

PRESUPUESTOS

A la hora de calcular el presupuesto de la máquina encontramos que hay muchos factores los cuales intervienen en este cálculo. Lo primero que debemos diferenciar es que tenemos elementos de la máquina que los compramos de un catálogo, por lo que el precio será el que marque su fabricante, mientras que tenemos otras piezas que las fabricamos nosotros, por lo tanto somos nosotros los que debemos escoger un coste adecuado para estas piezas. En estos presupuestos se tendrán en cuenta los dos casos expresados anteriormente.

Otro aspecto importante es que aparte del precio de la máquina propiamente dicho, tenemos otros muchos valores que también actúan. Algunos de estos valores pueden ser, por ejemplo, el transporte y el montaje.

En nuestro caso el transporte no es un problema demasiado grande, ya que en principio lo tenemos que llevar la máquina al circuito de Alcañíz, el cual no está demasiado lejos (teniendo en cuenta que nosotros estamos en Barcelona), pero el problema es que aún no se ha decidido donde vamos a fabricar la máquina, por lo que no podemos encontrar esta parte del coste.

Y en estos presupuestos tampoco se tendrán en cuenta los precios de montaje, ya que el montaje en sí de las piezas no es demasiado complejo y no traería demasiado problemas, mientras que casi todo el tiempo lo invertiríamos en el correcto montaje del sistema hidráulico y electrónico (sensores) y, sobre todo, comprobando que todo el sistema funciona de forma correcta y calibrando los sensores para poder obtener las medidas correctas.

De todos modos no tiene demasiado sentido realizar un presupuesto demasiado ajustado ya que la máquina no está terminada (falta una gran parte del diseño del sistema hidráulico, todos los sensores y los elementos

eléctricos y electrónicos entre otras cosas, pero todo esto está fuera del alcance de este proyecto). Pero de todos modos realizaremos unos presupuestos lo más aproximados posibles para nuestro proyecto.

Una vez aclarado esto vamos a calcular las partes de los presupuestos que si que tendremos en cuenta, las cuales son el precio de los elementos comprados des del catálogo de algún fabricante y el de las piezas que nosotros fabricamos y los costes de diseño.

1.1. Coste de los elementos seleccionados del catálogo de algún fabricante

A la hora de encontrar el precio de los elementos de catalogo debemos tener en cuenta que al precio que suministran los fabricantes le deberemos añadir el IVA, ya que ningún fabricante lo incluye, y otra cosa que también es importante es que algunos fabricantes aplican descuentos según el número de elementos que compremos o según la forma de compra (hay veces que si lo compramos por internet y nos lo envían directamente podemos obtener descuentos).

De momento nosotros sumaremos el precio de todos los elementos que debemos comprar. Este precio nos lo han facilitado los fabricantes después de ponernos en contacto con ellos. Esta suma se expresa en forma de tabla:

ELEMENTO		CANTIDAD	PRECIO	
Variador de frecuencia TT100-0075T3F1R		1	463,80 €	
Guía vertical	IVTAAWR-0680-000 (raíl)	6	15,66 €	
	IVTAAWC-A20A0 (lanzadera)	6	51,52 €	
motores	TRIF MGM BM 3KW 1500RPM 230/400V	2	370,00 €	
	TRIF MGM BM 0,06KW 1500RPM 230/400V	1	152,00 €	
Tornillería	Tornillos	912 M6 y long. 35 mm	42	27,26 €
		DIN 933 M8 x 1,25 y long. 30 mm	44	41,22 €
		DIN 933 M10 x 1,50 y long. 30 mm	8	66,29 €
		DIN 933 M10 x 1,50 y	56	73,44 €

		long. 40 mm		
	Tuercas	M6	42	5,56 €
		M8	44	9,17 €
		M10	64	22,54 €
	Arandelas	M6	42	3,91 €
		M8	44	6,01 €
		M10	64	12,50 €
Unidades de rodamientos	Rodamiento	P47	4	7,11
		P62	4	9,08
	Soporte	YAT 204	4	25,10
		YAT 206	4	35,43
Válvula hidráulica Parker			2	199 €
Cilindro hidráulico Cilcoil			2	583,87 €
Guía horizontal Nadella			2	768,71 €
Conector eje Nadella			1	183,14 €
TOTAL				5619,74 €

Este precio puede parecer bastante elevado, y más teniendo en cuenta que solo es el precio de los elementos que compramos, pero debemos saber que muchos de los elementos que aquí aparecen son elementos de alta tecnología (especialmente en lo referente a la hidráulica), ya que esta máquina debe cumplir una características concretas que en algunas ocasiones son bastante extremas (hacer trabajar un cilindro hidráulico 15 Hz no resulta nada sencillo).

Otra cosa que debemos tener en cuenta es que si compráramos series más grandes de elementos obtendríamos descuentos porque estaríamos comprando en cantidades industriales, pero puesto que nuestra máquina es un prototipo de momento solo compraremos lo necesario para fabricar una. Y también debemos asumir que en todo lo referente a la tornillería estamos comprando lotes de 1000 unidades (el fabricante no vende lotes más pequeños), por lo que podemos aprovechar los elementos restantes para otra máquina de modo que reduciríamos un poco el precio.

1.2. Coste de los materiales

Después de buscar el coste de las piezas que compramos, también deberemos buscar el precio de otros elementos que compramos de un proveedor, aunque estos son un poco diferentes. Estamos hablando de los materiales. En este proyecto hemos utilizado principalmente tres materiales diferentes, y el coste se puede apreciar a continuación.

COSTE MATERIALES				
Material	Pieza	Peso	Precio	Coste
Aluminio 4032-T6	Soporte para los rodillos	2 x 20,25 Kg	3,4 €/Kg	137,70 €
Acero URSSA 690	Rodillo motriz	2 x 21,59 Kg	1.65 €/Kg	140,75 €
	Rodillo conducido	2 x 21,06 Kg		
Acero URSSA C-45	Guía vertical fija	3 x 10,25 Kg	0,9 €/Kg	316,05 €
	Guía vertical móvil	3 x 6,79 Kg		
	Plataforma Móvil	122 Kg		
TOTAL				594,50 €

Debemos tener en cuenta que estos valores no son demasiado exactos. Porque el precio del material es el precio estándar del Kg de dicho material que nos suministra el fabricante, pero si queremos que nos lo suministre en perfiles determinados (como es el caso) y que tengan algún tratamiento extra esto aumentaría el coste.

Cuando esta máquina vaya a realizarse, deberemos ponernos en contacto de nuevo con las compañías que nos suministran el material (URSSA y Alcoa) y pedirles un presupuesto exacto teniendo en cuenta la geometría de nuestras piezas y todas las demás características que tendrán las piezas. Lo que quizás nos puede ocurrir es que debemos modificar un poco alguna pieza, especialmente el soporte para los rodillos, ya que quizás podemos reducir considerablemente los costes dependiendo de los perfiles que utilicemos (si son perfiles estándares de la compañía resultan más económicos que si los han de fabricar para nuestro proyecto).

1.3. Coste de las piezas que fabricamos nosotros mismos

Una vez calculada esta parte del presupuesto, debemos calcular el precio de las piezas que fabricaremos nosotros mismos. Principalmente debemos fabricar cuatro piezas diferentes; el soporte para los rodillos, los rodillos, las guías verticales y la plataforma móvil. En realidad dentro de los rodillos tenemos dos modelos diferentes (el motriz y el conducido) y lo mismo nos ocurre con las guías verticales (tenemos las fijas y las que están en la plataforma móvil), pero como se ha comentado anteriormente, estas piezas son muy parecidas entre si, por lo que no tiene sentido buscar dos precios diferentes.

Para hacer este cálculo sabemos que el precio de coste de una maquina o conjunto que se fabrica es la suma de varios costes, como son el coste de los materiales empleados, el coste de cada una de las operaciones ejecutadas para elaborar cada pieza o componente, así como el de su montaje, los salarios pagados a los trabajadores que participen en el proceso de fabricación, entre otros.

En primer lugar se podría definir un presupuesto con costes posibles o planificados, de los cuales se extrae la variante más económica. A partir de aquí se decide cual será el coste efectivo de la fabricación de la máquina o el conjunto.

Por lo tanto podríamos decir que el coste total lo podemos obtener de la siguiente forma¹:

$$C_T = \sum M + \sum S + \sum C_{op} + C_C$$

M es el coste de cada material, menos el precio de los desechos

S son los costes por salarios. Incluyendo nóminas, seguros sociales, pagas extras y vacaciones.

C_{op} son los costes de las operaciones. Incluyendo cuánto cuesta detalladamente cada una de las operaciones de mecanizado que se deben hacer en las piezas.

C_C son los costes complementarios. Incluyendo todos los imprevistos y todo coste que no quede englobado en los dos aspectos anteriores.

De este sumatorio los costes del material ya han sido encontrados anteriormente, por lo tanto ahora vamos a buscar el coste de las operaciones y más adelante buscaremos los costes de salarios.

¹ Apuntes de la asignatura de Fabricación de Piezas por Mecanizado de la EUETIB.

El coste de las operaciones lo podemos encontrar de la siguiente forma:

$$C_{op} = C_{maq} + C_{herr} + C_{afil}$$

C_{maq} son los costes de la maquinaria

C_{herr} son los costes de las herramientas

C_{afil} es el coste de afilado de las herramientas (si es necesario)

Para calcular estos costes lo que debemos hacer es buscar el tiempo que necesitamos para fabricar la pieza, y con este precio encontramos los tres factores de la ecuación anterior.

Si nos fijamos en la ecuación anterior, la mayoría de factores están especialmente destinados a buscar los costes de mecanizado. Como se ha comentado en los apartados correspondientes de la memoria del proyecto, nuestras piezas se crearán mediante piezas previamente cortadas y perfiles, los cuales los soldaremos para crear la pieza definitiva. Esto implica que la mayoría de las operaciones que deberemos realizar nosotros sean de soldadura. Y si las operaciones son de soldadura los costes se encuentran de una forma parecida, pero no deberemos tener en cuenta los valores del coste de la herramienta o el de afilado de la herramienta.

No deberemos realizar operaciones de mecanizado porque nosotros compraremos a la compañía que nos suministra el material los perfiles del tamaño que necesitamos, de modo que tan solo deberemos cortarlos y soldarlos (y la compañía que nos suministra las piezas de acero ya nos corta las piezas con la geometría necesaria utilizando la técnica de oxicorte²). Pero de todos modos si los cortes los hacemos con una sierra circular o algún otro método parecido, no nos supondría casi nada de tiempo y muy poco dinero, el problema es que se deberán cortar muchas piezas y estas deben ser cortadas de forma precisa.

² El oxicorte es una técnica auxiliar a la soldadura, que se utiliza para la preparación de los bordes de las piezas a soldar cuando son de espesor considerable, y para realizar el corte de chapas, barras de acero al carbono de baja aleación u otros elementos ferrosos.

El oxicorte consta de dos etapas: en la primera, el acero se calienta a alta temperatura (900 °C) con la llama producida por el oxígeno y un gas combustible; en la segunda, una corriente de oxígeno corta el metal y elimina los óxidos de hierro producidos.

En este proceso se utiliza un gas combustible cualquiera (acetileno, hidrógeno, propano, hulla, tetreno o crileno), cuyo efecto es producir una llama para calentar el material, mientras que como gas comburente siempre ha de utilizarse oxígeno a fin de causar la oxidación necesaria para el proceso de corte.

Bien sea en una única cabeza o por separado, todo soplete cortador requiere de dos conductos: uno por el que circule el gas de la llama calefactora (acetileno u otro) y uno para el corte (oxígeno). El soplete de oxicorte calienta el acero con su llama carburante, y a la apertura de la válvula de oxígeno provoca una reacción con el hierro de la zona afectada que lo transforma en óxido férrico (Fe_2O_3), que se derrite en forma de chispas al ser su temperatura de fusión inferior a la del acero.

1.3.1. Costes de soldadura

Este precio de la soldadura se calculará de forma un poco aproximada, debido a que en este proceso se deben tener en cuenta muchas cosas que debido a nuestra falta de experiencia no conocemos. Pero para encontrar este coste se seguirán los pasos reales, los cuales se obtienen del libro Tecnología Mecánica y Metrotecnica.

Estos pasos también han sido descritos en el apartado de fabricación de piezas incluido en la memoria de este proyecto, donde se habla más exhaustivamente sobre el proceso de la soldadura. De este apartado obtenemos que el precio de coste del metro lineal de cordón de soldadura eléctrica por arco viene dado por la suma de los siguientes valores:

$$P = P_p + P_s + P_k$$

P_p es el coste de preparación de las piezas

P_s es el coste de la soldadura

P_k es el coste proporcional de los gastos generales del taller

Pero dentro del precio de la soldadura tenemos diferentes factores que están interviniendo:

$$P_s = P_n \cdot n + P_T \cdot T + P_W \cdot W$$

P_n es el precio de coste de un electrodo

n es el número de electrodos necesario por metro lineal de cordón de soldadura

P_T es el precio de coste de la hora de trabajo del soldador

T es el tiempo invertido en la soldadura de un metro lineal de costura

P_W es el precio de un KW/h

W es el consumo de KW/h de energía eléctrica por metro lineal de cordón de soldadura

Y por lo tanto lo que debemos buscar de esta fórmula son los valores de n , T y W .

Como se comentaba en el apartado anterior, lo primero que debemos hacer es calcular el peso por metro de cordón de soldadura del metal de aportación, lo cual lo podemos encontrar en función de la siguiente fórmula:

$$M = C \cdot e^2$$

e es el espesor de las piezas a soldar (m)

C es un coeficiente que depende del tipo de cordón

Los valores de C se pueden obtener en la siguiente tabla de la figura 66:

VALORES DEL COEFICIENTE C PARA EL CALCULO DE PESO DEL METAL DE APORTACION SEGUN LA PREPARACION DE LAS PIEZAS A SOLDAR

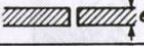




Valores de C	α = ángulo de achillanado °					Cordón			
	Preparación	50°	60°	70°	80°	90°	Cóncavo	Plano	Convexo
1								10	
2		4,3	5,4	6,6	7,8	9,4			
3		2	2,6	3,2	3,8	4,5			
4							2,5	4	5
5		2,3	2,9	3,5	4,2	5			

Figura 1 .Valores del coeficiente C³

En nuestro caso escogeremos un cordón de soldadura plano, ya que la forma que adquiera la soldadura no es una cosa que nos preocupe demasiado, y la plana es la más común. Si tenemos en cuenta que la inmensa mayoría de las piezas que debemos unir forman un ángulo entre ellas (casi siempre de 90 grados), nos encontramos en el caso número 4 de la tabla anterior, y como hemos decidido que el cordón será plano, obtenemos que el valor de nuestro coeficiente C es 4.

Además en el caso de la soldadura de piezas que están en ángulo recto, el valor del espesor es el del espesor de la propia soldadura. En ocasiones normales deberíamos buscar el valor de dicho espesor en cada soldadura en función de los esfuerzos que deberá soportar la soldadura o el espesor de las piezas que estamos soldando. En nuestro caso escogeremos un valor medio de 3 mm.

Una vez decidido esto podemos encontrar el peso por metro de cordón de soldadura del metal de aportación, el cual se encuentra con la formula anterior:

$$M = C \cdot e^2 = 4 \cdot 3^2 = 36 \text{ g}$$

Una vez obtenido el peso por metro de soldadura, debemos encontrar el peso de metal aportado por un metro de cordón de soldadura, el cual sigue la siguiente fórmula:

$$m = \frac{\pi \cdot D^2}{4000} \cdot l \cdot d \cdot \rho$$

D es el diámetro de la varilla (cm)

d es la densidad del electrodo (g/cm³)

l es la longitud de la varilla (cm)

³ Tecnología Mecánica y Metrotecnica. Página 460.

ρ es el rendimiento gravimétrico

Y como tenemos decidido que el espesor será de 3 mm esto implica que el diámetro del electrodo también será de 3 mm según nos dice la tabla de la figura siguiente:

DIAMETRO DE LOS ELECTRODOS, TENSIONES E INTENSIDADES DE LA CORRIENTE ELECTRICA PARA SOLDADURA ELECTRICA POR ARCO CON ELECTRODOS RECUBIERTOS. (BUSTINDUY Y ORS.)			
Espesor de plancha en mm.	Diámetro de electrodos mm.	Tensión de soldadura V.	Intensidad de soldadura A.
0,75	1	13 a 15	18 a 22
1	1	13 a 16	24 a 30
1,5	1,5	16 a 18	33 a 40
1,5	2	16 a 18	36 a 45
2	2	16 a 18	50 a 60
3	3	16 a 18	80 a 120
4 a 5	4	17 a 19	120 a 180
6 a 7	4 a 5	17 a 19	150 a 200
8 a 10	5	18 a 20	160 a 200
11 a 15	5	18 a 20	180 a 220
16 a 20	5	19 a 22	200 a 230
Más de 20	5 a 6	20 a 25	200 a 260

Figura 2. Diámetro de los electrodos, tensiones e intensidades para soldadura eléctrica por arco con electrodos recubiertos⁴

Además de esta tabla también podemos saber que la tensión de soldadura estará alrededor de 16 a 18 voltios y que la intensidad de soldadura variará entre 50 y 60 amperios. Por lo tanto tenemos el diámetro del electrodo y asumiendo una longitud de electrodo de 300 mm (es la más común). Otra cosa que también asumiremos es que el material de aportación será de acero, mientras que en realidad esto solo ocurre si estamos soldando los aceros (al soldar el aluminio tendremos que utilizar aluminio puro, o por lo menos esto es lo que normalmente se utiliza). Y para finalizar lo último que asumimos es que el rendimiento gravimétrico es 0,8, ya que este valor casi siempre es el mismo y tiene este valor. Por lo tanto si resolvemos la fórmula anterior la solución que obtenemos es la siguiente:

$$m = \frac{\pi \cdot D^2}{4000} \cdot l \cdot d \cdot \rho = \frac{\pi \cdot 3^2}{4000} \cdot 300 \cdot 7,8 \cdot 0,8 = 13,23 \text{ g}$$

Y una vez tenemos esto para encontrar el número de electrodos por metro lo que debemos hacer es dividir estos dos valores:

$$n = \frac{M}{m} = \frac{C \cdot e^2}{\frac{\pi \cdot D^2}{4000} \cdot l \cdot d} = \frac{36}{13,23} = 2,72$$

Por lo tanto necesitamos aproximadamente tres electrodos por cada metro de soldadura.

⁴ Tecnología Mecánica y Metrotecnica. Página 458.

Si ahora queremos encontrar el tiempo necesario para ejecutar un metro de soldadura (T), debemos sacarlos de las tablas estándares como la que se muestra a continuación, la cual nos determina el tiempo para depositar 1 cm³ de soldadura:

TIEMPOS ELEMENTALES NECESARIOS PARA DEPOSITAR 1 CM. ³ DE SOLDADURA CON ELECTRODOS RECUBIERTOS EN LA SOLDADURA ELECTRICA POR ARCO							
Diámetro del electrodo, mm.	2	2.5	3.25	4	5	6	8
Tiempos elementales, segundos	120	86	60	42	31	24	16

Figura 3. Tabla de tiempos necesarios para depositar un cm³ de soldadura⁵

Como nuestro electrodo tiene un tamaño de 3 mm, interpolamos para encontrar el tiempo necesario. Si hacemos esto obtenemos un tiempo de 68,67 segundos, por lo tanto como ya hemos encontrado el peso del metal depositado por metro lineal de soldadura (M), el tiempo total para depositar este peso será:

$$T = t \frac{M}{d} = t \frac{C \cdot e^3}{d} = 68,67 \cdot \frac{36}{7,8} = 316,94 \text{ s} \rightarrow 5,28 \text{ minutos}$$

Finalmente lo que debemos calcular es el consumo de energía para depositar un metro de cordón de soldadura (W). Experimentalmente se ha demostrado que para depositar 1 cm³ de metal de aportación son necesarios 0,03 KW/h.

Por lo tanto para encontrar el consumo debemos proceder de forma parecida a como hemos calculado el tiempo:

$$W = w \frac{M}{d} = 0,03 \cdot \frac{C \cdot e^3}{d} = 0,03 \cdot \frac{36}{7,8} = 0,138$$

Una vez hemos encontrado todos los coeficientes necesarios, podemos volver a la fórmula que nos permite calcular los precios de la operación:

$$P_s = P_n \cdot n + P_T \cdot T + P_W \cdot W$$

Pero para poder encontrar el coste final primero debemos encontrar el precio de coste de un electrodo (P_n), el precio de coste de la hora de trabajo del soldador (P_T) y el precio de un KW/h (P_W).

Para el precio de un electrodo la mejor opción es buscar algún proveedor de material de soldadura. Usando por internet no conseguimos encontrar el precio de un electrodo, sino que conocemos el precio por kilogramos de este material de soldadura.

⁵ Tecnología Mecánica y Metrotecnica. Página 461.

Este precio es aproximadamente de 4 euros por Kg⁶. Este es un precio muy aproximado ya que en función del material de soldadura que estemos utilizando y las propiedades de este será un poco diferente, pero para realizar estos cálculos ya nos es suficiente.

Y si lo que nosotros necesitamos es el precio por cada electrodo, lo cual equivale a una barra de 300 mm de longitud con un diámetro de 3 mm, podemos encontrarlo sabiendo la densidad de dicho material (como es acero equivale a 7800 Kg/m³). Por lo tanto cada electrodo pesa 16,54 g:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad ; \quad m = \rho \cdot v = 7800 \cdot \left(\frac{\pi \cdot \varnothing^2}{4} \right) \cdot l = 7800000 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 0,003^2}{4} \right) \cdot 0,3 = 16,54 \text{ g}$$

ρ es la densidad del material de aportación (g/m³)

m es la masa (g)

v es el volumen (m³)

\varnothing es el diámetro del electrodo (m)

l es la longitud del electrodo (m)

Por lo tanto, si un Kg cuesta 2,8 euros, cada electrodo debería costar 7 céntimos de euro.

$$P_n = \frac{4 \cdot 16,54}{1000} = 0,066 \text{ euros}$$

Pero en este cálculo hemos supuesto que todo el electrodo es metal de aportación, mientras que en la realidad una parte del peso es debida al recubrimiento de la soldadura. Esto implica que el precio de cada electrodo sea un poco más elevado, y realizando una media aproximada de diferentes precios de los electrodos que podemos encontrar por internet encontramos que un electrodo cuesta unos 20 céntimos de euro⁷. Debemos recordar que este precio puede variar bastante en función del material del que esté hecho y otros factores.

Una vez encontrado el precio de cada electrodo, debemos buscar el coste de cada hora del soldador. Debemos recordar que este precio debe incluir la parte proporcional de las nóminas, seguros sociales, pagas extras y vacaciones. Este precio puede ser aproximadamente de 20 euros a la hora⁸, lo cual equivale a 0,33 euros cada minuto.

⁶http://www.archerusa.com/soldaduraelectrodo/product_soldaduraelectrodo_sp.html

⁷<http://www.twenga.es/dir-Jardin-y-bricolaje,Accesorios-para-herramientas,Electrodo-para-soldar>

⁸ Apuntes de la asignatura de Fabricación de Piezas por Mecanizado de la EUETIB.

Finalmente deberemos buscar el precio del kwh. En el momento de realizar este trabajo este valor se encuentra en 0,125159 €/kwh⁹, por lo tanto los cálculos se realizarán con este valor. Debemos tener en cuenta que este coste puede variar un poco dependiendo de la zona en la que nos encontremos, la compañía eléctrica que tengamos y según el contrato que tengamos o si tenemos alguna promoción especial.

Y una vez tenemos todos los valores, ya podemos encontrar los costes de las operaciones:

$$P_s = P_n \cdot n + P_T \cdot T + P_W \cdot W = 0,2 \cdot 2,72 + 0,33 \cdot 5,28 + 0,1251 \cdot 0,138 = 2.31 \text{ €}$$

Este es el precio por cada metro de soldadura, por lo tanto lo que debemos hacer ahora es buscar todos los metros que debemos soldar en cada una de las piezas para encontrar el precio final de la operación de soldadura. Esto se muestra en la tabla a continuación:

	Longitud (m)	Coste unitario (€)	Nº unidades	Coste total (€)
Soporte cilindros	3,795	8,77	2	17,54
Rodillo motriz	6,172	14,26	2	28,52
Rodillo conducido	6,148	14,20	2	28,40
Guía fija	3,330	7,69	3	23,07
Guía móvil	3,030	7,00	3	21,00
Plataforma móvil	1,380	3,19	1	3,19
Total				121,72

Pero debemos tener en cuenta que estos tan solo son los costes de soldadura propiamente dichos. Después debemos añadirle los costes de mecanizado. En nuestro caso, tal y como hemos dicho, estamos comprando el acero a una compañía que ofrece un servicio de oxicorte, lo cual es una técnica bastante más avanzada que el corte tradicional mediante sierra, de modo que las piezas nos llegarán directamente con las medidas que nosotros necesitamos y listas para soldar. es por eso que no incluiremos un apartado de costes de mecanizado.

⁹ Precio del KWh en un hogar de Barcelona con la compañía Endesa a día 9 de Diciembre de 2010

Dentro de este coste de fabricación, debemos incluir lo que nos cuesta la máquina de soldadura. Este precio variará mucho en función del equipo que utilicemos, pero como valor aproximado podemos decir que el coste por hora de una máquina es de unos 20 €/h¹⁰, por lo tanto lo que debemos hacer es buscar el tiempo total que se ha necesitado. Para encontrar este tiempo podemos multiplicar el número de metros que debemos soldar por el tiempo que se tarda en soldar un metro.

	Longitud (m)	Nº unidades	Longitud total (m)
Soporte cilindros	3,795	2	7,590
Rodillo motriz	6,172	2	12,344
Rodillo conducido	6,148	2	12,296
Guía fija	3,330	3	9,990
Guía móvil	3,030	3	9,090
Plataforma móvil	1,380	1	1,380
TOTAL			52,690

Y el tiempo que necesita un operario para soldar un metro de nuestra soldadura es de 5,28 minutos, tal y como ya hemos calculado anteriormente. Por lo tanto el tiempo total es:

$$T = 52,690 \cdot 5,28 = 278,20 \text{ minutos}$$

Y si tenemos en cuenta que por cada hora debemos pagar 20 € de la máquina, esto hace un coste de:

$$P = \frac{278,20}{60} \cdot 20 = 92,73 \text{ €}$$

Por lo tanto este coste lo debemos sumar al coste que ya teníamos, por lo tanto el coste final de la operación se eleva hasta 215 euros:

$$C_{operacion} = 121,72 + 92,73 = 214,45 \text{ €}$$

En realidad este precio será más alto debido a que nosotros solo hemos tenido en cuenta el coste de la soldadura propiamente dicha, pero debemos tener en cuenta que probablemente necesitaremos crear utillajes especiales para fijar las piezas mientras soldemos, deberemos invertir tiempo para preparar las piezas y el material para poder soldarlas y otros imprevistos que nos puedan surgir.

¹⁰ Apuntes de la asignatura de Fabricación de Piezas por Mecanizado de la EUETIB.

También dentro del cálculos de estos coste de operación deberíamos buscar los costes de taller, pero estos no se tendrán en cuenta en este proyecto ya que ya hemos incluido los costes de maquinaria y no hemos decidido aún donde se realizarán estas operaciones.

1.4. Costes derivados del diseño

Finalmente debemos tener en cuenta otros factores que intervienen en los presupuestos de una máquina, los cuales serían los recursos invertidos en su diseño, es decir las horas trabajadas por el equipo de diseño y los recursos que estos han necesitado.

En este caso ha habido una sola persona trabajando en el diseño de esta máquina, por lo tanto solo debemos incluir los costes de trabajo de un ingeniero. Ahora bien, encontrar las horas concretas trabajadas puede resultar un poco complicado, por lo tanto haremos un cálculo aproximado. Para este cálculo asumiremos que durante los ocho meses que han sido necesarios para desarrollar el proyecto, nuestro ingeniero ha trabajado 2 horas cada día. Si hacemos esto encontramos un total de 320 horas:

$$\text{horas} = 8\text{meses} \cdot \frac{4\text{semanas}}{\text{mes}} \cdot \frac{5\text{días}}{\text{semana}} \cdot \frac{2\text{horas}}{\text{día}} = 320 \text{ horas}$$

Por lo tanto si ahora multiplicamos el número de horas por el salario de un ingeniero, obtenemos el coste que nos ha supuesto tener al ingeniero trabajando todo este tiempo. Debemos tener en cuenta que este salario del ingeniero debe incluir nóminas, seguros sociales, pagas extras y vacaciones. Como precio aproximado del salario de un ingeniero incluyendo todas estas cosas podemos coger 30 euros/h, por lo que el coste que nos ha supuesto tener este ingeniero es de:

$$\text{coste} = 320 \text{ h} \cdot \frac{30\text{euros}}{\text{h}} = 9600 \text{ €}$$

Como podemos apreciar es una parte muy considerable del coste final, pero esto es completamente normal ya que ha habido mucho trabajo detrás de este diseño (debido al gran número de imprevistos que han surgido) y no resulta nada barato tener un ingeniero durante tantas horas.

Además se debería incluir otros factores como son el coste del local donde este ingeniero ha trabajado todas estas horas, el coste del equipo que ha utilizado (ordenadores y otros recursos que ha necesitado al largo del proceso de diseño) e incluso deberíamos añadir otros costes como por ejemplo el coste de la licencia del programa SolidWorks, el cual ha sido ampliamente utilizado.

Estos costes no se incluirán debido a que hemos decidido que este ingeniero solo ha trabajado en nuestro proyecto durante dos horas al día, por lo tanto el resto de horas habrá estado trabajando en otros proyectos, por lo que estos costes se deberían repartir entre todos los proyectos que he realizado durante estos ocho meses de trabajo.

1.5. Coste total del proyecto

Una vez tenemos todos estos costes, debemos buscar el coste total. Este coste total será la suma de cada uno de estos costes:

Costes	Precio
De elementos seleccionados del catálogo	5619,74 €
De materials	594,50 €
De fabricación (soldadura)	214,45 €
De diseño	9600 €
Total	16028,69 €

Por lo tanto el coste de la parte que se ha tenido en cuenta en este proyecto asciende a 16028,69 €, pero debemos tener en cuenta que el coste real de la máquina será aún mucho más elevado debido que en este presupuesto no se incluyen muchas de las cosas necesarias para que la máquina funcione (sensores, elementos eléctricos y electrónicos, coste del diseño de todos estos elementos, coste de la instalación hidráulica, etc.)

Además también debemos tener en cuenta que los costes, sobre todo de elementos seleccionados del catálogo, pueden variar en función de otros factores, o podría ser que al final tuviéramos que seleccionar otros elementos en vez de los que estamos utilizando ahora. También resultaría interesante recordar que los materiales nos vendrán cortados de fábrica, por lo que seguramente se incrementará un poco el coste.

Si nos interesara reducir un poco el coste podríamos buscar otros elementos de catálogo que pudieran realizar las mismas funciones pero que tuviesen un precio más bajo, ya que en este proyecto se han seleccionado los elementos de catálogo sin tener en cuenta los precios (ya que normalmente en los catálogos este no aparece), sino las funciones que el elemento debería realizar, y en la mayoría de los casos teníamos más de un elemento que podía realizar las mismas funciones.

1.6. Modificación del coste final

Finalmente deberemos aumentar este coste en un 10 o un 15 %, ya que estos son normalmente el porcentaje del coste que podríamos considerar como imprevistos. En este proyecto aplicaremos un 15 %, ya que como muchas cosas aún no están del todo diseñadas, probablemente tendremos que modificar cosas y nos aparecerán muchos imprevistos mientras se realice el diseño completo. Si aplicamos el 15 % nos sale que los imprevistos son 2404,30 €, por lo que el coste final asciende a 18432,99 €:

$$16028,69 + 2404,30 = 18432,99 \text{ €}$$

Este es el coste final de nuestro proyecto, pero como bien hemos comentado anteriormente no tiene demasiado sentido ya que la máquina no está completa, por lo que este coste puede variar bastante respecto al coste final del producto.

Y otra cosa que también se debe tener en cuenta es el número de piezas que vamos a realizar, ya que la mayor parte del coste es lo que le debemos pagar al ingeniero, pero si construimos más de una máquina este precio se reparte. Además si hacemos una producción en serie tendremos descuento en materiales y elementos de compra, ya que compraremos en cantidades industriales. Pero para hacer esta producción en serie primero deberíamos realizar un estudio de mercado para ver si podría existir una demanda por este producto.

De momento como en principio este proyecto nos lo ha encargado una sola empresa y solo van a fabricar un modelo (que además será un prototipo), no podemos aplicar ningún descuento o reducción en el precio.

Finalmente lo que debemos hacer es aplicar el porcentaje del I.V.A., el cual es de un 18 %. Por lo tanto el precio final de venta a nuestro cliente será de casi 22.000 €:

$$18432,99 + 3317,94 = 21750,93 \text{ €}$$

Debemos tener en cuenta que en este presupuesto no se ha incluido el porcentaje de beneficios que deberá ganar la empresa fabricante de la máquina, que en este caso somos nosotros. No se ha incluido dicho porcentaje porque la máquina no está terminada de diseñar ya que falta toda la parte que no es mecánica.