

**GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

TRABAJO FIN DE GRADO

2016 / 2017

**PROYECTO DE DISEÑO Y CÁLCULO DEL BRAZO ARTICULADO DE UNA PALA EXCAVADORA**

**7. ESTADO DE MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

**DATOS DE LA ALUMNA O DEL ALUMNO**

NOMBRE: ASIER  
APELLIDOS: LÓPEZ GUINEA

FDO.:  
FECHA: 01/09/2017

**DATOS DEL DIRECTOR O DE LA DIRECTORA**

NOMBRE: ITZIAR  
APELLIDOS: MARTIJA LÓPEZ  
DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

FDO.:  
FECHA: 01/09/2017

## Índice

7.1. Costes de ingeniería .....	2
7.1.1. Costes de las licencias de los programas de cálculo empleados.....	2
7.1.2. Costes de la fase de cálculo.....	2
7.1.3. Costes de la fase de diseño mecánico.....	3
7.2. Costes de los componentes y materiales.....	4
7.2.1. Componentes diseñados.....	4
7.2.2. Componentes comerciales.....	5
7.3. Costes de fabricación, control de calidad y montaje .....	6
7.3.1. Costes de fabricación .....	6
7.3.2. Costes de pintura, tratamientos y control calidad.....	7
7.3.3. Costes de montaje y puesta en marcha.....	8
7.3.3.1. Costes de montaje.....	8
7.3.3.2. Costes de puesta en marcha .....	8
7.4. Costes totales .....	9
7.4.1. Costes de ingeniería .....	9
7.4.2. Costes de los componentes y materiales.....	9
7.4.3. Costes de fabricación, control de calidad y montaje .....	9

## 7.1. Costes de ingeniería

### 7.1.1. Costes de las licencias de los programas de cálculo empleados

	Programas de cálculo y redacción empleados	Coste anual (€)	Tiempo de uso (meses)	Coste (€)
Licencias	Catia V5	30.000	5	12.500
	Autocad	1.778,70	5	741,13
	Microsoft Office	126	5	52,5
	<b>Total</b>			<b>13.293,63</b>

### 7.1.2. Costes de la fase de cálculo

En la fase de cálculo se ha tenido en cuenta el tiempo aproximado que el ingeniero de proyecto ha invertido en la realización de los cálculos requeridos para el dimensionamiento y comprobación de todos los elementos que componen el brazo articulado.

También se ha incluido en esta fase, el tiempo invertido en la elaboración de todos los documentos técnicos que describen el proyecto al completo.

Descripción de la tarea	Personal involucrado	€/h	h	Precio (€)
<b>Realización de cálculos</b> - Análisis cinemático. - Análisis dinámico. - Análisis mediante elementos finitos (CATIA V5). - Cálculos de resistencia de los bulones. - Cálculos de los actuadores hidráulicos.	Ingeniero Junior	13,5	200	2.700
<b>Elaboración documentos técnicos</b> Redacción y maquetado de todos los documentos que completan y describen el proyecto.			100	1.350
		<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>4.050</b>

## 7.1.3. Costes de la fase de diseño mecánico

En la fase de diseño mecánico se ha tenido en cuenta el tiempo que el ingeniero ha invertido en la realización de un estudio de diseño previo del brazo articulado de otros modelos de excavadoras similar, con el fin de evitar futuros problemas que puedan surgir en la fase de modelización en 3D.

También se ha incluido el tiempo empleado en la realización del modelo en 3D de cada elemento, así como la realización de sus respectivos planos de fabricación.

Descripción de la tarea	Personal involucrado	€/h	h	Precio (€)
<b>Estudio de diseño</b> - Anteproyecto (Viabilidad). - Estudio comparativo de retroexcavadoras de dimensiones similares. - Análisis estructural y dimensional previo. - Estudio de componentes comerciales y materiales empleados.	Ingeniero Junior	13,5	25	337,5
<b>Diseño 3D y 2D</b> - Realización del diseño 3D de cada elemento que compone el brazo articulado. - Montaje 3D del conjunto para cada posición a estudiar. - Realización de los planos de fabricación mecánica.			175	2.362,5
		<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>2.700</b>

## 7.2. Costes de los componentes y materiales

## 7.2.1. Componentes diseñados

Componente	Material	Cantidad	Nº Plano	Peso (kg)	Precio (€/kg)	Precio Total (€)
Pluma	S235 JR	1	03	2.094,4	1,7	3.560,48
Brazo	S235 JR	1	04	1.124,42	1,7	1.911,52
Eslabón 1	S235 JR	2	05	16,46	1,7	55,97
Eslabón 2	S235 JR	1	06	172,65	1,7	293,51
Cuchara	S235 JR	1	07	604,61	1,7	1.027,84
Bulón Ø150x1.020 (Articulación A)	C45E (Tto. Norm.)	1	08	145,82	2,3	335,39
Bulón Ø150x300 (Articulación B)	C45E (Tto. Norm.)	2	09	45,82	2,3	210,78
Bulón Ø150x900 (Articulación C)	C45E (Tto. Norm.)	1	10	129,16	2,3	297,07
Bulón Ø100x300 (Articulación D)	C45E (Tto. Norm.)	1	11	22,66	2,3	52,12
Bulón Ø100x490 (Articulación E)	C45E (Tto. Norm.)	1	12	32,54	2,3	74,85
Bulón Ø100x305 (Articulación F)	C45E (Tto. Norm.)	1	13	21,12	2,3	48,58
Bulón Ø80x330 (Articulación G)	C45E (Tto. Norm.)	1	14	14,74	2,3	33,91
Bulón Ø80x490 (Articulación H,I,J y K)	C45E (Tto. Norm.)	4	15	21,06	2,3	193,76
					<b>TOTAL (€)</b>	<b>8.095,78</b>

## 7.2.2. Componentes comerciales

Componente	Cantidad	Fabricante	Referencia / Modelo	Precio Unitario sin I.V.A (€)	Precio Total (€)
Cilindro hidráulico de doble efecto de la pluma	2	Hydrosar	Serie CNOMO P350 bar	4.000	8.000
Cilindro hidráulico de doble efecto del brazo	1	Hydrosar	Serie CNOMO P300 bar	3.000	3.000
Cilindro hidráulico de doble efecto de la cuchara	1	Hydrosar	Serie CNOMO P250 bar	1.500	1.500
Casquillo con mantenimiento de bronce puro	8	Sanmetal S.A	SBA Ø80xL100	31,30	250,4
Casquillo con mantenimiento de bronce puro	2	Sanmetal S.A	SBA Ø100xL100	32,42	64,84
Casquillo con mantenimiento de bronce puro	2	Sanmetal S.A	SBB Ø80xL40	19,20	38,4
Casquillo con mantenimiento de bronce puro	4	Sanmetal S.A	SBB Ø100xL50	18,52	74,08
Casquillo con mantenimiento de bronce puro	6	Sanmetal S.A	SBB Ø150xL60	35,40	212,4
Casquillo con mantenimiento de bronce puro	2	Sanmetal S.A	SBB Ø150xL90	44,13	88,26
Tornillo cabeza hexagonal, rosca parcial (DIN 931)	5	Andalinox S.L	M10x1.5x100 C-10.9	1,07	5,35
Tornillo cabeza hexagonal, rosca parcial (DIN 931)	3	Andalinox S.L	M12x1.75x120 C-10.9	1,89	5,67
Tornillo cabeza hexagonal, rosca parcial (DIN 931)	4	Andalinox S.L	M16x2x180 C-10.9	5,42	21,68
Tuerca autoblocante con inserción no metálica (DIN 985)	5	Andalinox S.L	M10x1.5 C-10.9	0,69	3,45
Tuerca autoblocante con inserción no metálica (DIN 985)	3	Andalinox S.L	M12x1.75 C-10.9	0,87	2,61
Tuerca autoblocante con inserción no metálica (DIN 985)	4	Andalinox S.L	M16x2 C-10.9	1,06	4,24
				<b>TOTAL (€)</b>	<b>13.271,38</b>

## 7.3. Costes de fabricación, control de calidad y montaje

## 7.3.1. Costes de fabricación

Componente	Corte sierra			Oxicorte			Mecanizado (*)			Soldaduras		
	h	€/h	€	h	€/h	€	h	€/h	€	h	€/h	€
Pluma	-			15	30	450	5	35	175	6	45	270
Brazo				12		360	6		210	4,5		202,5
Eslabón 1 (x2)				1		60	1		70	-		
Eslabón 2				-			5		175	1	45	45
Cuchara				8	30	240	2		70	3		135
Bulón Ø150x1.020 (Articulación A)	0,5	20	10	-			3	35	105	-		
Bulón Ø150x300 (Articulación B) (x2)	0,5		20				0,5		35			
Bulón Ø150x900 (Articulación C)	0,5		10				2,5		87,5			
Bulón (Articulación D) Ø100x300	0,5		10				0,5		17,5			
Bulón Ø100x490 (Articulación E)	0,5		10				1,5		52,5			
Bulón Ø100x305 (Articulación F)	0,5		10				0,5		17,5			
Bulón Ø80x330 (Articulación G)	0,5		10				1		35			
Bulón Ø80x490 (Articulación H,I,J y K) (x4)	0,5		40				1,5		210			

(\*) Dentro de Mecanizados están incluidas las operaciones de Fresado, Taladrado y Torneado

	Corte sierra	Oxicorte	Mecanizados	Soldaduras
<b>TOTAL (€)</b>	120	1.110	1.260	652,5
	<b>3.142,5</b>			

## 7.3.2. Costes de pintura, tratamientos y control calidad

Componente	Peso (kg)	Tratamientos			Pintura (*)			Control de calidad		
		Tipo	€/kg	Total (€)	€/l	l	Total (€)	€/h	h	Total (€)
Pluma	2.094,4	Estabilizado y Granallado	0,65	1.361,36	3	14	42	15	1	15
Brazo	1.124,42			730,88		10	30		1	15
Eslabón 1 (2x)	16,46			21,4		1	3		0,5	15
Eslabón 2	172,65			112,23		2	6		0,5	7,5
Cuchara	604,61			393		5	15		1	15
Bulón Ø150x1.020 (Articulación A)	145,82	-	-	-	0,5	7,5				
Bulón Ø150x300 (Articulación B) (x2)	45,82	-	-	-	0,5	15				
Bulón Ø150x900 (Articulación C)	129,16	-	-	-	0,5	7,5				
Bulón Ø100x300 (Articulación D)	22,66	-	-	-	0,5	7,5				
Bulón Ø100x490 (Articulación E)	32,54	-	-	-	0,5	7,5				
Bulón Ø100x305 (Articulación F)	21,12	-	-	-	0,5	7,5				
Bulón Ø80x330 (Articulación G)	14,74	-	-	-	0,5	7,5				
Bulón Ø80x490 (Articulación H,I,J y K) (x4)	21,06	-	-	-	0,5	30				

(\*) Dentro de Pintura están incluidos los litros empleados para la 1ª capa de imprimación, y sus dos posteriores capas de pintura antioxidante.

	Tratamiento	Pintura	Control de calidad
<b>TOTAL (€)</b>	2.618,87	96	157,5
	<b>2.872,37</b>		



**7.3.3. Costes de montaje y puesta en marcha****7.3.3.1. Costes de montaje**

PROCESO	€/h	h	TOTAL
Montaje mecánico	15	20	300
Montaje hidráulico	15	6	90
		<b>Total</b>	390

**7.3.3.2. Costes de puesta en marcha**

PROCESO	€/h	h	TOTAL
Puesta en marcha de la máquina	15	1	15

## 7.4. Costes totales

### 7.4.1. Costes de ingeniería

Costes de las licencias de los programas de cálculo empleados.....	13.293,63 €
Costes de la fase de cálculo.....	4.050 €
Costes de la fase de diseño mecánico.....	2.700 €
Total.....	20.043,63 €

### 7.4.2. Costes de los componentes y materiales

Costes de los componentes diseñados.....	8.095,78 €
Costes de los componentes comerciales.....	13.271,38 €
Total.....	21.367,16 €

### 7.4.3. Costes de fabricación, control de calidad y montaje

Costes fabricación.....	3.142,5 €
Costes de pintura, tratamientos y control de calidad.....	2.872,37 €
Costes de montaje y puesta en marcha.....	405 €
- Costes de montaje.....	390 €
- Costes puesta a punto.....	15 €
Total.....	6.419,87 €

COSTE TOTAL.....	47.830,66 €
Gastos generales (GG=13 %).....	6.217,99 €
Beneficio industrial (BI=6 %).....	2.869,84 €
SUBTOTAL.....	56.918,49 €
IVA (21%).....	11.952,89 €
TOTAL	68.871,38 €

El presupuesto total del brazo articulado asciende a la cantidad de:

**SESENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y UNO CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS**

En Bilbao a 15 de Agosto de 2.017

Ingeniero mecánico, ASIER LÓPEZ GUINEA