 €/h 242.5 €

Subtotal 242.5 €

Subcontratada

Estampación de modelos
30 ud x 0.2 h/ud x peón 7.5 €/h 45 €

Amortización de maquinaria y supervisión 90 €

Subtotal 135 €

Moldeo en arena

Caja de machos 1200 €

200 ud/molde 8 ud x 1.2 h/molde x peón 7.5 €/h 225 €

200 ud x 2.6 kg hierro/ud x 0.88 €/kg 457.6 €

Amortización maquinaria y supervisión 560 €

Subtotal 2442.6 €

Galvanización

200 ud x 0.015 h/ud x peón 7.5 €/h 22.5 €

Amortización maquinaria y supervisión 250 €

Subtotal 272.5 €

Subtotal 3092.6 €

Costes indirectos

Portes 180 €

Subtotal 180 €

Coste parcial 3272.60 €

EJECUCIÓN DE OBRA Y CONSERVACIÓN

Coste material

Productos subcontratados

Cemento

2 ud x 20 kg x 0.91 €/kg 36.4 €

Herramientas montaje

Taladro 212.7 €

Corona 68.75 €

Útiles para cemento 19 €

Mantenimiento (20 años)

Imprimación 2 ud x 21.60 €/2l. 43.2 €

Esmalte 2 ud x 49.85 €/4l. 99.7 €

Subtotal 479.75 €

Coste de mano de obra

Subcontratada

Selección árboles

25 h x ayudante 9.7 €/h 242.5 €

Supervisión selección árboles

4 h x ingeniero 14.6 €/h 58.4 €

Montaje e instalación

200 ud x 0.15 h/ud x peón 7.5 €/h 225 €

Supervisión montaje

3 h x oficial primera 12.8 €/h 38.4 €

Conservación

2 veces x 200 ud. x 0.12 h/ud x peón 7.5 €/h 360 €

Subtotal 924.30 €

Costes indirectos

Consulta censo arbóreo 110 €

Licencias de obra 180 €

Transporte y consumibles 140 €

Subtotal 430.00 €

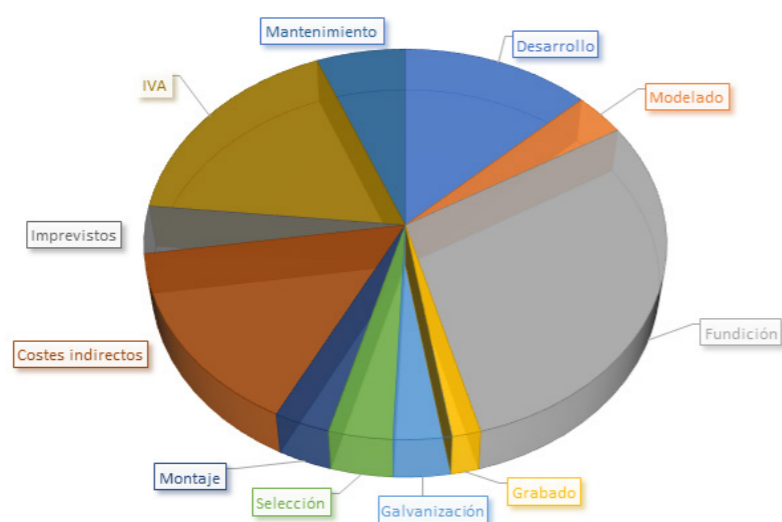
Coste parcial 1834.05 €

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Esta gráfica nos muestra claramente que la *fabricación* de nuestro producto requiere los costes más elevados de todo el proyecto, casi un 48%. Siendo el proceso de *fundición del metal* el que con diferencia precisa de mayor inversión.

Los costes de *Diseño y desarrollo* del proyecto apenas ascienden a una quinta parte del total.

Desarrollo proyecto	1067 €
Modelado	294 €
Grabado	135 €
Fundición	2442.6 €
Galvanización	272.5 €
Selección árboles	300.9 €
Montaje	263.4 €
Conservación	502.9 €
Costes indirectos	1261.35 €
Imprevistos	326.98 €
IVA	1441.99 €
TOTAL	8514.62 €





PROCESOS DE FABRICACIÓN

Moldeo en arena verde

Es el tipo de fundición más utilizado, debido a que casi todos los metales pueden ser trabajados así, pero se usa principalmente en materiales con alto punto de fusión. Utiliza arena refractaria para dar forma a las piezas.

Se trata de un tipo de molde perdido, es decir que será destruido en cada colada para poder extraer la pieza, por ello tiene una tasa de producción baja. Además el acabado superficial normalmente es relativamente áspero con lo que es necesario un proceso de acabado final.

Existen diferentes preparados de arena, el más utilizado es el de "arena verde" cuya composición típica es una mezcla de arena (normalmente Sílice), arcilla (Bentonita), agua, aglutinantes y, en algunos casos Antracita. Los moldes fabricados en arena verde resultan los menos costosos y, consecuentemente son los más utilizados.

Galvanización en caliente

La galvanización es un proceso electroquímico utilizado para recubrir un metal con otro con el fin de proteger su superficie. El más común consiste en depositar una capa de Zinc sobre Hierro, ya que al ser el primero más oxidable aporta al hierro estabilidad frente a la oxidación y la corrosión.

El proceso consiste en sumergir la pieza de hierro terminada en un crisol de zinc fundido a 450 °C, consiguiendo un recubrimiento unido metalúrgicamente al hierro a través de una serie de capas de aleaciones zinc-hierro. La pieza queda recubierta tanto interior como exteriormente.

Esta actividad representa el 50% del consumo mundial de Zinc, por ser el procedimiento más fiable de protección del hierro contra la corrosión. Es un proceso industrial sencillo perfectamente controlado; y el más económico a largo plazo ya que no necesita mantenimiento. En tal caso de que fuera necesario puede realizarse manualmente mediante cubrimiento con pinturas especiales.

En su proceso se consume muy poca energía y producen bajas emisiones de CO₂. Es un material íntegramente reciclable, capaz de producir nuevamente hierro y zinc. Además, éste mineral que está en contacto con el medio ambiente, es un elemento natural esencial para cualquier tipo de vida en el planeta.

La duración de estos recubrimientos es extremadamente alta. Así por ejemplo, un recubrimiento de espesor medio (70 micras) puede proteger las piezas sin necesidad de mantenimiento entre 35 y 70 años, expuestas a ambientes urbanos costeros.

El tratamiento debe ajustarse a la norma *UNE- EN-ISO 1461 (Recubrimientos galvanizados en hierro y acero)*.

IMPACTO MEDIOAMBIENTAL

Garantizar un ciclo de vida sostenible mejora notablemente la imagen del producto.

Para conseguir un producto respetuoso con el medioambiente, se han previsto todas las posibles consideraciones para minimizar su impacto desde las primeras fases de diseño.

El concepto de este proyecto guarda estrecha relación con el medioambiente por el tipo de necesidad a la que está destinado, por tanto se pondrá especial interés en crear un producto sostenible.

Tratándose de un bien de uso público se justifica el mínimo impacto que éste pudiera ocasionar.

La estrategia principal será la de concienciar a todos los involucrados en el proyecto sobre la importancia de preservar el medioambiente, para ello se exigirá el cumplimiento de la legislación pertinente y sentido común.

Tanto el diseño antivandálico, como el crear un producto que no esté sujeto a modas han sido prioridad en el proyecto, con el fin de alargar al máximo la vida del producto.

Se ha evitado el sobredimensionamiento de materiales, tanto del modelo, como del molde y las piezas, reduciendo así el uso de recursos materiales y en consecuencia energéticos.

El producto se fabrica en un único material fácilmente reciclable. El hierro es muy abundante en la naturaleza y fácil de extraer. Quizá el principal inconveniente sea su elevado punto de fusión, que se compensa con una excelente durabilidad. Ocurre lo mismo con la fabricación del cemento - utilizado en mínimas cantidades - por lo que se ha elegido uno que sea lo más respetuoso

posible. Extraído directamente de canteras subterráneas en la región de Cataluña, ayudan a evitar la alteración del paisaje. El cemento es material inerte, por tanto no es considerado residuo peligroso. También se ha optimizado el proceso de fabricación, optando por fabricar al mismo tiempo varias piezas, así como optar por el grabado de las letras en placas que se irán acoplado al molde según necesidades. Se ha elegido el moldeo en arena verde por ser ésta reciclable, y aunque aporte cierta rugosidad a las piezas, para este proyecto son innecesarios acabados superficiales más precisos.

En cuanto al proceso de galvanización es totalmente respetuoso con el medioambiente. Se necesita muy poca energía para su procesado y convierte al material en un producto extremadamente duradero. Además tanto el Zinc como el Hierro son dos minerales esenciales para todo tipo de vida en el planeta, incluso para los árboles.

El producto no requiere mantenimiento alguno, y da la posibilidad de alargar la vida del galvanizado mediante pinturas destinadas para este uso. Para la instalación de nuestro producto se ha optado por utilizar un taladro muy fiable que trabaja con baterías eléctricas recargables.

Se fabricará bajo pedido. Las estrategias de distribución han sido optar por un comercio local y aprovechar las empresas transportistas ya existentes. Evitar todo tipo de embalajes y obviamente utilizar únicamente los recursos necesarios. Por el tipo de producto no se necesitan recursos consumibles auxiliares para su uso.

Una vez superado el periodo de eficacia del producto, el producto se puede reciclar íntegramente ya que no es complicado separar el Zinc del Hierro, por tener puntos de fusión muy diferentes. En cuanto al cemento deberá desecharse ateniéndose a la legislación sobre residuos para su posterior reciclado.



SEGURIDAD LABORAL

A continuación, enumeramos una serie de legislación a tener en cuenta sobre esta materia, que podrá ser consultada en la página web del *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*.

- BOE-A-1995-24292 (Ley 31/1995, de 8 de noviembre) *Prevención de Riesgos Laborales*.
- BOE-A-1997-12735 (Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo) *Equipos de protección individual*.
- BOE-A-1992-17363 (Ley 21/1992, de 16 de julio) *Industria*.
- BOE-A-1997-21178 (Real Decreto 1389/1997, de 5 de septiembre) *Seguridad y Salud de los trabajadores en las actividades mineras*.
- BOE-A-2001-8436 (Real Decreto 374/2001, de 6 de abril) *Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo*.
- BOE-A-1997-11145 (Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo) *Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo*.
- BOE-A-2007-16041 (Orden ITC/2585/2007, de 30 de agosto) *Protección de los trabajadores contra el polvo, en relación con la silicosis, en las industrias extractivas*.
- BOE-A-2001-11881 (Real Decreto 614/2001, de 8 de junio) *Seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico*.

Centro Nacional de Toxicología: +34 91 562 04 20

NORMATIVA

- **UNE-EN 12890:2000**. *Fundición. Modelos, herramientas y caja de machos para la producción de moldes y machos de arena*.
- **UNE-EN 1561:2011**. *Fundición gris*.
- **UNE 135311:2013**. *Señalización vertical. Elementos de sustentación y anclaje*.
- **UNE 112-004-94**. *Corrosión de metales y aleaciones*.
- **UNE-EN ISO 1461:2009**. *Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero*.
- **UNE-EN ISO 10684:2004**. *Elementos de fijación. Recubrimientos por galvanización en caliente*.
- **ISO 12944-2**. *Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Clasificación de ambientes*.

- **UNE-80309/2006**. *Cementos naturales. Definiciones, clasificación y especificaciones de los cementos naturales*.

- **UNE 157921:2006**. *Criterios generales para la elaboración de estudios de impacto ambiental*.

- **UNE-EN ISO 14040:2006**. *Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia*.

- **BOE-2008-2486**. *Regulación producción y gestión de los residuos de construcción*.

PROCESO SELECCIÓN DE ÁRBOLES

Primero, se procede a solicitar al órgano competente el presupuesto total del que se dispone y obtener las licencias necesarias de obra, determinando la zona concreta a señalar (ejemplo toda la ciudad, varias calles en concreto...). Se dará de alta en la seguridad social a los trabajadores implicados.

Seguidamente se consultará el censo arbóreo en el ayuntamiento. El cual se utilizará para realizar una clasificación en grupos para las diferentes variedades de árbol. Dependiendo del presupuesto se calculan el número de repeticiones para una misma variedad (ejemplo 3 almendros, 5 álamos...).

El siguiente paso, el más laborioso, consistirá en elegir cual serán las alternativas mediante mapa fotográfico vista satélite, que será la manera más efectiva de proceder. No será necesario personal cualificado.

Se elaborará el pedido específico de piezas a fabricar. Pudiéndose variar los procesos de producción por otros más rentables (si el número de piezas fuera muy alto se procederían a construir en molde permanente...).

El proceso de selección se determinará según diferentes parámetros: elección de la zona a señalar, ejemplares más representativos, separación mínima entre ellos, una densidad de ubicación equilibrada, estado de conservación del pavimento... De este modo se concretará cuáles son los candidatos y posibles sustitutos.

Finalmente, un especialista botánico procede a comprobar in situ que no existan errores de identificación, si así fuera se volverían a seleccionar otros candidatos. Éste mismo señalará la ubicación exacta para las piezas.

Se procede a su instalación por personal formado.

PRESUPUESTO: TABLA DE PRECIOS

La estimación del presupuesto se ha realizado en base a una producción de *200 unidades* de nuestro producto.

La siguiente tabla muestra precios orientativos relacionados con la fabricación, con los cuales hemos llevado a cabo nuestro presupuesto.

Proceso	Precio
Modelado	9.5 €/h
Estampación en frío	16 €/h
Moldeo en arena	13 €/h
Galvanización en caliente	14.6 €/h
Caja de machos fundición	1200€

Operario	Costes
Ingeniero	14.6 €/h
Oficial de primera	12.8 €/h
Técnico	10.6 €/h
Ayudante	9.7 €/h
Peón	7.5 €/h

Material Subcontratado	Costes
Plastilina técnica	11.45 €/kg
Escayola	0.12 €/kg
Hierro fundido ferrítico	0.88 €/kg
Cemento rápido natural	0.91 €/kg



LISTADO DE FUENTES

<i>naukas.com</i> 7	16c <i>inven.es</i>
<i>arquitecturahb.com</i> 8	17 <i>prefabricadossanblas.com</i>
<i>agasasl.com</i> 11	18a <i>pinterest.es</i>
<i>istockphoto.com</i> 12a	18b <i>onehappyleaf.com</i>
<i>galeriainmg.com</i> 12b	35 <i>pinterest.es</i>
<i>grupofabregas.com</i> 13a	40 <i>escofet.com</i>
<i>aepjp.es</i> 13b	43 <i>arquitecturahb.com</i>
<i>rutasyfotos.com</i> 13c	46 <i>sp.depositphotos.com</i>
<i>kalamazoo.es</i> 14a	47 <i>cementoscollet.com</i>
<i>afamilytree.com</i> 14b	48a <i>formx.es</i>
<i>agriexpo.online/es</i> 15	48b <i>placo.es</i>
<i>agriexpo.online/es</i> 16a	49 <i>youngbrosstampworks.com</i>
<i>gadgetsnow.com</i> 16b	50 <i>monografias.com</i>
	51a <i>makita.es</i>
	51b <i>asein.es</i>
	52 <i>xylazel.com</i>
	55 <i>arquitecturahb.com</i>
	70 <i>arquitecturahb.com</i>
	78 <i>arquitecturahb.com</i>



“*Ecodiseño: Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de pd. sostenibles*” Ed. UPV

“*Guía de árboles y arbustos de la península ibérica y baleares*” (Ginés López) Ed. Mundi-Prensa

“*Procesos de conformado por fundición. Moldeo en arena*” Ed. UPNA

“*Mobiliario urbano: Diseño y accesibilidad*” Ed. UPV

“*El Recetario Industrial*” (Hiscox-Hopkins) Ed. GG

“*Dioscórides*” (Pío Font Quer) Ed. Península

gestiondecompras.com

aenormas.aenor.es

galvanizacion.com

es.wikipedia.org

phemsa.es

ehu.eus

ub.edu

boe.es

upv.es



SEÑAL IDENTIFICATIVA DE ÁRBOLES URBANOS

**TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA DE DISEÑO
INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS**

RUBÉN FERNÁNDEZ FRAILE

ETSID - UPV 2018/19

