



Escuela Politécnica
Superior de Ingeniería
Sección de Náutica, Máquinas
y Radioelectrónica Naval



Escuela Politécnica Superior de Ingeniería Sección Náutica,
Máquinas y Radioelectrónica Naval.

Universidad de La Laguna

TRABAJO FIN DE GRADO

**ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA FRAGUA. OBTENCIÓN
DE PIEZAS METÁLICAS POR CONFORMADO DE
MATERIAL.**

ALEJANDRO GIL GARCÍA

MARZO 2018

ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA FRAGUA. OBTENCIÓN DE PIEZAS METÁLICAS POR CONFORMADO DE MATERIAL.



Directores:

Federico Padrón Martín.

Santiago Rodríguez Sánchez.

Nombre: Alejandro Gil García.

Grado: Tecnología Marina.

Fecha: Marzo de 2018.

Dr. Don Federico Padrón Martín, Profesor contratado Doctor tipo 1 del área de Ingeniería de los procesos de Fabricación, perteneciente a la unidad departamental de Ingeniería Marítima de la Universidad de La Laguna certifica que:

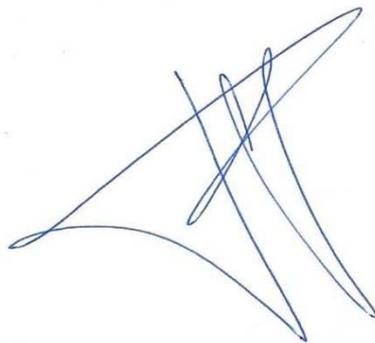
Don Alejandro Gil García, ha realizado el trabajo fin de grado bajo mi dirección con el título.

*“ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA FRAGUA. OBTENCIÓN DE PIEZAS METÁLICAS
POR CONFORMADO DE MATERIAL.”*

Revisado dicho trabajo, estimo que reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea asignado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y afirmo el presente certificado.

En Santa Cruz de Tenerife a 5 de Marzo de 2018.



Fdo. Federico Padrón Martín.

Dirección de Trabajo de Fin de Grado.

Dr. Don Santiago Rodríguez Sánchez. Profesor Asociado del área de Ingeniería de los procesos de Fabricación, perteneciente a la unidad departamental de Ingeniería Marítima de la Universidad de La Laguna certifica que:

Don Alejandro Gil García, ha realizado el trabajo fin de grado bajo mi dirección con el título.

*“ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA FRAGUA. OBTENCIÓN DE PIEZAS METÁLICAS
POR CONFORMADO DE MATERIAL.”*

Revisado dicho trabajo, estimo que reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea asignado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y afirmo el presente certificado.

En Santa Cruz de Tenerife a 5 de Marzo de 2018.

A handwritten signature in black ink, reading "Santiago J. Rodríguez". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

Fdo. Santiago Rodríguez Sánchez.

Dirección del Trabajo de Fin de Grado.

Agradecimientos:

Dar las gracias al Dr. D. Federico Padrón Martín, por la dirección en este TFG y su gran ayuda prestada durante todo el proceso de elaboración del trabajo, tanto eso como su interés en este tema, que ha hecho que me apasione. Y también al Dr. D. Santiago José Rodríguez Sánchez por la dirección de este TFG, como a Don Vicente por su ayuda en el taller.

Por supuesto también dar las gracias al herrero Marciano Acuña, por cederme todos sus conocimientos y contarme sus anécdotas, de toda una vida como herrero. También y en especial al artesano Pepe cañada, por permitirme estar con él en su taller, ya modo de aprendiz y por emplear su tiempo de su trabajo en ayudarme también por trasmitirme todo su saber, para poder aprender el oficio de la herrería y tener información suficiente para realizar este TFG.

A mi tío Domingo García Herrera, profesor de mecanizado, que me ha ayudado a la hora de realizar una práctica y también cederme algunos conocimientos.

Y a toda mi familia en general, mis padres y hermana, por su apoyo incondicional desde el principio hasta el final. Porque gracias a ellos estoy donde estoy. También a mi novia por aguantarme y por ayudarme al darme tanto su punto de vista como su apoyo.

A todos ellos, muchas gracias.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES.....	9
3.1. ¿QUÉ ES LA FORJA?	11
3.2. UTILIDAD DE LA FORJA.	15
3.3. DEFORMACIÓN EN LA FORJA.	17
3.4. EL PROCESO TERMO-MECÁNICO DE LA FORJA.....	18
3.5. LA FORJA EN CANARIAS.	25
3.6. LA FORJA EN LANZAROTE Y EN TEGUISE.....	28
3.6.1. FORJA EN TEGUISE.....	29
IV. METODOLOGÍA	31
4.1. DOCUMENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA.	33
4.2 METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO.....	33
4.3 MARCO REFERENCIAL.....	33
V. RESULTADOS	35
5.1. LA FRAGUA.....	38
5.1.1. LA FRAGUA NUEVA.	46
5.2. ÚTILES UTILIZADO EN LA FORJA.	53
5.2.1. EL YUNQUE.	53
5.2.2. MARTILLOS.....	55
5.2.3. TENAZAS.....	58
5.2.4. TASES.....	60
5.2.5. DOBLAR Y TORCER.....	64
5.2.6. OTROS ÚTILES.	68
5.3. TIPOS DE MATERIALES.....	72
5.4. SEGURIDAD EN LA FORJA.	74
5.4.1. GUANTES.	74
5.4.2. MANDIL.....	75
5.4.3. BOTAS DE SEGURIDAD.	77
5.4.4. GAFAS DE SEGURIDAD.	78
5.5. TIPO DE COMBUSTIBLE.	78
5.6. ENTREVISTAS CON LOS HERREROS.....	81

5.6.1. MARCIANO ACUÑA.....	81
5.6.2. JOSÉ CAÑADA TORRES.....	92
5.7. EXPERIENCIA EN EL TALLER DE PEPE CAÑADA.....	95
5.8. TRABAJO EN LA FRAGUA FAMILIAR.....	115
5.9. TRABAJO EN LA FRAGUA DE ESCUELA NÁUTICA DE LA ULL.....	133
5.9.1. PREPARATIVOS DE LA FRAGUA.....	133
5.9.2. DIA DE LA PRÁCTICA.....	140
5.10. OTROS DATOS DE INTERÉS.....	160
5.10.1. ENSAYOS EN LA FORJA.....	160
5.10.2. DEFECTOS EN LA FORJA.....	161
5.10.3. FORJA CATALANA.....	161
5.10.4. DATOS A TENER EN CUENTA AL FORJAR.....	163
5.10.5. PÁTINAS.....	164
5.10.6. OTROS ASPECTOS METALÚRGICOS.....	165
VI. CONCLUSIONES.....	169
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	173
VI. ANEXOS.....	177

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Forjado a mano.....	13
Ilustración 2: Forja mecánica.	13
Ilustración 3: Plano de una fragua.	14
Ilustración 4: Eliminación de sopladuras.....	16
Ilustración 5: Diagrama de deformación en la forja.....	18
Ilustración 6: Procesos térmicos.....	21
Ilustración 7: Tratamientos térmicos.	22
Ilustración 8: Zona donde se hace el recocido con cenizas.	23
Ilustración 9: Influencia de la temperatura en la deformación.	23
Ilustración 10: Escala de colores según temperatura del metal.	24
Ilustración 11: Herrería y forja de los años 1930	26
Ilustración 12: Puerto de Santa Cruz de Tenerife en 1930.....	27
Ilustración 13: Taller de forja en Arrecife, en la calle La Inés.....	28
Ilustración 14: Iglesia Ntra. Sra. de Guadalupe Teguisse tras ser incendiada en 1909....	30
Ilustración 15: Antes y después de un plantón.	38
Ilustración 16: Boceto de la antigua fragua familiar.	39
Ilustración 17: Piedra hornera.....	40
Ilustración 18: Fuelle, vista lateral y trasera.....	40
Ilustración 19: Vista general del fuelle.....	41
Ilustración 20: Tobera de aire del hogar de la fragua.....	42
Ilustración 21: Ballestas utilizadas para forja.....	42
Ilustración 22: Escardillo, hecho con hoja de muelle y unido con remaches.....	43
Ilustración 23: Rejucho, hecho de una sola pieza.....	44
Ilustración 24: Herramienta de corte para cantería, hechas de una sola pieza.	44
Ilustración 25: Herramienta de corte para cantería, hechas de una sola pieza.	44
Ilustración 26: Cortahierro, hecho de acero de ferralla.	45
Ilustración 27: Rastrillo, los dientes son pasadores con la cabeza remachada.	45
Ilustración 28: Gancho para puertas.	45
Ilustración 29: Plantón, hecho de una ballesta y de una sola pieza.	46
Ilustración 30: Casa de mis abuelos, Villa de Teguisse.....	46
Ilustración 31: Vista de la fragua.....	47
Ilustración 32: Vista del hogar de la fragua.....	48

Ilustración 33: Hogar y borde del hogar de la fragua.....	48
Ilustración 34: Tubo del aire hacia el hogar.....	49
Ilustración 35: Brida de cierre, para limpiar las cenizas.....	49
Ilustración 36: Detalle de la tobera.....	50
Ilustración 37: Electroventilador de la fragua.....	51
Ilustración 38: Yunque con dos contrapunzones.....	51
Ilustración 39: Yunque con la bigornia circular a la derecha.....	52
Ilustración 40: Pedestal o cepo.....	52
Ilustración 41: Yunque con su cepo o pedestal.....	54
Ilustración 42: Martillos varios.....	56
Ilustración 43: Martillos.....	56
Ilustración 44: Marrones de diferentes pesos, 12, 10 y 8 kg.....	57
Ilustración 45: Variedades de tenazas.....	58
Ilustración 46: Primer plano de las tenazas.....	59
Ilustración 47: Tas dentro del yunque.....	60
Ilustración 48: Degüello o Tajadera.....	61
Ilustración 49: Tas en forma de U, vástago dentro del orificio del yunque.....	62
Ilustración 50: Tas curvo.....	62
Ilustración 51: Manguito o corona.....	63
Ilustración 52: Tornillo de herrero.....	63
Ilustración 53: Grifa.....	64
Ilustración 54: Grifa artesanal, fabricada con hierro corrugado.....	65
Ilustración 55: Perfil de doblado.....	66
Ilustración 56: Perfil de doblado con eje.....	66
Ilustración 57: Palanca del perfil de doblado con rodillo.....	67
Ilustración 58: Perfil de doblado sobre yunque.....	68
Ilustración 59: Caja de punzones y cinceles.....	69
Ilustración 60: Corvilla.....	70
Ilustración 61: Espetón.....	70
Ilustración 62: Clavera, bloque de estampación o Swage Block.....	71
Ilustración 63: Calibre o Galga de forjador.....	72
Ilustración 64: Guantes.....	74
Ilustración 65: Mandil.....	76
Ilustración 66: Bota de seguridad.....	77

Ilustración 67: Gafas de seguridad.	78
Ilustración 68: Carbón mineral.	79
Ilustración 69: Tabaiba.	80
Ilustración 70: Marciano Acuña.	82
Ilustración 71: Taller de Marciano Acuña.	83
Ilustración 72: Taller de Marciano Acuña.	83
Ilustración 73: Ventilador de manivela.	84
Ilustración 74: Ventilador eléctrico, con llave de aire.	84
Ilustración 75: Ballesta y plantilla de una pieza.	85
Ilustración 76: Rezón.	86
Ilustración 77: Acuña mostrando como doblaba sobre el tas.	87
Ilustración 78: Un rejucho antiguo frente a uno moderno.	87
Ilustración 79: Taladro vertical manual antiguo.	88
Ilustración 80: Penca de tunera.	89
Ilustración 81: Piedra de amolar.	91
Ilustración 82: Soldador de estaño.	92
Ilustración 83: Pepe Cañada.	93
Ilustración 84: Lámparas de forja.	94
Ilustración 85: Encender la fragua, paso 1.	95
Ilustración 86: Encendido de la fragua, paso 2.	96
Ilustración 87: Fragua encendida.	97
Ilustración 88: Pletina en la fragua.	98
Ilustración 89: Comprobando la rectitud.	99
Ilustración 90: Aplanando la pletina.	100
Ilustración 91: Aplanando punta de la varilla.	101
Ilustración 92: Lapero.	102
Ilustración 93: Gancho de puerta.	103
Ilustración 94: Calentando para hacer el gancho.	104
Ilustración 95: Haciendo la curva al hierro.	104
Ilustración 96: Hierros y perfil de doblado.	105
Ilustración 97: Cuadradillos en la fragua.	106
Ilustración 98: Pepe doblando el hierro.	107
Ilustración 99: Hierro curvado.	108
Ilustración 100: Perfil de doblado con eje.	108

Ilustración 101: Palanca de perfil de doblado con rodillo.....	109
Ilustración 102: Colocando el hierro en el perfil.....	109
Ilustración 103: Doblando el hierro con el perfil de doblado y la palanca.....	110
Ilustración 104: Plegadora con las pletinas a doblar.	111
Ilustración 105: Pletinas a doblar.	111
Ilustración 106: Chapita en forma de U.	112
Ilustración 107: Fechillos.	113
Ilustración 108: Espadas del Rancho de Pascuas de Teguisse.....	114
Ilustración 109: Fragua familiar.	115
Ilustración 110: Guindando agua de la aljibe.....	116
Ilustración 111: Balde con agua.	116
Ilustración 112: Añadiendo el cartón.....	117
Ilustración 113: Arrimando carbón a la llama.	118
Ilustración 114: Humo blanco.	118
Ilustración 115: Oxigenando la fragua.	119
Ilustración 116: Hierros en la fragua.	120
Ilustración 117: Martillando el hierro en el yunque.....	121
Ilustración 118: Hierro aplanado.	121
Ilustración 119: Haciendo el corte.....	122
Ilustración 120: Doblado de la varilla.	123
Ilustración 121: Curva realizada.....	123
Ilustración 122: Templado de la varilla en agua.....	124
Ilustración 123: Realizando el otro extremo.....	125
Ilustración 124: Aplanando el extremo.	125
Ilustración 125: Pata de cabra.....	126
Ilustración 126: Arreglo del plantón.....	126
Ilustración 127: Templado del plantón.....	127
Ilustración 128: Calentando el hierro.	128
Ilustración 129: Sacándole punta al hierro.	129
Ilustración 130: Doblando el hierro.....	130
Ilustración 131: Haciendo la curva del gancho.	130
Ilustración 132: Haciendo la argolla del gancho.	131
Ilustración 133: Gancho finalizado.....	132
Ilustración 134: Limpieza de la fragua.	133

Ilustración 135: Quitando el carbón viejo.	134
Ilustración 136: Fragua limpia.....	134
Ilustración 137: Espetón.	135
Ilustración 138: Tenazas.....	135
Ilustración 139: Degüello.	136
Ilustración 140: Sufrideras.....	136
Ilustración 141: Saco de carbón mineral.	137
Ilustración 142: Yunque.	138
Ilustración 143: Vista general del taller de fragua de la escuela de Náutica.	138
Ilustración 144: Martinete o Martillo Pilon.....	139
Ilustración 145: Hogares, ventiladores y campana de extracción.	140
Ilustración 146: Salida de gases.....	141
Ilustración 147: Llave de caudal de aire y palanca de extracción de cenizas.....	142
Ilustración 148: Carbón en el hogar.	143
Ilustración 149: Cuadro eléctrico.	144
Ilustración 150: Encendiendo la fragua.	145
Ilustración 151: Partiendo trozos de madera.	146
Ilustración 152: Colocando la madera en el fuego.	146
Ilustración 153: Fragua encendida.....	147
Ilustración 154: Varilla dentro del fuego.....	148
Ilustración 155: Controlando la temperatura del hierro.....	148
Ilustración 156: Con el metal en el yunque.	149
Ilustración 157: Usando el martinete.....	150
Ilustración 158: Punta aplanada.....	151
Ilustración 159: Haciendo el corte a la varilla.....	151
Ilustración 160: Corte ya hecho.....	152
Ilustración 161: Haciendo la curva.....	153
Ilustración 162: Pieza finalizada.....	154
Ilustración 163: Pletina al fuego.....	155
Ilustración 164: Curvando la pletina.	156
Ilustración 165: Dándole más curva a la pletina.....	156
Ilustración 166: Aplanando la pletina.....	157
Ilustración 167: Pronunciado la curva.	158
Ilustración 168: Terminando la curva.....	158

Ilustración 169: Dejándolo plano.	159
Ilustración 170: Pieza terminada.	159
Ilustración 171: Forja Catalana.	162
Ilustración 172: Influencia de la temperatura final sobre el tamaño del grano.	165
Ilustración 173: Gráfica Temperatura frente tamaño del grano.	166

I. INTRODUCCIÓN

ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA FRAGUA. OBTENCIÓN DE PIEZAS METÁLICAS POR
CONFORMADO DE METAL.

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de fin de grado es el fruto de mi ambición por el mundo del mecanizado de piezas y la elaboración de estas. Desde niño me apasiono el mundo de trabajar y fabricar las cosas con tus propias manos. Aprovechando que en mi familia hay una fragua antigua, mi director me propuso realizar un estudio en profundidad sobre el oficio de la herrería en Lanzarote. Así como también he tenido la oportunidad de aprender a como trabajar el metal mediante este proceso.

En primer lugar, en el capítulo de *Revisión y Antecedentes*, he desarrollado la descripción de una fragua, comentar la repercusión y la historia que ha tenido en las Islas Canarias y en especial en Lanzarote.

Otro punto importante, es el capítulo de *Resultados*, donde se centra el trabajo de campo que he realizado, desde entrevistas con herreros importantes en la Isla de Lanzarote y un análisis en profundidad de la fragua y todo sus elementos, combustible, técnica, herramientas.

En los apartados de *Trabajo en la fragua*, donde se analiza y se estudia cada componente de la fragua. Por otro lado, también pondremos en práctica todo lo que se ha aprendido durante esta investigación, tanto en la fragua familiar como en la fragua de la Escuela Náutica de la ULL.

En este último capítulo, las *Conclusiones*, he plasmado las conclusiones a las que he llegado, tanto desde la búsqueda de información hasta el aprendizaje con los artesanos. Estas experiencias, junto la redacción de este TGF, me ha dado la capacidad de llegar a ellas.

INTRODUCTION

This final degree project is the fruit of my ambition for the world of parts machining and the making of these. Since I was a child I love the world of working and making things with your own hands. Taking advantage of the fact that there is a forge in my family, I wanted to carry out an in-depth study on the trade of ironwork in Lanzarote. As well as I have had the opportunity to learn how to work metal through this process.

In the first place, in the chapter of *Review and Antecedents*, I have developed the description of a forge, to comment the repercussion and the history that it has had in the Canary Islands and especially in Lanzarote.

Another important point is the *Results* chapter, which focuses on the field work I have done, from interviews with important blacksmiths on the Island of Lanzarote and an in-depth analysis of the forge and all its elements, fuel, technique, tools.

In the sections of *Work in Forge*, where each component of the forge is analyzed and studied. On the other hand, I also put into practice everything I have learned during this research, both in the family forge and in the forge of the nautical school.

In this last chapter, the *Conclusions*, I have captured the conclusions that I have reached, both from the search for information to learning with artisans. These experiences, together with the writing of this TGF, have given me the ability to bequeath to them.

II. OBJETIVOS

II. OBJETIVOS.

Los objetivos básicos que se pretenden abordar en este Trabajo de Fin de Grado son los que expongo a continuación.

1. Elaborar un estudio sobre la forja, sus elementos y procesos térmicos. Centrándonos en su aplicación como elemento de fabricación de piezas o herramientas. Y conocer su repercusión en las Islas Canarias, principalmente en Lanzarote.



2. Analizar en profundidad todos los elementos de una fragua. Así como también conocer el oficio de herrero mediante entrevistas con artesanos de renombre en Lanzarote.



3. Conformación de piezas por forjado, aplicando todo lo aprendido en este TFG.

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES.

A continuación se desarrollarán los distintos apartados de este capítulo.

3.1. ¿QUÉ ES LA FORJA?

La forja es uno de los medios de producción y elaboración de piezas metálicas más antiguo que existe. En el año 550 A.C era común forjar el cobre y sus aleaciones para la fabricación de herramientas y armas.

La forja es un proceso mecánico-térmico de conformación plástica aplicado a metales y aleaciones, sometiéndolos a grandes presiones que actúan, unas veces ejerciendo presión en modo continuo como (prensas) y/o de forma intermitente (martillos).

El resultado de la forja es conocido como *forjadura* y suelen ser, en unos casos productos finalizados en su totalidad y en otro reciben una forma aproximada a su producto final, cual precisan de un mecanizado final para así conseguir una forma definitiva; siempre y cuando su especialización técnica lo refiera. A las piezas finalizadas por el proceso de forja se le denomina forjadura.¹⁻²

La forja es un tratamiento mecánico en caliente. Se somete el metal a una temperatura de forja, entre la temperatura de fusión y el punto de cristalización (punto en el que el metal se solidifica); el producto es una masa de metal pastoso e incandescente, es aquí donde ocurre la deformación plástica. Se producirá una mayor deformación con menos esfuerzo. Pero a su vez esa temperatura de forja debe ser menor a la del punto de recristalización.¹⁻²

A veces sin embargo puede realizarse en frío, cuando se desea conseguir los aumentos de dureza y resistencia que produce este tipo de conformación. Se aplica la forja en frío a metales que no son susceptibles de tratamiento térmico, bien porque no lo admiten, porque no es deseable ese calentamiento o porque sea muy costoso; otras

veces debido al tamaño excesivamente pequeñas de las piezas (pernos, roblones, tornillos...) que ocasionan un enfriamiento muy rápido.¹⁻²

La acción conjunta de energía mecánica y calorífica provoca considerables reducciones de sección, pero manteniendo el volumen, que modifica mucho la macroestructura del material y crea un *efecto de fibra* (modificar la orientación del grano del metal para que quede a modo de red).

La intensidad de la deformación producida se mide por el coeficiente de forja:

$$K = S_0 / S$$

En que S_0 y S representan las secciones inicial y final.¹⁻²

Las forjas pueden clasificarse en dos tipos:

- a) Forja libre: Es el proceso más antiguo, caracterizado por no tener restricción alguna la herramienta en cuanto a forma y masa. Suele estar limitada a piezas aisladas sobre todo piezas, fabricación y reparación de piezas dañadas.¹
- b) Forja con estampa: Este proceso contiene la forma y dimensiones de la pieza a trabajar o fabricar. Puesto que la fabricación de matrices solo es rentable para grandes lotes de piezas.¹

Por otro lado, podemos encontrar varias formas de accionamiento de la forja:

- a) Forja a mano: También se conoce como *Forja pequeña*, aquí podemos decir que tanto la sujeción de la pieza en el yunque como el manejo del martillo son manuales. El yunque es una pieza de metal donde vamos a trabajar el metal hasta darle forma. Quedan limitados a operaciones artesanales y a tareas complementarias. Tanto para fabricación de piezas nuevas como para la reparación de otras ya estropeadas y prolongar su vida útil.¹



Ilustración 1: Forjado a mano.

Fuente: [3]

- b) Forja mecánica: o gran forja es un nivel más industrializado. Es la que se realiza usando una fuerza motriz (hidráulica, mecánica, neumática, eléctrica...) el conjunto es ya una máquina, a la que se le aporta energía desde el exterior para su funcionamiento. Esto permite el mecanizado de grandes piezas o grandes series de piezas, aplicando esfuerzos violentos y bruscos (martinetes, martillo pilón) o continuos (prensas).¹



Ilustración 2: Forja mecánica.

Fuente: [4]

Una de las ventajas que tenemos del martillo pilón frente al martillo, es que el trabajo lo ejecuta en parte como si de una prensa se tratara, es decir, cuando impacta ejerce más presión que un martillo convencional.

Toda para llevar a cabo cualquier actividad se tiene que tener un lugar apropiado para su realización, en nuestro caso de la forja se trata de la *Fragua*.¹⁻²

La fragua es un lugar donde tiene lugar el calentamiento de las pieza de metal o previamente el metal bruto para poder llevarlas al rojo, a la temperatura de fusión para así poder trabajarlas en la forja.

La fragua suele estar instalada en una pared, que se conoce por el nombre de *paredilla*, en algunos casos suele llevar un revestimiento de ladrillo refractario. Podemos decir que una fragua está compuesta por una *campana de extracción de gases*, un *hogar* que es donde se encuentra el carbón mineral y donde se pondrá la pieza a trabajar; un *ventilador* para suministrar el aire necesario a la combustión, y un *depósito* donde se irán depositando las cenizas a lo largo del proceso de fraguado.¹⁻²

La combustión del fuego de la fragua se produce gracias al carbón mineral, principalmente se trata de hulla, ya que tiene mayor poder calorífico. Para facilitar la combustión tenemos el aire, que es suministrado por los ventiladores.¹⁻²

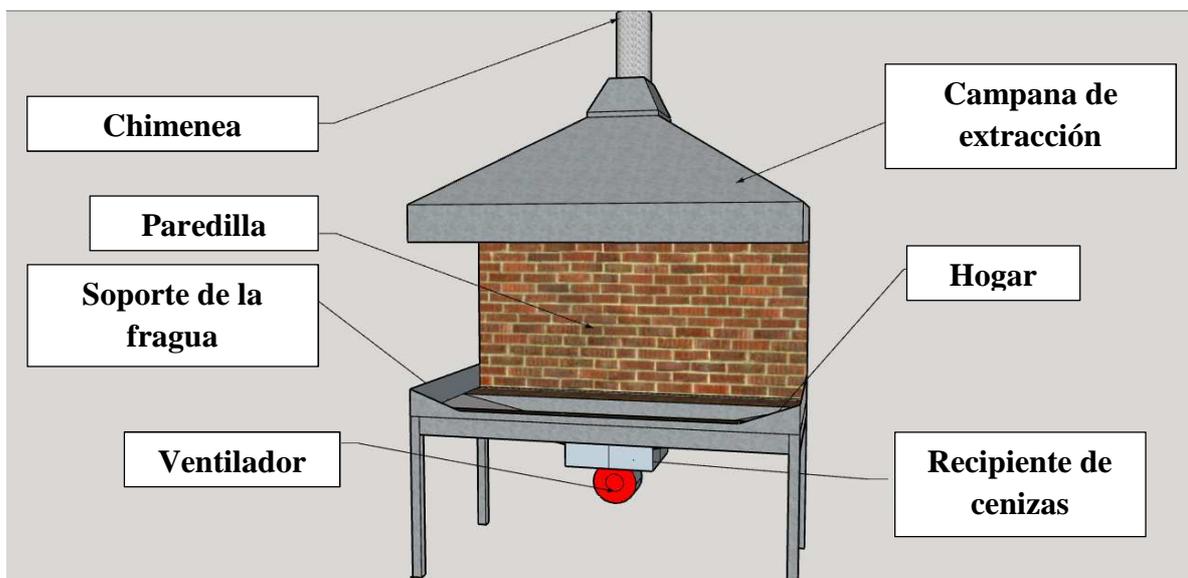


Ilustración 3: Plano de una fragua.

Fuente: Elaboración propia.

El calentamiento de las piezas metálicas, se pueden hacer mediante la fragua o en unos hornos de propano. El uso de estos últimos se ha incrementado debido a unas ventajas frente a la fragua tradicional, como la inexistencia de humo, no se descarburiza la pieza por los gases del azufre del carbón, la pieza se calienta más rápido y da la posibilidad de forjar grandes piezas. Pero en este TFG nos centraremos en la fragua, ya que el horno no es tema de este TFG, debido a que en la fragua tenemos un calentamiento localizado de la pieza, mientras que en el horno se calienta toda la pieza.

También existe la posibilidad del caldeo localizado, esto se hace gracias a los sopletes de oxígeno y propano, calentando la pieza solo en una zona.

Se puede comentar que el proceso de forjado es un ciclo, empieza por el calentamiento del metal hasta que se llega a la temperatura de forja. Luego está la etapa en la que trabajamos el metal. Y la última fase trataría del enfriamiento del metal. Como vemos podría repetirse la primera fase sin problema.

3.2. UTILIDAD DE LA FORJA.

A lo largo de los años, la forja ha sido utilizada para varios fines. El principal de todos el darle forma a los tochos de metal con la finalidad de fabricar piezas complejas y elaboración de herramientas.

Quizás el punto más positivo de la forja sea la cantidad de ventajas que se ofrece al trabajar el metal sometiéndolo a calor. Estas ventajas hacen que la forja sea una buena aplicación de conformado de metales.¹

Dichas ventajas son las siguientes:

1. Permite conseguir la misma deformación que el trabajo en frío pero con mucho menos esfuerzo. El metal se puede estirar de tres a seis veces. De esta manera podemos trabajar metales más fácilmente y conseguir a un acabado más aproximado al deseado.¹
2. Elimina cavidades internas. Tras el martilleo del metal, este se somete a altas presiones, haciendo que por este proceso desaparezcan los poros internos, las

sopladuras y pequeñas cavidades internas. De esta manera podemos conseguir que el metal se vuelva más resistente, ya que al tener defectos internos puede hacerlo más frágil. Es muy importante que el metal sea resistente para que tenga una mayor vida útil.¹ Véase la siguiente imagen.

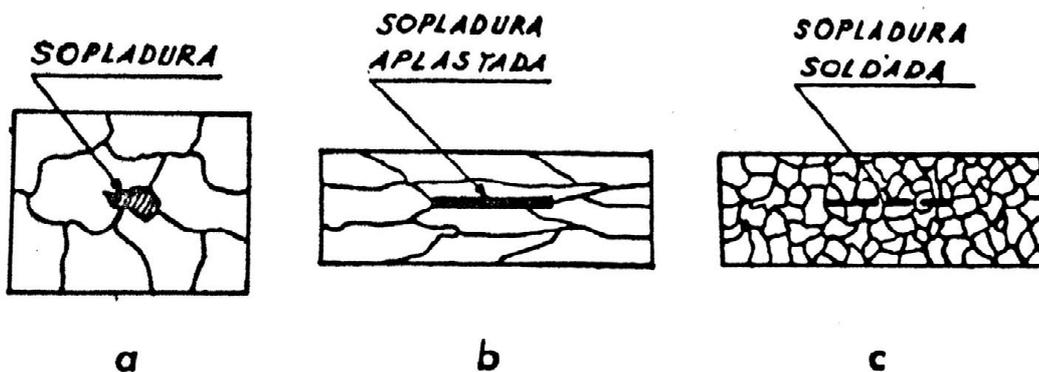


Fig. 12-2.—Soldadura por forja de una cavidad o sopladura; a), estado inicial; b), aplastamiento de la cavidad por la forja; c), soldadura de las dos caras por la recristalización del grano en la forja (Calvo Rodés).

Ilustración 4: Eliminación de sopladuras.

Fuente: [5].

3. Puesto que se producen simultáneamente la deformación y la recristalización (creación de nuevos cristales a partir de los antiguos), es posible obtener; a) un grano más fino, b) materiales más blandos y dúctiles, c) ausencia de tensiones residuales, d) estructura más uniforme.¹
4. Afinar grano. Durante el proceso de forjado se dan lugar a dos efectos: la deformación plástica de los cristales y la subsiguiente recristalización. La consecuencia lógica tiene que ser un grano más fino. Pero como en este proceso influye, de un lado, la temperatura de equicohesión (temperatura a la que se igualan la resistencia de los bordes del grano y la de los cristales) y de otro la velocidad de deformación, el efecto final dependerá de estos dos factores.¹
5. Mayor densidad.¹
6. Modifica la estructura fibrosa y por tanto, una mejor resistencia mecánica en la orientación de la fibra.¹

La forja ha sido usada para dar forma a ciertos metales, ya que su trabajo está basado en la aptitud para la recristalización y el crecimiento de los granos, solo se podrán trabajar los metales que cumplan esta doble condición, por lo tanto serán forjables:

- a) Metales puros: Aluminio (Al), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Titanio (Ti), Zinc (Zn).¹
- b) Aleaciones: De todas ellas la más importante es el acero no aleado o simplemente aleado. Los aceros altamente aleados exigen grandes esfuerzos, lo cual es un grave inconveniente. También tiende a formar grietas. Las aleaciones de Aluminio son (Al-Cu), (Al-Mg), (Al-Mn). Las aleaciones de Magnesio son (Mg-Al), (Mg-Zn), (Mg-Mn). Las aleaciones de cobre (Cu-Zn), (Cu-Sn), (Cu-Zn-Pb), (Cu-Zn-Ni). Las aleaciones de Bronce son (Cu-Al), (Cu-Ni), (Cu-Si).¹

3.3. DEFORMACIÓN EN LA FORJA.

Al trabajar un metal en la forja, ocurren deformaciones. Esta se debe a los esfuerzos a los que se somete el metal, como por ejemplo el esfuerzo de compresión y tracción.

En la siguiente ilustración, podemos ver una gráfica donde se refleja esas deformaciones. En ella se mostrará desde el punto 0 hasta A'. También tenemos que decir que las deformaciones son proporcionales a las tensiones.¹

Hay que recalcar que las tensiones internas de una pieza aparecen una vez se ha realizado el proceso de forjado.

Tenemos que trabajar el metal con un valor de σ entre los dos límites, el de proporcionalidad y el de fluencia al aplastamiento, es la tensión por el cual el aplastamiento se vuelve fijo. El valor ϵ significa el alargamiento de la pieza.¹

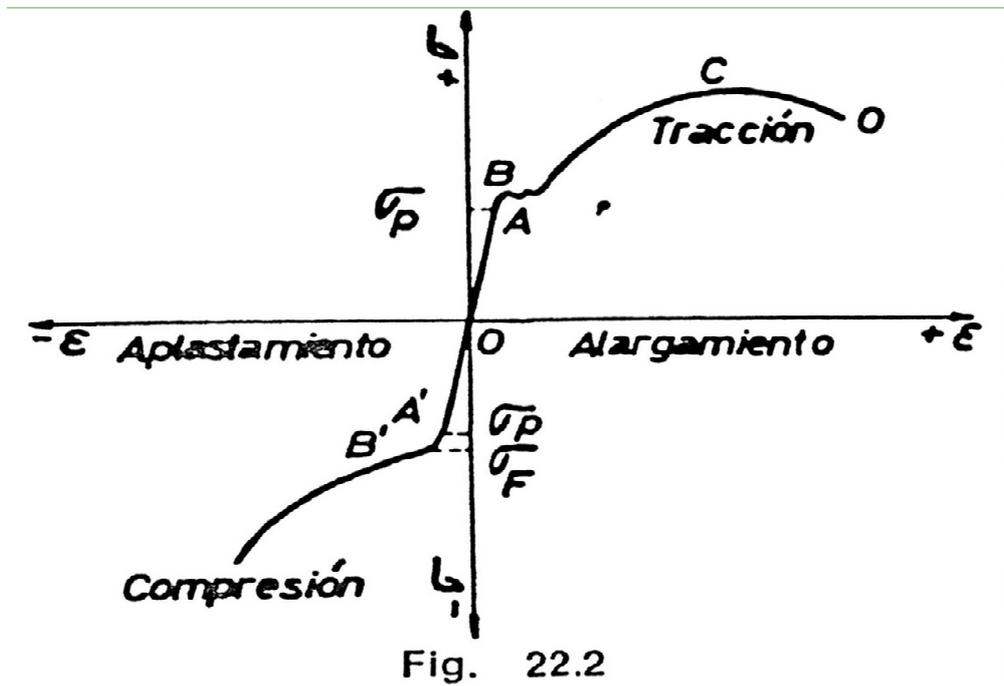


Ilustración 5: Diagrama de deformación en la forja.

Fuente: [1]

3.4. EL PROCESO TERMO-MECÁNICO DE LA FORJA.

Al trabajar un metal en la forja este se encuentra sometido a diferentes cambios térmicos y estructurales. El cambio térmico crea cambios en su estructura que nos favorecerán si se usa de la manera correcta.

Una de las características del forjado de los metales, es que el material tanto antes como después, siempre mantiene el mismo volumen. Podrá estrecharse o engrosarse (aumentar su grosor), pero siempre manteniendo el mismo volumen.

Existe un *coeficiente de forja*, que se caracteriza por ser la relación que hay entre las secciones iniciales y finales de una pieza forjada. Cuando aumenta el coeficiente de forja de un material, se mejoran sus características mecánicas longitudinales, mientras que las transversales quedan muy perjudicadas.⁶

La acción de calentar la pieza en la fragua se conoce como *caldeo*. La calda es cada vez que la pieza se calienta y se enfría. Si la temperatura desciende más de unos valores determinados se requiere que la pieza se vuelva a calentar, tantas veces como sea necesaria, hasta que se finalice la pieza. Hay que intentar conformar la pieza con el menor número de caldas posibles.⁷

Como habíamos dicho anteriormente existen dos procesos de forja, la forja en frío y la forja en caliente. La forja en frío no tiene ningún proceso térmico ya que se usa a temperatura inferior a la de recristalización.

Ahora bien, centrándonos en los procesos térmicos que tienen lugar en el forjado en caliente como la conformación en caliente que se usa temperatura superior a la de recristalización. Cuando se trabaja el metal a una temperatura ambiente nos exponemos a que la velocidad con la que el metal pasa al estado estructural estable sea muy lenta, por eso es posible aumentarla incrementando la temperatura del metal. Con ese proceso de calentamiento hacemos que se incremente la agitación térmica y una mayor movilidad atómica. En el proceso de calentamiento del metal se da lugar a tres importantes etapas: Restauración, Recristalización y Crecimiento del grano.¹

- a) Restauración: Se caracteriza por la tendencia que tiene los átomos de pasar a una posición de equilibrio estable, sin que aparentemente haya movimiento alguno de los contornos de los granos. Mientras dura esta etapa se contrarresta la consolidación, en el metal desaparecen las tensiones internas y la dureza y el límite elástico disminuyen ligeramente.¹

- b) Recristalización: En esta etapa se da lugar a la formación de nuevos cristales a partir de los antiguos deformados. Empieza con la formación de pequeños gérmenes que aparecen en los lugares de mayor deformación. En estos lugares conocidos como planos de deslizamiento (zona deformada) se producen las dislocaciones (defectos lineales que se producen en el interior del metal cuando se producen tensiones). Debido a estas deformaciones aparece el maclado (movimiento de los átomos del metal desde un plano a otro que es paralelo al anterior). Estos gérmenes crecen a expensas de los átomos que les envuelven y, por último, sustituyen al edificio cristalino deformado. Mientras ocurre estos

cambios estructurales el metal recupera su plasticidad, así como también las propiedades físicas tienden a alcanzar los valores que tenían antes de la deformación.¹

En esta etapa podemos observar diferentes curvas y también dos puntos de inflexión (puntos donde varía la concavidad de la recta), al comienzo y al final del intervalo que se designa como intervalo de recristalización. La cristalización empieza cuando se da lugar una modificación brusca de las propiedades y cuando termina la fase de deformación ha desaparecido. Experimentalmente se ha observado que la temperatura a la que comienza la recristalización disminuye al aumentar el tiempo de calentamiento y al aumentar el grado de acritud. Suele tomarse como temperatura aproximada de referencia según Portevin (efecto Portevin, sobre la relación entre tensión y deformación), la mitad de la fusión del metal, en grados Kelvin, es decir:¹

$$T_r = 0,42T_f$$

- c) Crecimiento del grano: Cuando el proceso de recristalización se da por finalizado el tamaño del grano es G . Si hay una continuación del calentamiento por encima de la temperatura de recristalización θ , comienza otra etapa, durante la cual el grano recristalizado continúa creciendo a medida que aumenta la temperatura. El crecimiento del grano (llamado *coalescencia*) por encima de la temperatura de recristalización dependiendo del tiempo de calentamiento y la temperatura.¹

A medida que vamos elevando la temperatura y deformándolo a la vez, se aumenta la agitación térmica y se disminuye la tensión de cizallamiento. Para que el metal no tenga acritud después del deformado se requiere que la velocidad de recristalización sea elevada, para que todos los granos se hayan recristalizado bien. Por eso hay que mantener en el metal esa temperatura el tiempo suficiente para que la cristalización sea completa.¹

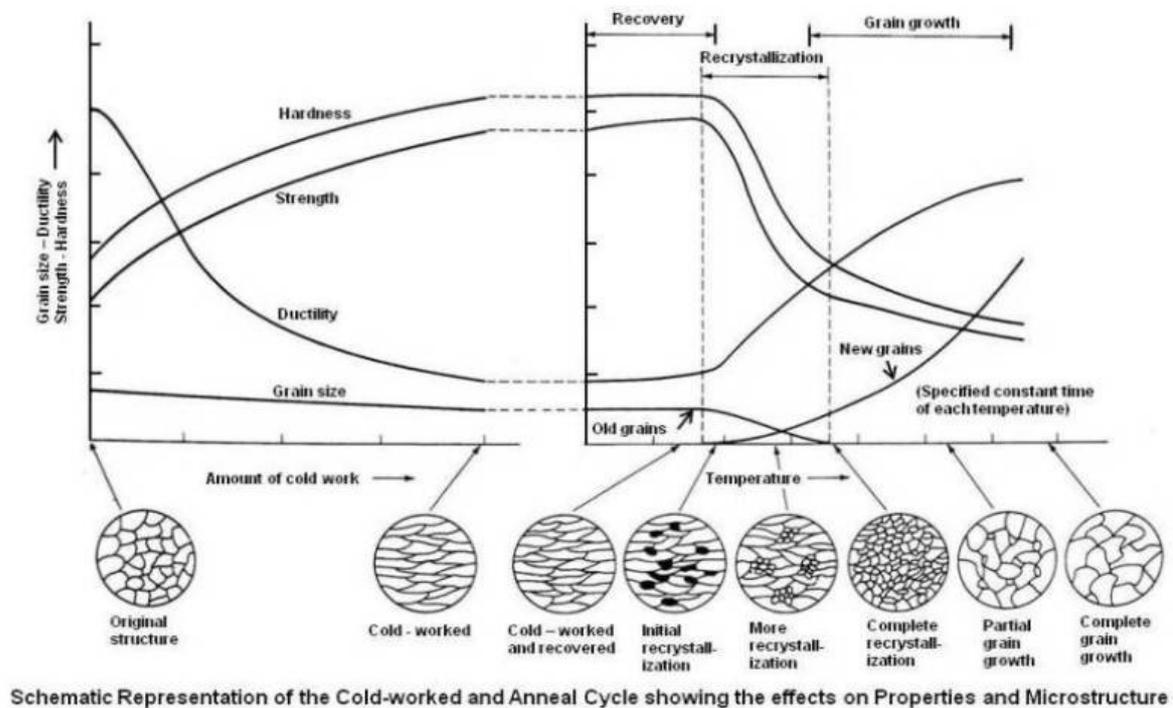


Ilustración 6: Procesos térmicos.

Fuente: [8]

En la gráfica superior se relaciona el tamaño del grano y la ductilidad frente a la temperatura. También podemos ver representadas las tres fases, Recuperación, Recristalización y Crecimiento del grano.

En la ilustración superior, podemos ver un esquema general de todos los procesos que ocurren en el calentamiento y enfriamiento de una pieza de metal. Hay que recordar que estos procesos ocurren sucesivamente uno tras otros, desde que se calienta el metal hasta que se enfría.

Podemos variar la composición interna de un metal mediante varios tratamientos térmicos, podemos usarlos según sea nuestra necesidad, para otorgarle al metal ciertas características.

Estos tratamientos son el Recocido, Temple, Normalización y el Revenido, serán explicados en la siguiente página

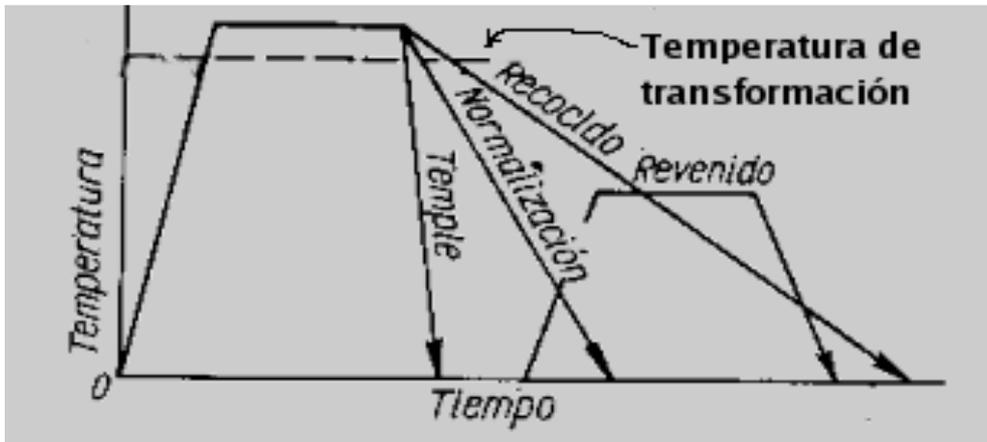


Ilustración 7: Tratamientos térmicos.

Fuente: [9]

- **Temple:** Su función es darle al metal mayor resistencia y mayor dureza, pero también aumenta su fragilidad. Su procedimiento consiste en enfriar bruscamente un metal que está a 800°C sumergiéndolo en un baño de agua o aceite a temperatura ambiente.
- **Normalización:** Es el enfriamiento al aire libre y a temperatura ambiente de forma gradual.
- **Revenido:** Consiste en corregir los defectos que se han agravado en el temple dando al metal una resistencia más uniforme. Se lleva a cabo mediante un recalentamiento. Consiste en recalentar el metal templado a una temperatura relativamente baja, sobre unos 320°C, y luego se deja enfriar poco a poco o por inmersión a bajas temperaturas. Con este procedimiento el metal templado reducirá un poco la dureza, ganando tenacidad.
- **Recocido:** Este tratamiento consiste en devolver las cualidades originales del hierro que se había perdido durante el proceso de forjado. El procedimiento es dejar enfriar el metal lentamente. Una técnica usada, es enterrar el metal en las cenizas que están alrededor del fuego, pero sin estar en el centro donde se calienta las piezas, es decir una zona donde las cenizas que mantienen el calor ya que nosotros necesitaríamos una temperatura inferior a la del hogar, en torno a unos 200 - 700°C, o también se puede meter la pieza en un horno a dicha temperatura.



Ilustración 8: Zona donde se hace el recocido con cenizas.

Fuente: Trabajo de campo.

La temperatura del forjado del metal depende de cual este forjando, no es lo mismo forjar una aleación de aluminio con una temperatura de forjado de unos 350°C a un forjado de acero al carbono con una temperatura de 850°C. El herrero principalmente trabaja con aceros al carbono, por eso mismo nos centraremos en estos. Hay que seguir las normas del fabricante en cuanto a la temperatura de forja de cada metal.

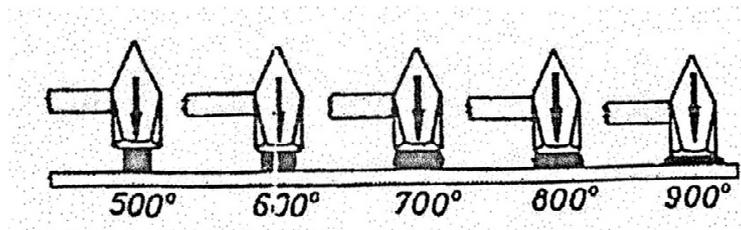


Ilustración 9: Influencia de la temperatura en la deformación.

Fuente: [7]

En la ilustración superior vemos la importancia que tiene forjar un metal a la temperatura adecuada, eso se llama *Influencia de la temperatura en la deformación*. Es muy importante forjar un metal a la temperatura adecuada. Cuanto más cerca este la temperatura del punto de fusión, sin llegar a alcanzarlo, más fácil será su forjado. Del mismo modo sería en su caso opuesto, forjar a temperaturas muy inferiores puede provocar serios defectos en la pieza forjada, como vemos en la página 160.

No es muy sencillo determinar la temperatura a la que se encuentra un metal mediante ningún aparato, por eso el mejor sistema es el siguiente. Una plantilla donde a cada color que tenga el metal se le otorga una temperatura determinada. De ésta manera sabiendo el color sabremos la temperatura del metal.

Una forma de poder apreciar los tonos de los colores que va adquiriendo el metal es estar en penumbra.

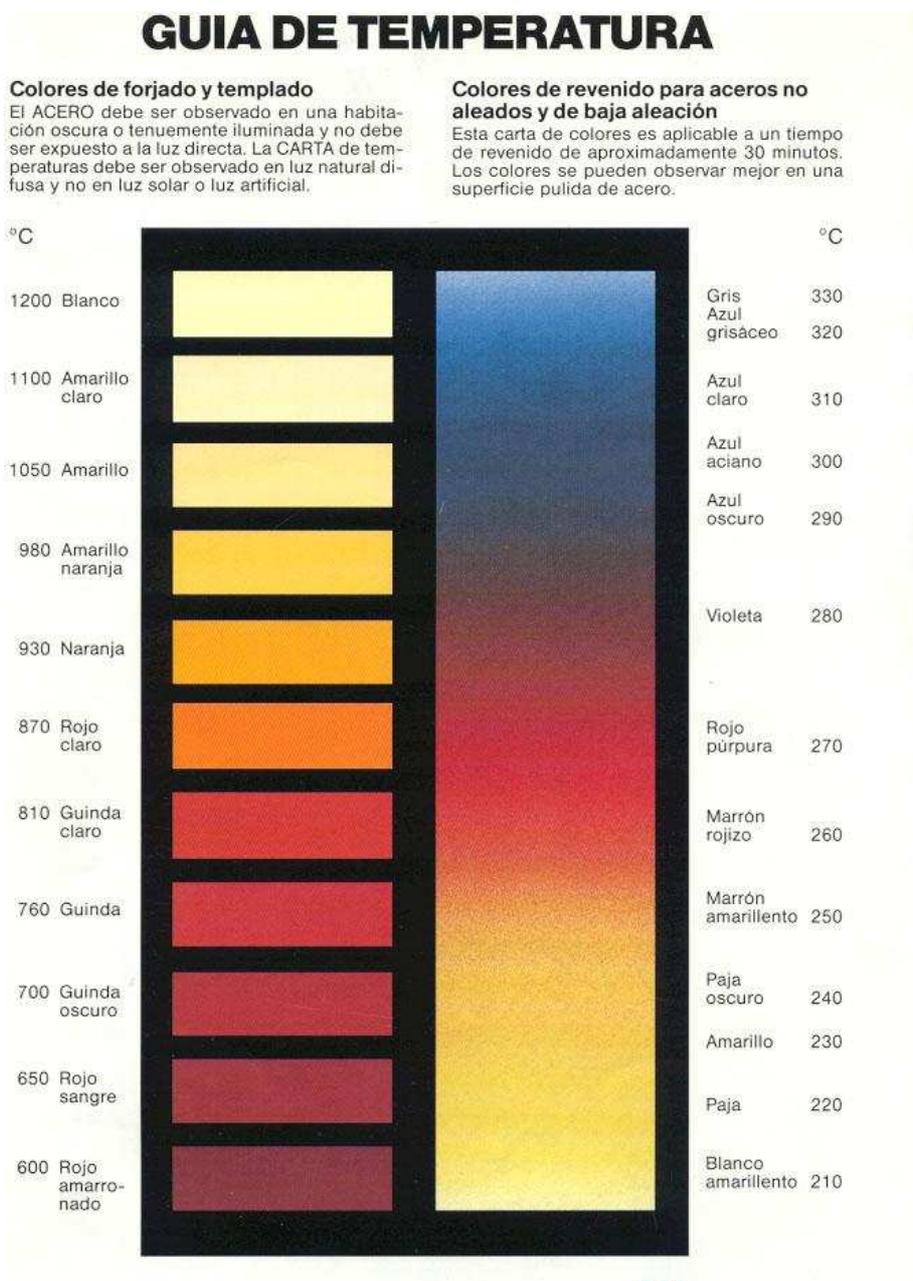


Ilustración 10: Escala de colores según temperatura del metal.

Fuente: [10].

3.5. LA FORJA EN CANARIAS.

El oficio artesanal de la forja en Canarias no existía antes de la conquista, ya que los aborígenes no conocían el metal. El metal se introduce tras la conquista de las islas, dando lugar a la aparición de este oficio. Tras la conquista de Las Islas Canarias en el siglo XV estas se convierten en un punto importante para las conexiones americanas y africanas. De este modo las islas se vuelven una parada obligatoria para las travesías transatlánticas y africanas, siendo así punto de reparación naval.¹¹⁻¹²

Los primeros herreros que encontramos en canarias son de tiempos de la conquista, porque su principal función y tarea era la reparación de las embarcaciones y abastecimiento del ejército. En esta época el oficio de herrero era muy respetado y los que de mayor prestigio gozaban.¹¹⁻¹²

Desde entonces el oficio de herrero fue creciendo y derivándose a diferentes ámbitos bien diferenciados:

- Fabricación de herrajes y elementos arquitectónicos. Así como todos los elementos y partes de los carros, otros medios de transporte y piezas de molinos.¹¹⁻¹²
- En el ámbito rural, nos encontramos con la fabricación de aperos de labranza así como azadas, hoces, herramientas y elementos que están relacionados con los herrajes y cuidado de los animales.¹¹⁻¹²
- Otro grupo más específico y menos común son los herreros de fondo de barranco, conocido así por su especialización en la construcción y el mantenimiento de maquinaria específica para la extracción de agua subterránea mediante bombas de los pozos.¹¹⁻¹²
- Un gran ámbito es el marítimo, donde encontramos especialistas en la fabricación de piezas metálicas para embarcaciones, también encontramos el mantenimiento y la reparación de estas embarcaciones. Dada la importancia que tiene la pesca en canarias este ámbito se convierte en una tarea esencial para el principal desarrollo de las actividades portuarias.¹¹⁻¹²

El oficio de herrero era heredado de padres a hijos siendo transmitida de generación en generación. Normalmente existía al menos una herrería por pueblo. Estos se encargaban de todo tipo de trabajos ya que al ser limitados en una comunidad tenían que abarcar muchos ámbitos.¹¹⁻¹²

En torno al 1930 y al 1970 encontramos en canarias una gran industria pesquera, lo cual conlleva una gran industria de reparación y construcción naval. Sobre estos años era muy común ver en los puertos muchos talleres dedicados a la forja (acción de trabajar el metal gracias al aporte de calor), la herrería (talleres dedicados a la forja, principalmente herraje de animales, posteriormente dedicados a todo trabajo del metal) y de fundición, realizando piezas para barcos como rosones (anclas para embarcaciones pequeñas), anclas, clavos, hasta todo tipo de herramientas agrícolas.¹¹⁻¹²



Ilustración 11: Herrería y forja de los años 1930

Fuente: [13].

En esta ilustración anterior se muestra una herrería de la isla de Gran Canaria de los años 30, eran muy abundantes ya que era el principal medio de moldear el metal. En las herrerías de los pueblos del interior de las islas principalmente Gran Canaria se llevaba a cabo otras tareas totalmente opuestas al oficio. Los herreros compaginaba su trabajo con la de hacer de veterinario en su pueblo, del mismo modo le podían poner una herradura a un caballo o burro como curaban y atendían a animales enfermos.¹¹⁻¹²



Ilustración 12: Puerto de Santa Cruz de Tenerife en 1930.

Ilustración nº: [13].

Como se puede ver en la imagen superior, nº11, comprobamos la gran afluencia de barcos de estos años en la isla de Tenerife, es imagen que afirma la gran industria que había en las islas.

La forja hoy en día se encuentra abandonada, debido a los procesos de la industrialización, podemos encontrar algún artesano que se dedique al oficio real del herrero pero es prácticamente un grupo muy minoritario, principalmente nos encontramos con artesanos que trabajan el metal con el fin ornamental, decorativo. Algunos de los objetos más demandados son los cabeceros de camas, espejos de forja, lámparas barandillas de escaleras, balcones, rejas de ventanas y decoración tipo medieval.¹¹⁻¹²

3.6. LA FORJA EN LANZAROTE Y EN TEGUISE.

En el siglo XV, tras la conquista de las islas orientales de Canarias, tales como Lanzarote y Fuerteventura fueron las primeras en conquistarse de las siete Islas Canarias y siendo Lanzarote la primera de todas, en el año 1402.

Tras este acontecimiento se asienta en Lanzarote una gran base donde se encontraban las principales reparaciones de los navíos y de armamento que habían sido utilizados en la conquista del resto de las islas.¹⁵

Con el paso de los años allá por el año 1760 George Glass viaja a las Islas Canarias y relata en uno de sus libros, que Lanzarote posee unas de las flotas más importantes de las islas, por aquel entonces la isla contaba con una flota de 278 barcos. Esto se debía a que el banco pesquero Sahariano este muy próximo a la isla y en relación directa proliferó la industria pesquera. Esto conllevaba una gran industria de reparación naval, siendo la forja la única manera de conseguir piezas metálicas con unas especificaciones determinadas.¹⁵



Ilustración 13: Taller de forja en Arrecife, en la calle La Inés.

Fuente: [14].

La forja en Lanzarote aumento con el paso de los años, en torno a 1900 debido a la gran industria pesquera. La mayoría de los talleres se encontraban en la zona de Puerto Naos, el puerto pesquero de Lanzarote, de esta manera estaba próximo a los barcos que necesitaban reparaciones o fabricar alguna pieza específica para proseguir su marcha a la costa africana para pescar.¹⁵

3.6.1. FORJA EN TEGUISE

Hacia el interior de la isla era común encontrar talleres de herrería, en este caso más dedicados a los aperos de labranza. En especial Teguisse, más conocida como La Villa de Teguisse. Debido a que tiene la capital de la isla hasta el 1847. Muchas de la empresa y personas se asentaban en este municipio.¹⁶

Debido a la importancia del campo, muchos agricultores se vuelven artesanos ante la necesidad de reparar y fabricar sus propios aperos. Por ese motivo La Villa de Teguisse contaba con varios artesanos de la herrería, agricultores que combinaron el campo con la fabricación y reparación de piezas durante varios años, así como José Peña Riquel y Domingo García Padrón en 1829. José Herrera Saavedra agricultor, molinero y en sus ratos libres artesano.¹⁶

Hay que destacar en 1915 una persona muy especial en Teguisse, y es Don Juan Martín, más conocido como “Maestro Juan”, una persona muy habilidosa que con mucho trabajo hacia auténticas obras de artes. Antes la gente hacia de todo, en el caso de Juan Martin era jefe de obra, carpintero, restaurador, herrero, latonero.¹⁶

Fue el encargado de la reconstrucción de los herrajes de las puertas y demás elementos metálicos de la iglesia Nuestra Señora de Guadalupe en Teguisse, tras sufrir un incendio en 1909.¹⁶



Ilustración 14: Iglesia Ntra. Sra. de Guadalupe Teguisé tras ser incendiada en 1909

Fuente: [17].

Con el paso de los años, van surgiendo nuevos herreros y artesanos en La Villa de Teguisé. Como por ejemplo la familia Padrón y Sosto, este último especializado principalmente en la latonería, (trabajo del latón). Su hijo se dedica actualmente a hacer algún trabajo de soldadura.¹⁶

IV. METODOLOGÍA

IV. METODOLOGÍA.

Para la elaboración de este Trabajo de Fin de Grado se ha empleado una metodología, que se ha dividido en los siguientes apartados.

4.1. DOCUMENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA.

La redacción del Trabajo de Fin de Grado (a partir de ahora TFG), se ha realizado utilizando una documentación específica, tanto verbal, así como los conocimientos cedidos y transmitida por los propios artesanos y expertos en la materia a través de entrevistas. Y por documentos bibliográficos, tales como libros, webs, artículos, etc.

4.2 METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO.

La metodología que se ha llevado a cabo, para la realización de este TFG ha sido el continuo trabajo de campo y de investigación. Desde el punto bibliográfico hasta el trabajo in situ, poniéndome en contacto con profesionales de la materia y aplicando los conocimientos adquiridos en el proceso de elaboración del proyecto. Así como también mi estancia en el taller de Pepe Cañada, me sirvió para aprender mucho sobre este oficio.

4.3 MARCO REFERENCIAL.

Nuestro marco referencial al que hemos estado vinculados para la realización de este trabajo, ha sido la isla de Lanzarote, en especial Talleres de forjas y herreros. Empezando como punto de partida en La Villa de Teguisse, donde se encuentra una fragua que mi familia ha ido usando desde hace años. Y acabando en un taller de forja, actualmente el único herrero de Lanzarote.

V. RESULTADOS

V. RESULTADOS.

Este apartado es el resultado de una ambición y un interés desde niño por los oficios antiguos y sobre todo por los trabajos manuales. Desde pequeño, he admirado eso de realizar una pieza con tus manos.

En mi familia hay una fragua donde se arreglaban útiles de labranza, y anteriormente existía otra mucho más antigua, hoy en día en desuso. Teniendo esto como base, se me ocurrió la idea de indagar más sobre este tema, la fragua y forja en Lanzarote y en La Villa de Teguiuse, que es mi pueblo natal y me dispuse a realizar una investigación sobre este oficio ya olvidado.

Con los conceptos claros tuve que desplazarme a Lanzarote, para buscar información e investigar sobre este oficio ya prácticamente inexistente, debido a los procesos industriales que han facilitado la producción en gran escala de piezas que abaratan los costes, hace que la forja sea una labor muy costosa. Todo esto ha hecho que este oficio haya ido a menos en gran parte de las islas. Por suerte podemos encontrar restos de esta historia, ya sea en forma de piezas como en forma de artesanos que pese a este impedimento siguen trabajando ganándose el sustento a base de esfuerzo.

A lo largo de este apartado veremos todo el trabajo que se ha ido realizando desde hace años por los artesanos de Lanzarote en activo y ya jubilados que han querido ceder su sabiduría y sus conocimientos para que este oficio no se pierda y se recuerde.

Debido a la falta de información escrita sobre la forja en Lanzarote tuve que hacer un trabajo de campo, desplazándome personalmente a los historiadores municipales y a los talleres de artesanos que están trabajando actualmente o que han trabajado y que han sido toda una personalidad en su pueblo e incluso fuera de este. Así como José Cañada, más conocido como Pepe Cañada, que sigue en activo y el cual durante mi estancia en Lanzarote estuve yendo a su taller diariamente, con la finalidad de aprender, que mejor manera de aprender sobre la herrería que trabajar con un herrero. Y Marciano Acuña, ya retirado, herrero del pueblo de Haría.

5.1. LA FRAGUA.

Como bien mencioné anteriormente, en casa de mi abuelo en La Villa de Teguise durante muchos años el hermano de mi abuelo materno José Manuel Herrera Saavedra, más conocido como Pepe Herrera, tenía una fragua, pero de uso particular, para reparar aperos de labranza, y en algún caso para hacer algún encargo a gente del pueblo. He de mencionar que tenía una gran imaginación y unas habilidades para realizar trabajo manuales muy sorprendentes. Continuamente llegan a mis oídos retos que consiguió fabricar, quizás inimaginables, pero pensemos que era una época en la que los recursos escaseaban y había que ingeniárselas para resolver ciertos problemas.

Antiguamente el único sustento de la clase media era dedicarse a la agricultura y al ganado. Por ese motivo había que tener aperos de labranza, los más adinerado podían permitirse comprarlos a otros artesanos, pero muchos no corrían esa suerte así que, gran parte de agricultores fabricaban sus propias herramientas, y reparaban las herramientas desgastadas por la arena volcánica conocida aquí en Lanzarote como (rofe, arena o picón) que es muy abrasiva y desgasta las herramientas. Aquí podemos ver dos imágenes representando el antes y el después de este desgaste de dos plantones, herramienta usada para sembrar.



Ilustración 15: Antes y después de un plantón.

Fuente: Trabajo de campo.

La fragua original fue destruida al reformar la casa antigua de mis abuelos maternos, Manuel García Cruz y Marina Herrera Saavedra. Pero aún se pueden encontrar partes y restos de dicha fragua, así como el fuelle.

Poniéndome en contacto con mis tíos he podido realizar un boceto de cómo era la fragua en su época, ya que ellos la vieron en funcionamiento. Se desconoce su fecha de fabricación pero se piensa que aproximadamente se utilizó durante los años 1930-1960.

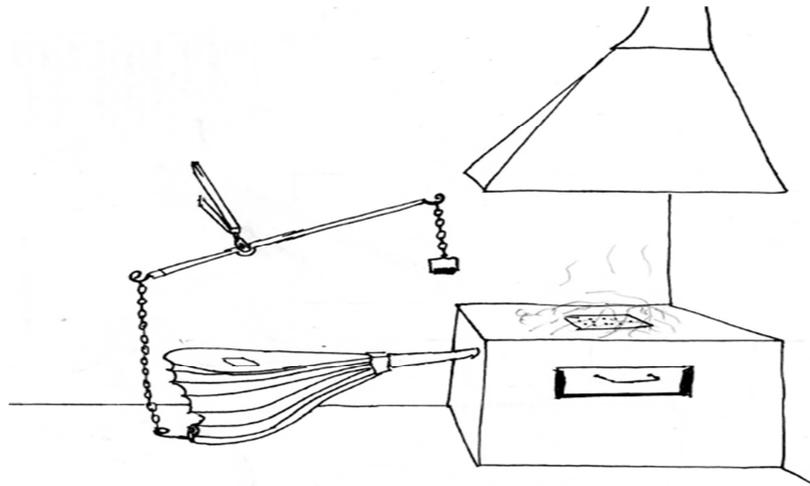


Ilustración 16: Boceto de la antigua fragua familiar.

Fuente: Elaboración propia.

El tío de mi madre, Pepe Herrera era agricultor, molinero, él construyó esta fragua antigua para hacerse sus propias herramientas y repararlas. Era una fragua de albañilería, fabricada mediante cantos y cal, los cantos eran extraídos de una cantera y cal de las caleras existentes en los llanos de Tegui. Estaba construida con un muro exterior de cantos que hacía de hogar.

La base del hogar de la fragua estaba compuesta por una superficie plana, hecha con *piedra hornera*, es una piedra volcánica de color rojiza, que tiene la capacidad de mantener el calor, debido a sus propiedades refractarias. La piedra era tallada de forma que quedaba una superficie prácticamente lisa, se colocaban como ladrillos, haciéndola encajar unas con otras a la perfección. Esta piedra era usada comúnmente en los hornos de panaderías y cocinas, debido a esas propiedades para mantener el calor.



Ilustración 17: Piedra hornera.

Fuente: Trabajo de campo

Por el lateral izquierdo tenía un fuelle para avivar la llama de la fragua. El fuelle constaba de dos caras de madera con dos orificios, uno en la parte superior y otro en la inferior, con una lengüeta de cuero que hacía la función de válvula, dejando entrar el aire al interior del fuelle cuando este se expande. Estaba recubierto de cuero por todo su lateral, agarrado con chinchetas en sus refuerzos internos.



Ilustración 18: Fuelle, vista lateral y trasera.

Fuente: Trabajo de campo.

La parte por la que salía el aire del fuelle está fabricada por un cilindro de madera donde se unía los laterales de cuero y las dos tapas, para sellarlo lo máximo posible. Y en su extremo tenía un tubo metálico para hacer llegar el aire a la fragua.



Ilustración 19: Vista general del fuelle.

Fuente: Trabajo de campo.

Este se encontraba instalado en un principio sin accionamiento, cada vez que había que soplar aire se hacía manualmente, pero más tarde se le instaló una cadena unida a la parte inferior de tal forma que la parte que se accionaba era la parte inferior, tirando de dicha cadena esta subía expulsando el aire hacia la tobera de la fragua, y al dejar de accionar la cadena el fuelle bajaba por su propio peso, llenándose de aire para su próximo soplado. Así se podía atender la pieza que se encontraba en la fragua y avivar el fuego. El cuerpo del fuelle está formado por cuero, clavado mediante chinchetas a las tapas.

La tobera de salida del aire estaba justo en el centro del hogar de la fragua, esta estaba hecha de una chapa de hierro gruesa, fue hecha a mano y tenía ese grosor precisamente para soportar las altas temperaturas a la que está sometida la fragua. Esta chapa tenía unos orificios para que salga el aire con suficiente caudal para que la fragua funcione, pero estos orificios tienen que ser de un tamaño pequeño para que no se caiga la escoria del hierro ni las partículas del carbón y las cenizas.

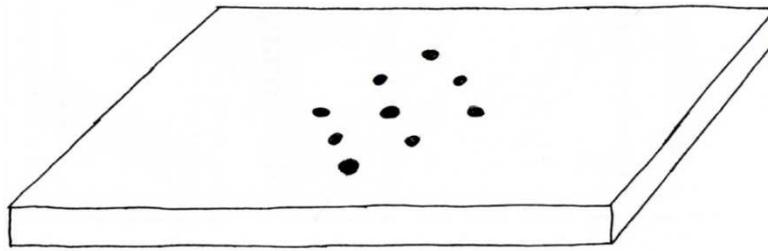


Ilustración 20: Tobera de aire del hogar de la fragua.

Fuente: Trabajo de campo.

En el tubo que conectaba el fuelle con la tobera de salida del aire en el hogar, tenía en la parte de abajo una chapa que se podía quitar para retirar las cenizas que se había colado por la chapa.

Esta fragua se usó durante años para la fabricación y reparación de aperos como ya mencione anteriormente. Estos aperos eran fabricados con trozos de hierro que se encontraban en el pueblo, desde tubos, bidones, herramientas viejas, siendo la principal fuente de hierro las ballestas de suspensión de los coches.



Ilustración 21: Ballestas utilizadas para forja.

Fuente: Trabajo de campo.

Las ballestas están fabricadas con un alto contenido en carbono, esto las hace difícil de mecanizar, de forjar y de temprar, pero con las técnicas apropiadas lo podemos hacer. Era y es un acero muy popular a la hora de forjar ya que es muy accesible y muy fácil de encontrar, en cualquier sitio había coches y carros viejos, por este motivo fue uno de los más utilizados.

Aquí a continuación pongo unos ejemplos de aperos de labranza, herramientas y otros objetos que fueron fabricados por la antigua fragua familiar.

En la primera imagen un escardillo, usado para quitar la hierba pequeña de los arenados.



Ilustración 22: Escardillo, hecho con hoja de muelle y unido con remaches.

Fuente: Trabajo de campo.

En la siguiente ilustración, la nº 23, se aprecia un rejucho, un elemento que se coloca en la punta de los palos de los pastores, para poder caminar sin que el palo se estropee.



Ilustración 23: Rejucho, hecho de una sola pieza.

Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 24: Herramienta de corte para cantería, hechas de una sola pieza.

Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 25: Herramienta de corte para cantería, hechas de una sola pieza.

Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 26: Cortahierro, hecho de acero de ferralla.

Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 27: Rastrillo, los dientes son pasadores con la cabeza remachada.

Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 28: Gancho para puertas.

Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 29: Plantón, hecho de una ballesta y de una sola pieza.

Fuente: Trabajo de campo.

5.1.1. LA FRAGUA NUEVA.

Años más tarde, el hermano de mi madre Domingo García Herrera, profesor de Tecnología, Soldeo y Mecanizado, decidió diseñar y fabricar una fragua, con la finalidad de recuperar la herencia de la antigua fragua familiar. La fragua está ubicada en la parte antigua, de casa de mis abuelos maternos, en La Villa de Teguiise.



Ilustración 30: Casa de mis abuelos, Villa de Teguiise.

Fuente: Trabajado de campo.

ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA FRAGUA. OBTENCIÓN DE PIEZAS METÁLICAS POR CONFORMADO DE METAL.

La fragua actual, es moderna y portátil, está fabricada en hierro, a base de tubos, chapas metálica, y pletina de perfil plano soldados entre sí. Y consta de un motor eléctrico unido a un ventilador que suministra un caudal constante de aire.

Actualmente la fragua se encuentra parada, solo se usa cada cierto tiempo para afilar los cinceles, picaretas y cuñas de hierro que se han desgastado de trabajar la piedra. También se suele hacer alguna reparación de un apero de labranza así como escardillos o plantones, pero es algo raro ya que el campo se trabaja cada vez menos.



Ilustración 31: Vista de la fragua.

Fuente: Trabajo de campo.

El diseño de esta es sencillo, muy básico. Pero lo más importante es que cumple con su función a la perfección.

El hogar está construido con una forma circular de tronco-cono invertido. Con unas platinas de acero en la base como refuerzo en la parte inferior.



Ilustración 32: Vista del hogar de la fragua.

Fuente: Trabajo de campo.

Como medida de mantener el calor al máximo y evitar que se pierda energía calorífica para mejorar el calentamiento del metal, tiene un revestimiento de ladrillo refractario, y a su vez por la parte interna tiene otra chapa que encierra los ladrillos aislándolos del carbón. De esta forma tenemos un hogar con paredes más anchas, más aislante, así mismo conseguimos menos pérdida de calor, que se usara para el calentamiento. Solo de la mitad hacia arriba lleva carbón, de la mitad hacia abajo es ladrillo refractario.



Ilustración 33: Hogar y borde del hogar de la fragua.

Fuente: Trabajo de campo.

Desde el hogar sale un tubo de hierro con una posición horizontal hacia el ventilador, que hace de conducto para que el aire circule hasta la fragua.



Ilustración 34: Tubo del aire hacia el hogar.

Fuente: Trabajo de campo.

Como la parte interior del hogar sería de la siguiente forma. El tubo de entrada del aire atraviesa el hogar transversalmente, y en su punto final tiene una brida para cerrar y aislar el tubo.



Ilustración 35: Brida de cierre, para limpiar las cenizas.

Fuente: Trabajo de campo.

Como se puede ver en la ilustración superior, esta fragua no tiene depósito de cenizas, para limpiarlo lo que se hace es quitar la tapa del tubo y con una varilla que tiene una media luna soldada en la punta se mete por el tubo y así se retira la escoria y la ceniza que se hayan colado por la tobera saldrán hacia el exterior.

El tubo que suministra aire a la fragua, pasa por el medio del hogar, para hacer que la tobera de salida de aire este justo en el centro del hogar. Esta era un tubo soldado verticalmente sobre el tubo que atraviesa la fragua y en la parte superior del tubo tenía una chapa plana gruesa con unas ranuras para que salga el aire hacia el hogar de la fragua. Ranuras hecha lo suficientemente grande para que salga aire sin problema y que las cenizas y las partículas de carbón no entren en la tobera.

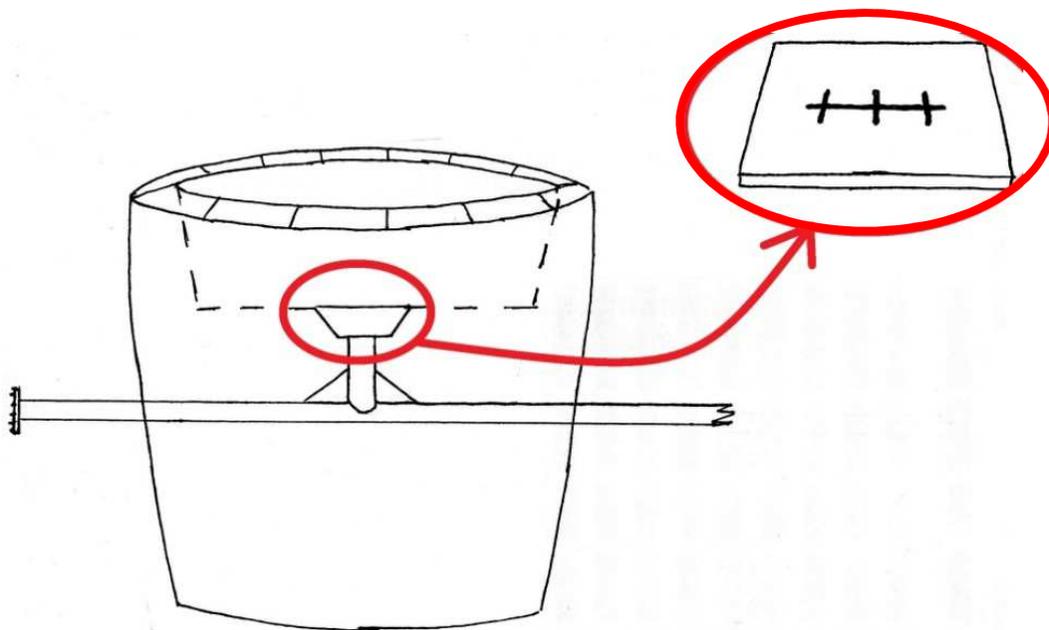


Ilustración 36: Detalle de la tobera.

Fuente: Trabajo de campo.

Para la producción de aire, tenemos un electroventilador de la marca Casals modelo *ma 18 m2b 82*. Es un ventilador especial para avivar fuegos de las fraguas. Tiene un voltaje de 125/220V. Gira gracias a un motor asíncrono de jaula de ardilla.



Ilustración 37: Electroventilador de la fragua.

Fuente: Trabajo de campo.

Como en toda forja, en la fragua familiar también tenemos el mítico yunque con su pedestal, en nuestro caso no es un yunque como a los que estamos acostumbrados a ver normalmente, este es un trozo de hierro macizo que el tío de mi madre, Pepe Herrera ya lo usaba para forjar piezas, y actualmente es lo que usamos de yunque.

Este yunque también tiene los agujeros redondos o más conocidos como contrapunzón, para doblar hierros, o para hacer agujeros y que el punzón pase por ahí.



Ilustración 38: Yunque con dos contrapunzones.

Fuente: Trabajo de campo.

En uno de los extremos podemos ver una bigornia circular, normalmente se usa para darle forma curva a las piezas.



Ilustración 39: Yunque con la bigornia circular a la derecha.

Fuente: Trabajo de campo.

Y como todo yunque tiene que estar sobre un cepo o pedestal. Aquí muestro el que usamos en la fragua de mi familia. Consiste en un tronco de un árbol, cortado y enterrado en el suelo para que tenga una buena base y este bien sujeto. De esta forma no se moverá cuando tenemos el yunque arriba y estamos trabajando. El pedestal también es importante porque absorberá los golpes y los amortiguará



Ilustración 40: Pedestal o cepo.

Fuente: Trabajo de campo.

5.2. ÚTILES UTILIZADO EN LA FORJA.

En todo taller de forja nos encontramos una cantidad enorme de herramientas y de equipo necesario para la forja, muchas de esas herramientas pertenecen a una misma clase, pero hay mucha variedad. Dependiendo de la pieza que se vaya forjar es necesario usar una herramienta o un accesorio diferente. Como es el caso de los Tases (accesorios para trabajar el metal) y las Tenazas.

Es importante decir, ya que es muy curioso, que la gran mayoría de las herramientas de los herreros han sido creadas por los propios artesanos, así como martillos, tenazas, tases, grifas. De esta manera se puede tener una gran variedad de útiles, dependiendo de la necesidad. Fabricaban una herramienta nueva cuando estaban haciendo algún trabajo y veían que necesitaban una específica, para poder realizarlo.

5.2.1. EL YUNQUE.

Como sabemos el yunque junto con el martillo, son unas de las piezas más populares y fundamentales en todo taller de forja. Pero hablando del yunque, este consiste en un bloque de hierro macizo con unos orificios, uno redondo y otro cuadrado, un extremo en forma cónica llamada *bigornia* y otra piramidal con el nombre de *cola*, donde se trabaja el metal golpeándolo con un martillo. En el orificio cuadrado se pueden alojar accesorios como por ejemplo los tases, y en el redondo llamado contrapunzón para realizar punzonados y doblado.

En algunos casos, en vez de yunques, se usaban vigas de hierro en I, o trozos macizos de hierro que pudiera servirles.

En las bigornias se trabaja el metal, golpeándolo sobre esta superficie curva conseguimos que el material adquiera una forma curvada. A parte de las bigornias, en algunos casos los yunques, tenían un saliente en uno de sus bordes, eran conocidos como anteyunques.

Los yunques estaban sobre un cepo o pedestal, que es un tronco de roble enterrado en el suelo del taller, que absorbe todos los golpes y reducen el efecto rebote, que origina cuando golpeamos el yunque. Los podemos ver unidos entre sí mediante clavos o abrazaderas metálicas, así garantizaban que estaban inmóvil mientras trabajaban. En algunos casos, entre el yunque y el pedestal se ponía un trozo de cuero para que absorba más las vibraciones.

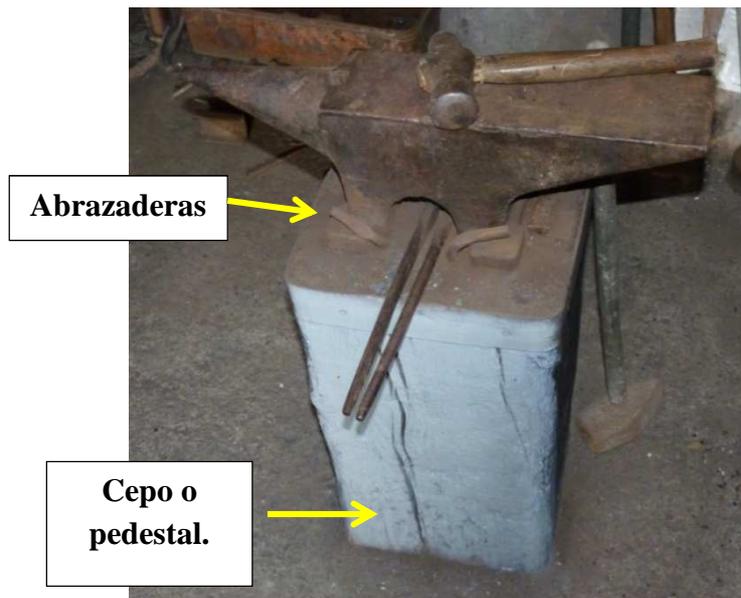


Ilustración 41: Yunque con su cepo o pedestal.

Fuente: Trabajo de campo.

El yunque tiene que tener una altura correcta para que nuestra posición al trabajar sea la más cómoda y nuestro cuerpo no sufra secuelas de trabajar en una mala posición. La parte del cuerpo que más suele sufrir por una mala postura es la zona lumbar y las cervicales, si a esto le añadimos que la forja es un trabajo de estar golpeando metal con metal, el cuerpo sufre aún más, sobre todo las manos y las articulaciones. La posición óptima del yunque es aquella donde nuestras muñecas tienen menos articulación, de tal manera, que la sujeción de la pieza y su forjado se hace de una forma más segura.

5.2.2. MARTILLOS.

El martillo junto con el yunque es una de las herramientas más populares y más utilizadas en un taller dedicado a la forja del metal. Podemos trabajar el metal mediante el golpeo de este contra el yunque o contra tases de conformado.

Los martillos están formados por una cabeza de acero forjado que ha sido templado para así otorgarle una mayor dureza y por un mango de madera.

Podemos encontrar martillos de diferentes tamaños y formas. La parte que más suele variar es la cabeza del martillo, depende de su finalidad tiene una forma u otra.

- Cabeza plana.
- De peña o pena: Martillo con un extremo en forma de bisel (cuña), su peso puede variar entre los 0,5 – 2 kg. Esta parte del martillo se utiliza para estirar el metal caliente.
- Porras o mallos: Más conocidos como marrones o mandarrias, su peso oscila entre los 5 – 12 kg. se manejan con ambas manos ya que su golpe es mucho más fuerte.
- Tajaderas: Martillo que en uno de los extremos tiene un filo con el que se puede cortar metal en caliente. En el otro extremo tiene una zona donde se golpea con un mallo.
- Asentadores: Son unas herramientas que se utilizan para aplanar o para estirar la pieza a forjar cuando está caliente, también se suelen llamar *planas*. Esta operación es realizada por dos operarios, uno sostiene la pieza y el asentador, el otro golpea con el mallo.
- Martillos de estampa: Están formados por dos partes, un martillo con cierta forma y una pieza que va alojada en el mismo orificio que los tases que tiene la misma forma del martillo. Se usaría colocando el metal a forjar entre ambas piezas, golpeando el martillo de estampa con un mallo. Ver la ilustración 42 en la página siguiente y la otra parte de la estampa en la página 62, ilustración 50.
- De bola: Martillo con una superficie circular, esta se usa para estirar la pieza en caliente.

ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA FRAGUA. OBTENCIÓN DE PIEZAS METÁLICAS POR CONFORMADO DE METAL.

En la imagen inferior, podemos ver varios tipos de martillos y de diferentes formas, hay también un martillo de estampa. Estos se usan para darle al metal una forma determinada, y esa forma es la que tiene el martillo. Este se coloca sobre el metal y con otro martillo golpearemos sobre la estampa, para así darle dicha forma.

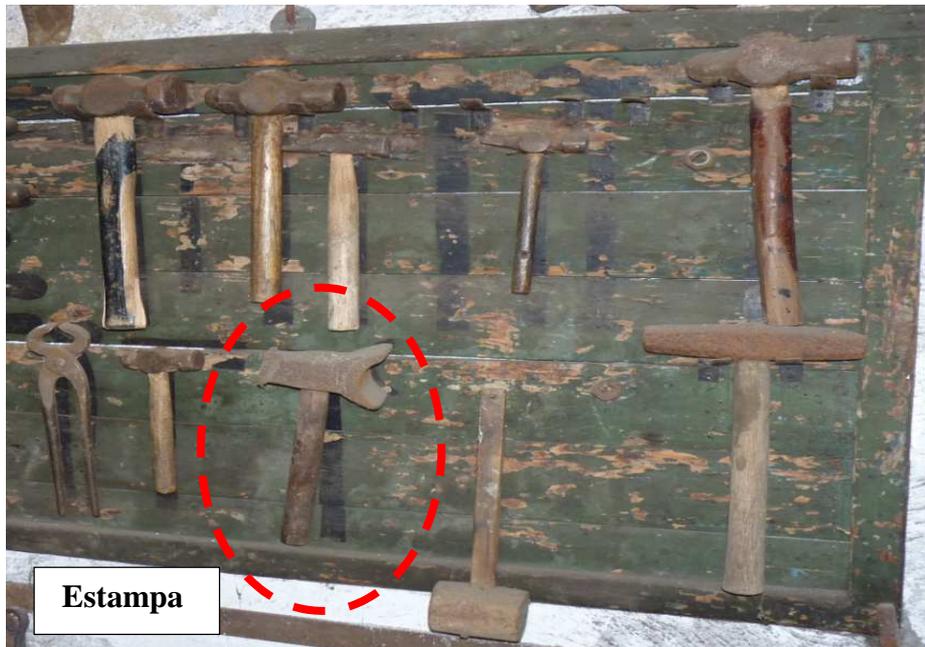


Ilustración 42: Martillos varios.

Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 43: Martillos.

Fuente: Trabajo de campo.

Cuando la pieza era muy grande o muy gruesa se suele recurrir a grandes martillos conocidos como *marrones*, *mazas*, *porras*, *mallos* o *mandarrias*, son martillos que pueden alcanzar los 12 kg.

Normalmente esas piezas se trabajan entre dos o tres herreros, mientras uno sujeta la pieza con unas tenazas otro golpea el hierro a forjar con el martillo, en el caso de ser tres uno sujeta y los otros dos golpean alternándose, uno-otro.

Como me dijo el herrero Marciano Acuña:

“Hay marrones para todas las edades, para chicos, grandes y para gente muy grande”

Se puede observar en la siguiente ilustración los diferentes tamaños de marrones que tenía Acuña en su taller.



Ilustración 44: Marrones de diferentes pesos, 12, 10 y 8 kg.

Fuente: Trabajo de campo.

5.2.3. TENAZAS.

Estas herramientas son necesarias en la labor de la forja, se puede decir que sin ellas es casi imposible poder manipular y trabajar las piezas de metal que han sido calentadas para la conformación. Las tenazas permiten coger las piezas, girarlas, introducirlas y sacarlas del fuego de la fragua, y también nos permite sostener piezas en el yunque mientras se golpea con el martillo. Especialmente, estas son necesarias cuando trabajamos con piezas muy pequeñas y se calientan en su totalidad.

Muchas de las tenazas fueron fabricadas por los propios herreros al ver que necesitaban una tenaza con una forma determinada para poder trabajar una pieza.

Algunas tenazas tienen en su mango un sistema de enganche, que hace que la tenaza quede cerrada. Esto garantiza una facilidad de manipulación, y que la pieza que estamos trabajando este siempre sujeta.



Ilustración 45: Variedades de tenazas.

Fuente: Trabajo de campo.

Las tenazas están formadas por dos barras de acero articuladas con un remache haciendo de eje, con un mango largo que permita trabajar a distancia del fuego sin peligro de quemarnos. Las pinzas o mordaza de las tenazas es la parte que sujeta la pieza calentada, las pinzas pueden tener diferentes formas y tamaños para adaptarse mejor a una pieza, ya que podemos ver piezas con forma muy complejas que dificultan su sujeción, así conseguimos que se sujete con firmeza las piezas para que puedan ser trabajadas en el yunque. Pueden ser redondas, dentadas, encajadas (sujeción macho-hembra), quebradas, en forma de L, planas, etc.

Es importante saber que hay que utilizar la tenaza adecuada para cada pieza que vayamos a sujetar, de esta manera garantizamos una mayor sujeción y seguridad.

Aquí podemos observar una ilustración de un primer plano de dos tenazas, con su remache haciendo de eje de articulación abre-cierra, su mango y sus pinzas. La primera tiene las pinzas en forma curva, para poder agarrar piezas cilíndricas, y la segunda tiene forma de L, para sujetar piezas planas.



Ilustración 46: Primer plano de las tenazas.

Fuente: Trabajo de campo.

5.2.4. TASES.

En el taller del herrero podemos encontrar una serie de pequeñas herramientas o accesorios que son usados a la hora de forjar un hierro. Estos accesorios se conocen como el nombre de (*Tas*), siendo su plural tases.

Son herramientas de apoyo que están fabricadas la mayoría de las veces en un metal duro, como es el acero de alto contenido al carbono.

También como en el caso de las tenazas estos tases han sido fabricados por el propio herrero, al verse en la obligación de trabajar el metal con una cierta forma.

Los tases, se usan para forjar piezas mediante el martilleo en caliente y además se puede usar para conformado de un proceso en frío.

La forma de los tases varía dependiendo de cómo queramos trabajar el metal. Su forma es muy sencilla y está compuesta por una cabeza, que es la zona donde se trabaja el metal, y el cuerpo o vástago, que tiene forma cuadrada para introducirse en el orificio cuadrado del yunque, que está en la superficie plana de este. Al introducirlo en el lugar mencionado anteriormente el tas queda firme y listo para usar.

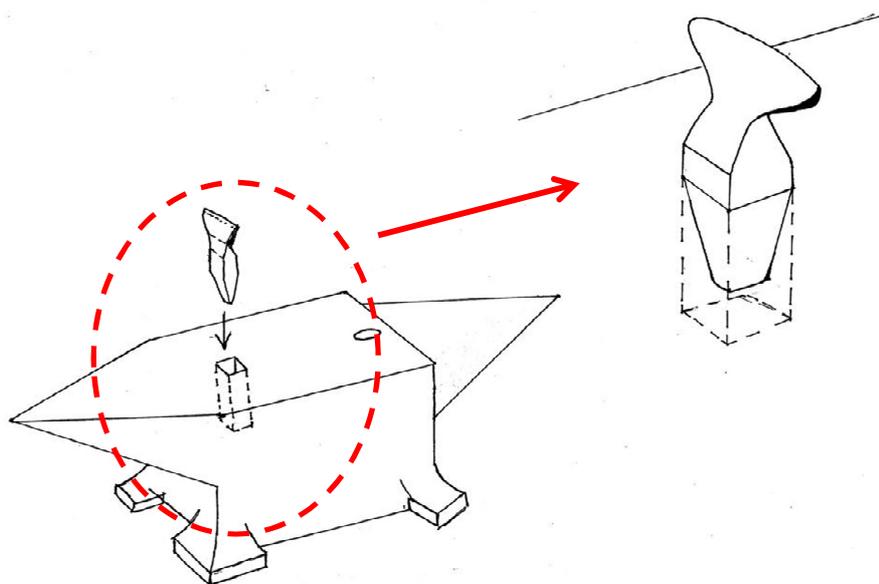


Ilustración 47: Tas dentro del yunque.

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente ilustración, se puede observar que, aunque más que un tas, es otro accesorio, llamado degüello o tajadera, presenta en la parte superior un filo cortante, que ha sido templado, pues bien, esto se usa para cortar el metal que se encuentra al rojo vivo. Con el vástago del degüello en los orificios del yunque lo inmovilizamos y sobre este colocamos el metal caliente sobre el accesorio y al golpearlo con un martillo el metal se acabará seccionando.



Ilustración 48: Degüello o Tajadera.

Fuente: Trabajo de campo.

Otro de los tases que podemos encontrarnos en un taller de forja son los tases de perfiles en U, con estos perfiles podemos conseguir doblar una pletina de acero o darle una ligera curva hasta el punto de hacerla cóncava. Igual que el resto se aloja en el orificio cuadrado del yunque para hacerla fija.



Ilustración 49: Tas en forma de U, vástago dentro del orificio del yunque.

Fuente: Trabajo de campo.

En la ilustración nº 50, podemos observar otro tas con una forma ondulada. Este tas también se conoce como estampa, ya que será la otra parte del martillo de estampa en la imagen 42 de la página 56.



Ilustración 50: Tas curvo.

Fuente: Trabajo de campo.

Existen también otro tipo de útiles asociados para darle forma al material forjado. En este caso hablamos de *manguitos o coronas*. Se usan para conseguir formas semiesféricas o convexas. Son muy sencillos, tan solo son secciones de tubos de aceros de diferentes diámetros. La diferencia con los tases es que estos no van anclados mediante un vástago al orificio del yunque. Debido a no poseer forma alguna de encajar en el yunque, estos tases se colocan en el tornillo del herrero, (que hace la función de un tornillo de banco convencional), ver en ilustración nº 52.



Ilustración 51: Manguito o corona.

Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 52: Tornillo de herrero.

Fuente: [18]

Una vez puesto la corona sobre el tornillo de una forma bien sujeta, se pone el metal en frío o en caliente sobre este útil y con un martillo de bola vamos golpeando hasta conseguir el resultado deseado.

5.2.5. DOBLAR Y TORCER.

Es muy común ver algún trabajo que requiera doblar o torcer hierros. Para realizarlos tenemos que recurrir a ciertas herramientas que nos facilitan dicha tarea. Con el metal caliente para la forja, se facilita mucho más la tarea pero aún así hay que prescindir de las herramientas de curvado.

Su manejo es, mediante la sujeción de un extremo de la pieza a un tornillo de herrero o a unos perfiles que sirvan de molde, y por el otro extremo se hace palanca haciendo que la pieza gire o curve.

5.2.5.1. GRIFAS.

Por motivos ornamentales se suele retorcer el acero para dar un aspecto en espiral, en este apartado se explica la herramienta que se usa para esta técnica que normalmente se trabaja con el hierro forjado. El retorcido consiste en una deformación con una forma helicoidal del hierro. Para esta técnica utilizaremos las Grifas.



Ilustración 53: Grifa.

Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 54: Grifa artesanal, fabricada con hierro corrugado.

Fuente: Trabajo de campo.

Las grifas son unas barras de acero, en uno de los extremos, la cabeza tiene una forma y tamaño determinado, depende del grosor con el que trabajemos usaremos uno u otro.

Como en el mayor de los casos, las herramientas de los herreros suelen ser fabricadas por ellos mismo, como es el caso de las grifas, aquí en la ilustración n° 53 vemos ese ejemplo.

El manejo sería el que vamos a explicar a continuación.

Colocando la pieza calentada previamente hasta el rojo en la fragua lo colocamos en el tornillo de herrero. En el otro extremo colocamos una grifa que tenga una abertura igual al material a trabajar, acto seguido comenzamos a girar la grifa de modo que el hierro caliente se retuerce formando una espiral.

5.2.5.2. PERFILES DE DOBLADO.

Otra herramienta muy particular, hasta el punto que está diseñada y creada por el propio artesano en función del trabajo de doblado o curvado que requiere la pieza, son los “Perfiles de doblado” siendo estos una pieza totalmente artesanal.

Según el doblado que requiera el trabajo, ya sea de mayor o menor radio se recurrirá a un perfil con un diámetro y unas características diferentes.

En las siguientes ilustraciones se puede observar dos perfiles de los muchos que tenía el herrero Pepe Cañada en su taller.

Pepe Cañada: Herrero, ver página 93.



Ilustración 55: Perfil de doblado.

Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 56: Perfil de doblado con eje.

Fuente: Trabajo de campo.

Como se puede observar, estos perfiles son artesanales, tienen diferentes formas, diámetros y sistema de doblado.

En la ilustración n° 57 vemos uno que está diseñado para alojar en el hueco que presenta el cuerpo cilíndrico una palanca, esta es como una grifa pero en este caso tiene más distancia entre las dos patitas, una de ellas sirve de eje en el agujero del perfil y la otra pata tiene incorporado un rodillo que gira y favorece el curvado de la pieza.

En la ilustración siguiente se pueden ver dichas partes.



Ilustración 57: Palanca del perfil de doblado con rodillo.

Fuente: Trabajo de campo.

Todos los trabajos de forja, se hacen mejor en el yunque, debido a su proximidad a la fragua. De esta manera, no se enfría la pieza al trasladarla de un sitio a otro, donde los perfiles de doblado, pueden ser alojados en el mismo orificio cuadrado de los tases, tal y como se muestra en la siguiente ilustración.

Otra de las formas de hacer firmes los perfiles es con un tornillo de herrero, ya que los orificios de los yunques se van alargando a medida que vamos trabajando con ellos, dificultando así el trabajo de doblado.



Ilustración 58: Perfil de doblado sobre yunque.

Fuente: Trabajo de campo.

5.2.6. OTROS ÚTILES.

Para trabajar en la forja podemos encontrar más útiles necesarios, aparte de los ya mencionados anteriormente. Como es el caso de los punzones, buterola, cinceles, corvilla y la clavera.

5.2.6.1. PUNZONES Y CINCELES.

Los punzones se utilizan para marcar y hacer orificios en el metal caliente. De esta manera, se puede realizar ejes para tenazas y orificios para los clavos de las herraduras. Existen de diferentes formas: cuadrados, redondos y de diferentes tamaños. En cambio, los cinceles también conocidos como cortahierros se usan para hacer marcas lineales o seccionar una pieza. Es necesario que esta herramienta tenga un filo muy afilado y con un ángulo de unos 50°. Su fabricación puede ser industrial o, como se

hacía en antaño, a partir de un trozo de metal corrugado. Simplemente consiste en calentar un extremo y darle la forma deseada.



Ilustración 59: Caja de punzones y cinceles.

Fuente: Trabajo de campo.

Las *buterolas* son unos útiles que se usan para realizar la cabeza de los remaches. Su cabeza de sección redonda está templada

Por otra parte, es importante hacer referencia a que existen otros tipos de punzones, llamados *Mandriles*, que se caracterizan por ser alargados y cónicos. En lo referente a sus dimensiones, podemos encontrarlos de diferentes tamaños que van de un diámetro inferior a uno superior. En cuanto a su utilidad, resaltaremos que se emplean para aumentar el diámetro de los orificios. Póngase de ejemplo: la realización del orificio de un martillo. Se hace en primer lugar un pequeño orificio en la pieza, a continuación se introduce el mandril y a medida que vamos golpeando este se va penetrando más en la pieza, aumentando el diámetro de orificio.

5.2.6.2. CORVILLA.

La corvilla es una varilla de hierro con un extremo acabado en forma plana, también es conocida como *Atizador*. Esta se utiliza para manipular y arrimar el carbón

caliente sobre la pieza a forjar. La finalidad es conseguir un calentamiento homogéneo y completo. Como en los anteriores útiles, la corvilla también está fabricada por el propio herrero.



Ilustración 60: Corvilla.

Fuente: Trabajo de campo.

A continuación, en la ilustración nº 61, podemos observar un *Espetón o Hurgón*, que es una varilla acabada en punta. De este útil podríamos destacar dos aplicaciones: Su primera aplicación es hacer un hueco en el carbón, para posteriormente colocar la pieza a calentar. La segunda, que se puede ver más explicada en la página 97, consiste en avivar el fuego cuando está ahogado, es decir cuando no hay llama y mucho humo. Por esta razón, en este tipo de situaciones, es necesario clavar el espetón en el carbón para hacer palanca hacia arriba, con el objetivo de abrir el carbón y conseguir un mejor flujo de aire.



Ilustración 61: Espetón.

Fuente: Trabajo de campo.

5.2.6.3. CLAVERA.

También llamado bloque de recalado o *Swage Block*. Está fabricado en acero fundido y se caracteriza por tener muchos orificios con diferentes tamaños y formas. La clavera, se emplea principalmente para operaciones de perforado, doblado y recalado. Asimismo, cuando se perfora una pieza con un cincel, un mandril o punzón, se coloca sobre uno de estos orificios. De esta forma, al martillar el extremo del punzón sale por el hueco de la clavera.



Ilustración 62: Clavera, bloque de estampación o Swage Block.

Fuente: [19]

Existen calibres o galgas de forjador, que sirven para medir los espesores de las piezas cuando están al rojo. También se usan otros dispositivos, de medición directa como el metro y de medida indirecta los compases de punta metálica, falsas escuadras.

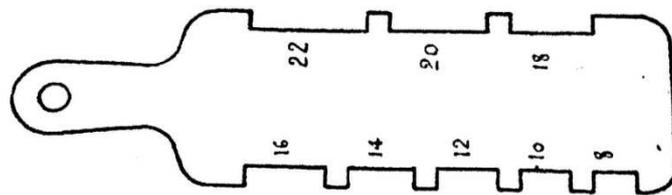


Fig. 546. — Galga de forjador.

Ilustración 63: Calibre o Galga de forjador.

Fuente: [20]

Cabe destacar, que en la forja existen límites de tolerancia. Por un lado, para piezas pequeñas de 0.5 a 1 mm. Y por otro lado, para piezas grandes se requiere de 2 a 3 mm.

5.3. TIPOS DE MATERIALES.

Antes de forjar un metal es necesario saber cuáles de ellos son forjables y cuáles no. Existen metales de muchos tipos, pero principalmente se recurre a un acero al carbono. Cuando forjamos un acero no estamos desperdiciando material, como si ocurriría en el caso de un mecanizado por arranque de viruta. Por lo tanto, es importante señalar que, en la forja el metal siempre mantiene el mismo volumen.

Principalmente, la mayoría de los aceros son forjables, ya que una de las características fundamentales es su plasticidad. Asimismo, con los metales aleados (mezcla de dos o más componentes, donde al menos uno de ellos es un metal) se pierde dicha plasticidad. Por esta razón, su forjabilidad dependerá de la proporción de aleación que contenga. En otras palabras, cuanto más aleado sea un metal menos forjable será.

No todos los metales pueden forjarse, los únicos que se pueden forjar, son los que tiene un contenido al carbono menor del 1.6 %.

Principalmente el acero para forja no debe de ser ni muy duro ni muy dulce (blando), su contenido al carbono ha de ser en torno a un 0,15%.

Actualmente, es muy fácil disponer del metal adecuado, incluso es posible ahorrarnos el trabajo de mecanizado y de forjado. Sin embargo antiguamente, esta posibilidad no existía, por lo que buscar metales para poder trabajar en la forja.

Como expresó el herrero Marciano Acuña, cuando él era joven, la manera más sencilla de encontrar metal era buscar trozos de tuberías, ángulos metálicos, herramientas viejas, ballestas de coches, etc., y en los casos más extremos, recurría a bidones de aceite y gasoil. Relataba Marciano que podía estar un día entero dándole golpes para hacerlo un lingote y poder así trabajarlo.

Marciano Acuña: herrero. Ver página 81.

La mejor fuente de metal que se podía encontrar, eran las ballestas de los coches u *hojas de muelle* (suspensión de ballestas), debido a la abundancia de estas en talleres y desguaces.

Las hojas de muelle están dispuestas en forma de pletina, haciéndolas más manipulables. Estas presentan unas excelentes propiedades para la forja ya que son de acero puro y su forjado es muy sencillo. Las ballestas están compuestas por acero al carbono, con una numeración SAE-9260 (sistema de clasificación de los aceros). La temperatura de forjado de este metal es en torno a 840°C – 900°C. Y ofrece la opción de ser templado en agua o aceite.

Otro un metal muy popular en los talleres de forja son los redondos corrugados, acero con contenido en carbono menor que las ballestas, que se usa para las estructuras de las construcciones. Es un acero con propiedades similares a la ballesta de los coches.

Tanto en el taller de Marciano Acuña como en el de Pepe Cañada, el metal que más usaban para trabajar la forja era el de las ballestas y el corrugado.

5.4. SEGURIDAD EN LA FORJA.

Como en todos los trabajos, se tiene que evitar los accidentes y eso se consigue conociendo y usando correctamente los EPI (Equipo de Protección Individual). Antes de entrar y ponernos a trabajar en la forja hay que tener en cuenta que vamos a trabajar con metales, piezas calientes y con fuego.

A continuación iré exponiendo cada EPI de forma detallada.

5.4.1. GUANTES.

Las manos son un bien preciado y tenemos que protegerlas. Sobra decir, que en una forja estamos trabajando con metales, ya sean en forma de láminas o piezas calientes.



Ilustración 64: Guantes.

Fuente: Trabajo de campo.

En el caso de que el metal este en forma de láminas, tenemos que tener especial cuidado porque podemos encontrarnos rebabas en los bordes, por eso debemos usar unos guantes para no cortarnos al estar manipulando las planchas.

Otro dato importante es que se usarán maquinas rotativas, así como taladros o amoladoras, tenemos que tenerlas protegidas en caso de que una viruta se enrede en los dedos o para que las chispas de la amoladora no nos quememe. Del mismo modo al soldar pueden aparecer proyecciones, pudiendo quemarnos las manos ya que son las que se encuentran más próximas a la pieza.

También tener en cuenta que vamos a trabajar con martillos, pues el riesgo de golpes en las manos existes, de ahí que debamos usar guantes, y que en ese caso sean firmes para agarrar el martillo y poder golpear sin problemas.

Pero el incidente más común en una fragua son las quemaduras.

Al trabajar el metal en la fragua le estamos aportando calor, que puede llegar incluso a los 1000°C, estamos hablando de temperaturas elevadas. Al manipular esos metales calientes aunque lo agarremos por el extremo opuesto, el calor se ira propagando. Por lo tanto, la pieza estará caliente y las manos deben estar protegidas.

Claramente la parte que está al rojo, no se debe tocar aunque se tenga guantes, pero hay que tener especial atención a la parte que no está roja. Aunque veamos que tiene un tono azul grisáceo ese metal tiene caliente, podrá estar a unos 90°C o 120°C y nos quemará la mano. Por eso hay que tener unas guantes similares a los de soldar, que son unos guantes de cuero grueso. Estos tienen que cumplir con la normativa EN-388 (riesgos mecánicos) y EN-407 (riesgo al fuego).

5.4.2. MANDIL.

En la actualidad, la mayoría de nuestras prendas de ropa son sintéticas y pueden arder fácilmente, llegando incluso a quemarnos el torso. Por este motivo existe el mandil (delantal de cuero), que es un tipo de ropa especializada para evitar accidentes.

Se trata, de un EPI requerido en cualquier taller de forja y de fragua, ya que al trabajar el metal puede haber proyecciones de pequeñas partículas a elevada temperatura que nos podrían quemar. En caso del soldeo, también podría ocurrir lo mismo con las proyecciones por la intensidad del arco eléctrico. Por último en el caso de la fragua, el mandil nos protege contra las proyecciones de carbón.



Ilustración 65: Mandil.

Fuente: Trabajo de campo.

El mandil es un delantal bajo, que llega a la altura de las rodillas. Está fabricado en cuero de vacuno, que es resistente a las quemaduras. Este tiene que poseer la certificación CE (marca de conformidad que emite el fabricante bajo norma Europea), de categoría II (protección media), EN-470-1:95, que es resistencia al fuego.

5.4.3. BOTAS DE SEGURIDAD.

Es muy importante el uso de las botas de seguridad, pues como dijimos anteriormente estamos trabajando con piezas metálicas y con martillos. Por eso mismo existe riesgo de que estas piezas se caigan sobre nuestros pies. Debido a esto, es necesario que las botas tengan una puntera de hierro, protegerlos.



Ilustración 66: Bota de seguridad.

Fuente: Trabajo de campo.

También mencionar que la bota tiene que ser resistente al calor, por lo mismo que mencione antes. Si se cae un trozo de carbón caliente o una pieza al rojo sobre el pie, que el material de la bota nos proteja de quemaduras.

De la misma forma que las anteriores, las botas requieren de una certificación. CE de categoría II, EN-345:2008, resistente al fuego hasta 300°C.

5.4.4. GAFAS DE SEGURIDAD.

Al igual que todo lo anterior, las gafas de seguridad o gafas de protección ocular son un elemento muy importante. Puesto que nos protegen los ojos de posibles cuerpos extraños.

Debido a estar trabajando con martillos y fuego, es posible que pueda entrar una ceniza en nuestros ojos, es más, incluso con el mismo humo de la fragua nos podría afectar, ocasionándonos una irritación ocular.

Hay que tener especial cuidado cuando trabajemos con radiales y amoladoras, pues estas máquinas desprenden muchas partículas de metal en forma de chispas incandescentes, que pueden alcanzar nuestros ojos.



Ilustración 67: Gafas de seguridad.

Fuente: Trabajo de campo.

5.5. TIPO DE COMBUSTIBLE.

El principal combustible de la fragua es el carbón mineral, pero retrocedamos un poco a ver qué es lo que se usaba hace años.

Hablando con el herrero Marciano Acuña, nos relata que antiguamente se tiraba de lo que había, ya fuera carbón o madera. Comenta que la principal fuente era el carbón mineral, para ser más específicos la hulla, que tiene un altísimo poder calorífico, mucho mayor que cualquier otro. Además tiene la capacidad de arder durante mucho más tiempo. Dicho carbón tiene entre un 45 y un 90 por ciento de carbono. Su tamaño perfecto para el uso en la fragua debe de ser de una granulometría de 20 – 70 mm., de esta forma el carbón cubrirá mejor la pieza a forjar. Normalmente este es el carbón que se usa en los talleres de forja.

Al utilizar este carbón tenemos la posibilidad de poder mojarlo con agua, de esta forma conseguiríamos la formación de una bóveda en el hogar. De esta manera conseguiremos mantener las altas temperaturas y reducir el tiempo de caldeo.



Ilustración 68: Carbón mineral.

Fuente: Trabajo de campo.

Cuando queremos realizar algún trabajo muy fino y de mucha perfección o queremos hacer un temple se recurre a un carbón vegetal, como por ejemplo el brezo. Esto es debido a que produce menos gases que el mineral, pudiendo descarburizar (perder el contenido de carbono) el metal.

En muchos casos el carbón suele venir con gran cantidad de azufre, el cual produce unos gases que pueden descarburizar la pieza a forjar, por eso se suele añadir

un poco de sal a modo de que se reduzcan esos gases y también con una escobilla mojada en agua humedecer el carbón mineral al rojo.

En Lanzarote debido a las caleras (hornos de cal) que funcionaban con carbón mineral se podía conseguir ciertas cantidades de este. Pero no siempre era así. Cuando el carbón mineral escaseaba se recurría a varios métodos, el más común usar maderas de puertas y muebles viejos como combustible. La madera tiene un poder calorífico bajo y esta se desintegra rápidamente. Al ocurrir esto, no puede suministrar el calor necesario a la fragua.

Marciano también comento que en algunos casos se usaba como combustible una planta que crece en Lanzarote, la Tabaiba. Es un arbusto de tallo leñoso que se cortaba en trozos más pequeños para que se secase al sol. Una vez estaba seca, se usaba como leña en las cocinas y en los hornos.



Ilustración 69: Tabaiba.

Fuente: Trabajo de campo.

Al igual que la madera, la tabaiba se consumía rápidamente, pero en conjunto con el poco carbón mineral y la madera que se conseguía, podríamos trabajar perfectamente en la fragua, especialmente cuando el carbón era nuevo y se necesitaba algo de leña para poder iniciar la combustión.

5.6. ENTREVISTAS CON LOS HERREROS.

Debido a la falta de información sobre la forja y la fragua en Lanzarote, mis directores de TFG y yo consideramos oportuno, que debía realizar un viaje para así hacer una investigación en la isla de Lanzarote. Puesto que esta es mi isla natal, tenía muchas ideas en que sitios preguntar.

Poniéndome en contacto con personas de mi pueblo La Villa de Tegui se consigo algunos nombres de herreros, que han tenido mucha repercusión en la isla.

Como mencioné anteriormente, sobre el tema de la forja en Lanzarote no hay nada escrito. Por eso mismo, mi director y yo vimos la oportunidad de aprovechar este TFG para usarlo a modo de reconocimiento a los herreros y a la forja en Lanzarote. Para llevarlo a cabo, la mejor manera era entrevistar a los herreros y que ellos me transmitieran sus conocimientos.

Los herreros a los que tuve el placer de conocer y entrevistar fueron Marciano Acuña y Manuel Cañada. En el siguiente apartado les dedicaré unas líneas, ya que sin ellos este trabajo no hubiera podido haberse hecho, me contaron su historia y me enseñaron todos sus conocimientos sin poner impedimento ninguno. Y por otro motivo, que el oficio del herrero es una práctica actualmente casi inexistente y se merece todo el reconocimiento posible para que no llegue a perderse.

5.6.1. MARCIANO ACUÑA.

El primer nombre que consigo es el de Marciano y me dispongo a realizarle una entrevista para conocer en profundidad como era este oficio años atrás, y conocer un poco su historia, una persona que lleva toda su vida vinculado a este oficio.

Marciano Acuña, de 88 años es un herrero del pueblo de Haría, en el norte de Lanzarote. Actualmente se encuentra retirado. Comenzó en el oficio de la herrería y de la forja cuando era un niño. Aprendió como se trabajaba el metal, acompañando al maestro Fermín, un herrero de Haría durante muchos años.



Ilustración 70: Marciano Acuña.

Fuente: Trabajo de campo.

Años más tarde cuando ya contaba con cierta experiencia, empezó a trabajar en un taller allá por el año 1948 en Arrecife, junto con José Cañada Alpuig, el padre de nuestro otro entrevistado, José Cañada Torres.

Tras adquirir cierto conocimiento, en la década de los 60 establece su propia forja en su casa, en el pueblo de Haría, aquí será donde después de 55 años trabajando en su taller consigue el reconocimiento que tiene.

A continuación podemos observar dos imágenes de su taller, donde trabajó la mayor parte de su vida.

ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA FRAGUA. OBTENCIÓN DE PIEZAS METÁLICAS POR
CONFORMADO DE METAL.



Ilustración 71: Taller de Marciano Acuña.

Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 72: Taller de Marciano Acuña.

Fuente: Trabajo de campo.

Hoy en día su taller cuenta con dos fraguas. La fragua principal, antiguamente tenía acoplado un ventilador de manivela, decía que: “Eso era para jóvenes, el estar dando vueltas a la manivela, estar atendiendo la fragua y por último estar martillando”. Era muy agotador, y estuvo así más de 18 años, hasta que pudo acoplarle un ventilador eléctrico a la fragua, así tendría más comodidad a la hora de trabajar.

Actualmente, el ventilador de manivela está instalado en una fragua portátil, que llevaba de aquí para allá cuando realizaba algún trabajo, o en alguna exhibición.



Ilustración 73: Ventilador de manivela.

Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 74: Ventilador eléctrico, con llave de aire.

Fuente: Trabajo de campo.

Cuando instaló el ventilador eléctrico, vio que este suministraba demasiado aire y tuvo que adaptarle una llave de paso, que se abría o cerraba, para dejar pasar más o menos aire.

Marciano comentaba la dificultad que había antiguamente para conseguir el metal para forjar. Hace referencia a anécdotas como por ejemplo, comprar bidones de petróleo vacíos, que eran de acero con un espesor de 2 mm. Para poder trabajar ellos, tenía que cortarlos en trozos más pequeños, con la ayuda de un martillo y un cortahierro.

Otro de los recursos y el más popular, era recurrir a ballestas de coches, más conocidas como hojas de muelles. Acuña usaba este acero para casi todos sus trabajos. Nos comentó una anécdota que decía así. *“Vendía mis herramientas de hoja de muelle como roscas, mientras que las hechas con chapilla no las quería nadie”*.

Marciano nos mostró como se cortaba las ballestas para hacer una pieza. Se ponía la plantilla sobre la ballesta para marcarla con tiza. Posteriormente se procedía a su corte, cuando había sierra circular bien, pero en caso contrario se tenía que recurrir a la sierra de mano, antes todo se hacía manual.

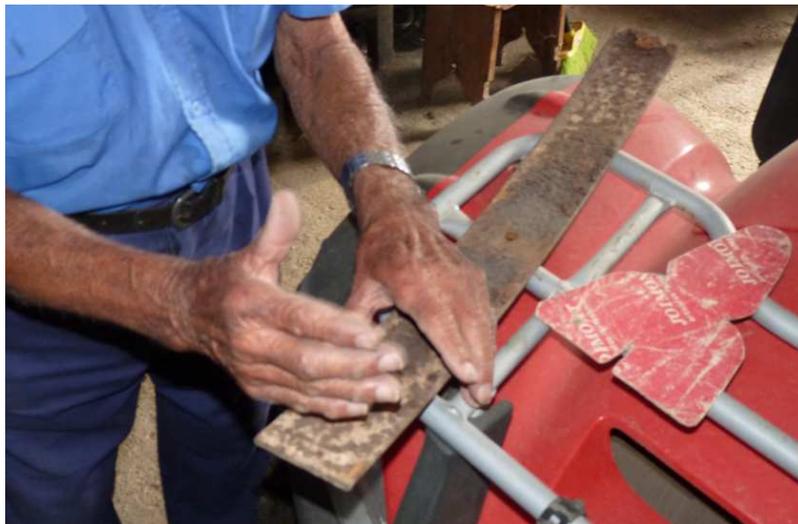


Ilustración 75: Ballesta y plantilla de una pieza.

Fuente: Trabajo de campo.

Se tenía que aprovechar al máximo el poco metal del que se disponía. Cuando la pieza a forjar era fina, se cortaba la ballesta más pequeña que la plantilla, ya que con el proceso de forjado la pieza aumentaría su tamaño y disminuiría su espesor.

Debido a que el pueblo de Haría se encuentra al norte de Lanzarote y muy próximo a la Isla de La Graciosa, muchos de sus trabajos fueron para marineros. Muchos de esos encargos fueron bicheros (gancho para subir el pescado al barco o para acercar y alejar objetos), rezones de barcos, piezas para barcos como toletes (apoyo del remo), clavos para la construcción de botes.



Ilustración 76: Rezón.

Fuente: Trabajo de campo.

Acuña conto una historia sobre un pastor que necesitaba un rejucho para la punta de su palo, acto seguido nos cuenta como se realizaba antiguamente.

En primer lugar se tenía que localizar un trozo de ballesta, se marcaba con la plantilla y se cortaba. Luego se metía en la fragua para calentarlo un poco y hacerlo más maleable. Una vez la pieza estaba caliente se ponía sobre un tas que estaba en el yunque y ahí el herrero le daba la forma golpeando con el martillos.



Ilustración 77: Acuña mostrando como doblaba sobre el tas.

Fuente: Trabajo de campo.

Hoy en día se hace soldando la punta al cono, el aspecto que tienen es un acabado mucho más llamativo y pulido, se trabaja mucho menos que antes para hacer la misma pieza. Pero la durabilidad de las piezas de antaño era mucho mayor que las de hoy en día, ya que antes se hacían de una sola pieza y eran robustas.



Ilustración 78: Un rejucho antiguo frente a uno moderno.

Fuente: Trabajo de campo.

Acuña nos relató cómo se hacía las uniones antiguamente, puesto que no había maquina de soldar se hacía mediante remaches. A las piezas se les hacía unos orificios con un taladro, o con un punzón cuando la pieza estaba al rojo y luego como remaches se usaba dos pernos o trozos de hierros cilíndricos que se calentaban en la fragua hasta alcanzar el punto de forjado. Acto seguido se introducían en los orificios de las piezas y con un martillo se iban escachando los remaches sobre el yunque, de esta manera las piezas quedaban bien sujetas entre ellas.



Ilustración 79: Taladro vertical manual antiguo.

Fuente: Trabajo de campo.

Otro tipo de uniones que se usaba era la soldadura a calda, una soldadura de fragua, que se hacía usando un polvo blanco y fino llamado Bórax. Pero antes del Bórax se usaba una pasta, parecida al chocolate. La forma de usarse es la siguiente.

Se coloca las piezas a calentar en la fragua hasta que alcancen un color amarillo anaranjado, eso quiere decir que estará en torno a unos 1300 a 1500 grados. Acto seguido se saca las piezas de la fragua y le colocamos el bórax o la pasta en ambas piezas, para luego unir las y darle un ligero golpe de martillo para que se unan un poco. Cuando están ligeramente unidas se meten de nuevo en la fragua para calentarlas de nuevo. Una vez que las piezas estén de nuevo en el punto de forja se llevan al yunque para martillar fuertemente, a medida que las golpeábamos con el martillo iban saltando chispas. La operación consistía en martillar por ambos lados hasta que se consolidara y uniera completamente.

Ante la necesidad de conseguir un grupo de soldar para progresar en su oficio, se vio en la necesidad de adaptar un motor de gasoil para soldar. Lo uso durante 18 años, hasta que aparecieron en la isla los primeros equipos de soldar.

En cuanto al templado de los metales, Acuña nos comentó que se templaba con agua, aceite e incluso llegó a templar con pencas de tuneras cuando no había agua. Se cogía la penca de la tunera y se cortaba un trozo, de manera que fuera saliendo el agua que tiene en su interior. También se podía pegar el trozo de penca al hierro caliente, de este modo el agua que se iba drenando templaba el metal.



Ilustración 80: Penca de tunera.

Fuente: Trabajo de campo

Marciano no realizo una muestra de la dureza que adquiere un metal tras un templado.

Trataba de la hoja de un plantón que había sido templada solo de la mitad hacia abajo, es decir la parte que está en contacto con la arena volcánica de los arenados (fincas de arena volcánica). El experimento consistía en coger una lima y hacerle muescas en cada parte, la templada y la que no. En la parte que no estaba templada, la lima consiguió hacerle una hendidura profunda. En cambio en la parte que estaba templada la lima no consiguió hacer ni un solo arañazo. Acuña comentaba que el templado era una forma sencilla y económica de hacer que las herramientas durasen más.

Acuña nos comentó que antiguamente era común mandar a los hijos a ciertos talleres, ya sea de carpintería o herrería, con tal de que aprendieran un oficio. Cuenta que el enseñó a varios chicos y que uno de ellos es un gran herrero que trabaja en la isla de La Palma.

Los chicos comenzaban manejando el fuelle que era a manivela o sujetando piezas mientras Marciano martilleaba la pieza sobre el yunque. El primer dinero que los aprendices ganaban era cuando realizaban su primera pieza.

Unos de los trabajos más populares que Marciano realizó fue la adaptación de un volquete para el famoso camión de Marcelino en el norte de Lanzarote, el cual sirvió para arenar los campos de Lanzarote, ya que antiguamente se cargaba y descargaba a mano.

Acto seguido nos relata con emoción la técnica que llevo a cabo para realizarlo. Cuando quería sujetar alguna pieza le daba un punto de soldadura con la finalidad de sujetar las piezas, para así comprobar si estaban correctamente. Cuando quedaba torcida o no estaba en el sitio correcto la quitaban con un martillo y cortahierro bien afilado.

Recuerda las penurias que se pasaba antes, por ejemplo cuando se taladraba, se usaban brocas de acero negro que tras su continuo uso se quemaban y perdían el filo, tenían que afilarse con una piedra de amolar como la de la siguiente ilustración.



Ilustración 81: Piedra de amolar.

Fuente: Trabajo de campo.

Compaginó su trabajo de herrero con el de fontanero. Antiguamente había que saber hacer de todo. Hacía fontanería de cobre y galvanizado, haciendo roscas con terrajas (herramienta para hacer roscas) y colocando las primeras duchas de latón, así como también las primeras bombas de agua, tanto manuales como eléctricas.

Otro oficio que desempeñaba era de mecánico, cambiando cajas de cambios y reparando motores de coches. Acuña siempre repetía, “*Había mucha miseria y escasez de todo, había que trabajar mucho*”.

Reparaba los radiadores de los coches. Cuando le llegaba alguno con fugas con una sierra pequeña le quitaba las láminas que estaban estropeadas. Luego sellaba el orificio de la pérdida con un soldador de estaño como el de la ilustración nº 82, en el caso de que la pérdida fuera pequeña se le colocaba un poco de pimentón donde estaba la fufa para así taponarla.



Ilustración 82: Soldador de estaño.

Fuente: Trabajo de campo.

Marciano Acuña ha estado toda una vida vinculado a los trabajos manuales, tanto la herrería, la mecánica, la fontanería como la latonería. Tuvo que retirarse debido a una lesión en las manos provocada por la reiteración de golpes del martillo sobre el yunque. Esos impactos le han destrozado las terminaciones nerviosas. Comenta que seguiría trabajando si no fuera por las manos.

Quiero darle las gracias a Marciano Acuña por ceder sus conocimientos tan abiertamente y sin poner impedimento alguno. Cierro este apartado con una frase que dijo: *“Es una pena, todo esto se va acabando, y perdiendo. La gente va buscando la comodidad, y lo bueno es trabajar las cosas con nuestras propias manos, saber lo que cuesta hacerlas”*.

5.6.2. JOSÉ CAÑADA TORRES.

Conocí a José Cañada por mi padre, pues habían estudiado juntos. Y puesto que es el único herrero que actualmente se dedica a la forja en Lanzarote, estaba claro, tenía que tener una entrevista con él.

Aquí en este trabajo lo llamaremos como Pepe Cañada.



Ilustración 83: Pepe Cañada.

Fuente: Trabajo de campo.

Pepe Cañada de 59 años, empezó a trabajar con su padre con la edad de tan solo 9 años, en el taller de su padre en Arrecife.

Su padre José Cañada Alpuig empezó con 12 años, en la década de los 30. Y a su vez este empezó con su abuelo. Es decir el oficio de la herrería de los Cañada esta por la tercera generación. La herrería, Herrajes Cañada, que es como se llama, actualmente tiene nada menos que más de 80 años. Y curiosamente, el padre de Pepe, estuvo trabajando con Marciano Acuña, nuestro anterior entrevistado. Su padre realizaba un trabajo más limitado, sus trabajos consistían en aperos de labranza, y elementos náuticos, así como rezones, clavos para barquillos de madera, toletes para los remos. Podemos ver una entrevista hecha a su padre en un periódico en el anexo nº 2.

Al llegar al taller de Cañada le explico mis intenciones, y el trabajo que estoy realizando con este proyecto, le entusiasma la idea de que alguien joven muestre interés por el oficio. Nos corta la conversación diciendo:

“Pasen para la panadería, que tengo el horno encendido y haciendo pan”

Haciendo referencia a que sigamos la conversación dentro, ya que está trabajando en la fragua y no puede despistarse con el calor que le aporta al metal, porque si se pasa de temperatura el metal llegaría al punto de fusión.

Pepe en su taller se dedica a hacer trabajos de soldadura, decoración, elementos ornamentales, rejas, puertas metálicas y herramientas agrícolas. La gran mayoría gracias a la forja.

Las herramientas, así como tenazas, tases y demás útiles, fueron hechas por su padre, e incluso por su abuelo, las cuales tienen en torno a los 70 años. Como hemos hablado anteriormente en otros apartados, un herrero se veía en la necesidad de inventar herramientas y hacérselas ellos mismos para poder realizar algún trabajo específico.

En la ilustración inferior podemos ver algunas de las 28 lámparas de hierro artesanales que le fueron encargadas y que tienen como destino Alemania.



Ilustración 84: Lámparas de forja.

Fuente: Trabajo de campo.

Pepe nos comentaba que el oficio de herrero, es un trabajo duro, más en su caso que está solo en el taller y está desde la mañana hasta la noche. Pero según nos decía es un trabajo del que se puede vivir bien.

Esta entrevista es más corta que la anterior, debido a que he dejado datos importantes que me contó sobre el oficio para relatarlos en el siguiente apartado. Que trata sobre mi experiencia como aprendiz de herrero en su taller.

5.7. EXPERIENCIA EN EL TALLER DE PEPE CAÑADA.

Cuando fui por primera vez al taller de Pepe Cañada, me di cuenta que la mejor forma de aprender como es este oficio y aprender sus técnicas es pasar tiempo con él, e incluso ser su aprendiz. Tras comentárselo me responde con un sí, que ya no hay nadie que quiera aprender y que me enseñara todo lo que él sepa.

Tras llegar al taller a las 8 de la mañana me comenta que tiene un encargo y hay que usar la fragua. La primera lección que me enseñó es como se enciende.



Ilustración 85: Encender la fragua, paso 1.

Fuente: Trabajo de campo.

El primer paso que hay que hacer es retirar la escoria y el carbón ya muy deteriorado de otros trabajos previos en la fragua. Se sabe cuál es la escoria ya que tiene un peso mayor. Acto seguido se hace un pequeño cráter en el carbón, donde depositaremos unos papeles en la parte de abajo y unos cartones en la superior.

A continuación, en el segundo paso, encendemos los papeles con un mechero. Cuando haya prendido el papel se le añade cartón encima. Por último colocamos sobre la llama un poco de carbón mineral nuevo.

El carbón usado en la fragua es el mineral, para ser más específicos, de hulla. El carbón vegetal para la fragua no es recomendado ya que este se consume muy rápido. Por el contrario el carbón mineral tiene mucha más energía calorífica. Este carbón puede alcanzar los 850-1200 grados.



Ilustración 86: Encendido de la fragua, paso 2.

Fuente: Trabajo de campo.

Cuando la llama empiece a aumentar, arrimamos el carbón del exterior del cráter al fuego con la ayuda de la corvilla, para que este se vaya quemando.

Es importante saber que cuando prendemos los papeles, la llave de paso del aire tiene que estar cerrada. La vamos a ir abriendo a medida que ponemos carbón y este se va quemando.

Cuando el carbón este al ardiendo la abrimos la llave al máximo para que el paso de aire ayude a que la combustión sea la idónea.



Ilustración 87: Fragua encendida.

Fuente: Trabajo de campo.

En ciertos casos el fuego empezara a desprender un humo de color blanco y sin presencia de llama. Esto es porque el carbón ha comenzado a quemarse, para evitar que los gases sulfúricos del humo dañen la pieza se espera un poco antes de meter la pieza en la fragua, hasta que este desaparezca.

También puede ocurrir que el fuego se esté ahogando. La solución es abrir más la llave de control de aire. En caso de que esta ya esté totalmente abierta, cogemos el espetón lo clavamos en el centro del cráter y hacemos palanca, así levantamos el carbón y el aire circula mejor.

El trabajo que se realizó ese día en la fragua fue enderezar y dejar totalmente planas unas pletinas de acero, para la fabricación de unas rastrillas (apero para quitar hierba). Otro trabajo fue preparar unas pletinas para hacer unos laperos, utensilio que se usa para coger lapas.

Una vez tenemos las dimensiones de las rastrillas las marcamos con una tiza en las hojas de muelle. Hay que marcarlas de tal forma que se proveche al máximo el metal. Las ballestas las cortamos con la sierra circular.

Colocamos las pletinas ya cortadas sobre el fuego y justo en el centro. Cogemos la corvilla y arrimamos carbón a los hierros. Como dice Pepe:

“Hay que abrigar el metal para que se caliente parejo”.

Abrigar significa tapar el metal con el carbón, de esa forma conseguimos que el calentamiento sea igual por debajo que por arriba.



Ilustración 88: Pletina en la fragua.

Fuente: Trabajo de campo.

Ahora tenemos que controlar la temperatura que aportamos al metal, lo vamos girando para que se caliente uniformemente para que el calor entre al núcleo de la pieza.

Hay que tener cuidado ya que si nos pasamos con la temperatura el metal llega al punto de fusión y este se licua, haciendo imposible su forjado. Sabemos que esto pasa cuando el metal adquiere un color amarillo claro, por lo tanto tenemos que trabajar una vez que el color esté entre amarillo anaranjado y rojo claro, que eso significa que el metal tendrá una temperatura de 1000°C y 700°C.

Cuando las pletinas alcanzaron la temperatura ideal se llevaron al yunque donde se martilló para dejarla lo más planas y derechas posibles.



Ilustración 89: Comprobando la rectitud.

Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 90: Aplanando la pletina.

Fuente: Trabajo de campo.

A la hora de dejar enfriar el metal se puede templar o dejarlo enfriar al aire. El templado puede hacerse con agua, aceite y arena húmeda, dependiendo del efecto que le queramos dar al hierro. Pero en este caso Pepe no templó ningún hierro, ya que decía que para el uso que se le va a dar no hace falta otorgarle más resistencia. En este caso se dejó enfriar por sí mismo.

Para terminar la rastrilla calentó unas varillas para darle la forma deseada, así luego lo soldaría para unir todas las piezas.

Las varillas se calientan de la misma forma que antes, lo que al ser un metal más fino se tiene que tener más cuidado de no pasarse con la temperatura.



Ilustración 91: Aplanando punta de la varilla.

Fuente: Trabajo de campo.

En el caso de los laperos, su trabajo fue más sencillo. Pues solo hubo que cortar las pletinas más cortas y llevarlas a la fragua. Una vez allí solo se calentó un extremo de los laperos. Cuando ya estaba al rojo se llevó al yunque donde se le aplanó con un martillo solo uno de los extremos.



Ilustración 92: Lapero.

Fuente: Trabajo de campo.

Una vez que el lapero tiene la forma deseada lo único que queda por hacerle es soldarle un trozo de tubo que haga la función de mango.

Durante estos procesos, Pepe me explica la técnica de martillar un metal, como manejar el martillo y como situar el metal en el yunque.

La parte del metal que vamos a trabajar hay que ponerla en el centro del yunque, así nos ayudamos de su superficie plana. En caso de que queramos aplanar o sacar punta a un extremo del metal hay que ponerlo en el borde del yunque.

El martilleo debe de ser firme y continuado, así aprovechamos el poco tiempo que tenemos antes de que el metal se enfríe y pierda su propiedad maleable.

Otra cosa importante es mover y rotar el metal para dejarle los dos lados iguales. Así al martillar por ambos lados los defectos que se producen al golpear un lado se corrigen al martillar el otro.

Hay que tener cuidado al calentar un metal que ya ha sido calentado previamente, pues este se calienta más fácilmente. Lo que tenemos que hacer es cerrar la llave de paso de aire, así se calienta más lentamente.

Otro trabajo que hicimos en la fragua fue un gancho grande de las casas antiguas. Cuando la puerta era muy ancha se ponía eso a modo de refuerzo. En la foto de abajo mostramos uno que se encontraba en el Archivo Histórico de Tegui.

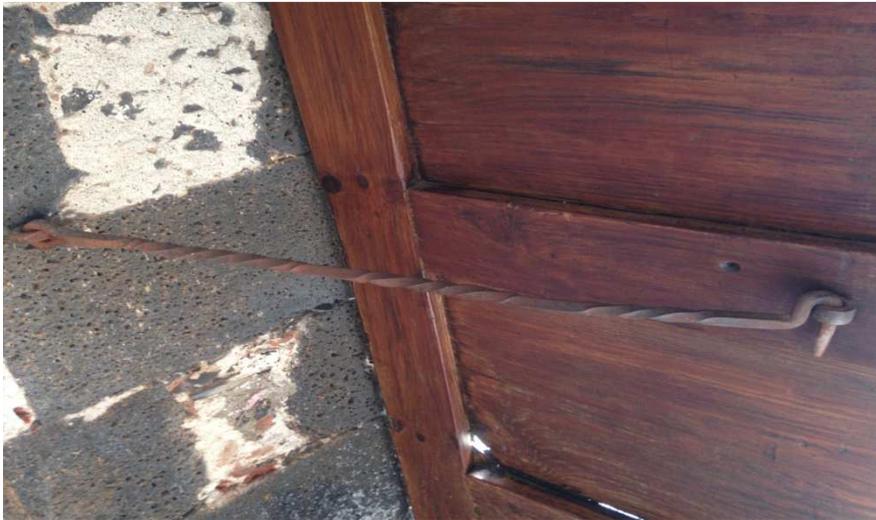


Ilustración 93: Gancho de puerta.

Fuente: Trabajo de campo.

El gancho era de un cuadradillo de acero de una longitud de unos 50-60 cm.

Para su elaboración el proceso a seguir fue calentar en la fragua unos de los extremos, para así poder hacer la argolla que ira enganchada en la pared. La forma de hacerla será usando la bigornia de uno de los extremos. Trabajando el metal en esa zona conseguimos hacerle la parte circular.

Para la realización del cuerpo retorcido se procedió a calentar todo el hierro, pero esta vez se calentó de una forma más cuidadosa, debido a que es un hierro algo largo había que darle vueltas y atenderlo para que se calentara de forma homogénea.

Cuando ya estaba lo suficiente caliente, se lleva a un banco de trabajo. La parte de la argolla que habíamos hecho anteriormente la sujetábamos en el tornillo de herrero y con una grifa que tenía una abertura de la misma medida que el hierro a trabajar le íbamos dando vueltas. La grifa se colocaba en el otro extremo. Una vez hecho se comprobaba y se corrigió su simetría.

A continuación hay que hacerle la cabeza del gancho.



Ilustración 94: Calentando para hacer el gancho.

Fuente: Trabajo de campo.

Se coloca el hierro en la fragua y se va calentando. Cuando adquiere el color amarillo anaranjado se saca de la fragua y se lleva al yunque para darle forma. Una vez ahí procedemos a realizarle el acabado en punta que tiene el gancho. Se impacta con el martillo sobre la superficie plana del yunque y se va rotando para que quede lo más cónico posible.



Ilustración 95: Haciendo la curva al hierro.

Fuente: Trabajo de campo.

Cuando la punta está terminada, hay que hacerle la curva, así que colocamos el hierro de una manera que sobresalga del borde del yunque y empezamos a martillar. Veremos que se va formando una curva en forma de L, entonces en la bigornia le damos la forma circular, como se puede apreciar en la ilustración n° 95. Una vez este lo más parecido posible a la forma deseada se corrige su rectitud y simetría. Para terminar se deja enfriar al aire libre.

Otro trabajo de fragua que se le encargó a Pepe Cañada, fue hacer un reposa troncos (base de hierro para poner los troncos), de una chimenea.

Este elemento estaba compuesto por una base principal de una pletina cuadrada de 20 mm x 20 mm. Estos tochos de metal debían de cortarse a la medida correspondiente, que previamente se había hecho un boceto en un cartón para facilitar la tarea.

Una vez estaba el hierro marcado con una tiza, se cortaba con una sierra de cinta.



Ilustración 96: Hierros y perfil de doblado.

Fuente: Trabajo de campo.

Como hay que realizarle una curva característica hay que calentarlos en la fragua para proceder a su curvado. Como se muestra en la imagen superior el metal está marcado con una tiza por donde se debe de doblar el metal.

El metal lo doblamos con la ayuda de un perfil de doblado como el que se muestra en la imagen superior, que está preparado para metales de ese espesor.

En primer lugar, se procedió a encender la fragua. La forma de encenderla ya se comentó anteriormente en la página 95.

Con la fragua estaba encendida se colocan los hierros para calentarlos, y así poder curvarlos, estos requieren mayor tiempo en el fuego ya que son de un gran grosor. Los hierros se colocan justo en el medio de la llama y con una corvilla se abriga colocándole carbón sobre el metal.



Ilustración 97: Cuadrillos en la fragua.

Fuente: Trabajo de campo.

Como hemos comentado anteriormente, teníamos que controlar la temperatura del metal. Girando la pieza para que se caliente uniformemente y cerrando un poco la llave de paso de aire cuando sea necesario, para que el calentamiento sea progresivo y homogéneo.

ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA FRAGUA. OBTENCIÓN DE PIEZAS METÁLICAS POR CONFORMADO DE METAL.

Una vez la pieza adquiere el color amarillo anaranjado característico, se saca de la fragua y se lleva al yunque, que es donde se encuentra el perfil de doblado.

Colocando el metal caliente dentro del perfil se comienza a hacer palanca muy suave, controlando el ángulo de doblado. Ver perfil de doblado en la página 65.



Ilustración 98: Pepe doblando el hierro.

Fuente: Trabajo de campo.

Aquí a continuación se muestra el resultado final de doblado con esta técnica, fueron dos curvas iguales, uno en cada hierro.



Ilustración 99: Hierro curvado.

Fuente: Trabajo de campo.

Como el reposa tronco tiene dos curvas, una delante y una detrás hay que hacer otra. La que acabamos de hacer es la parte de atrás, ahora mostraré como se realizó la de la parte delantera.

Al ser el mismo hierro, hay que dejar que se enfríe muy bien, para poder manipularlo por la zona que se había calentado anteriormente. Una vez frío se mete en la fragua, para repetir el proceso de calentado.



Ilustración 100: Perfil de doblado con eje.

Fuente: Trabajo de campo.

Esta vez, como la curva que lleva en la parte delantera es más cerrada, se hace con otro perfil de doblado. Un perfil que tiene una palanca con un eje y un rodillo, el que se explicó en la página 67. El eje se introduce dentro del perfil y se va girando todo gracias al rodillo de la palanca, para conseguir que el metal adquiera la forma del perfil.



Ilustración 101: Palanca de perfil de doblado con rodillo.

Fuente: Trabajo de campo.

Este perfil de doblado se coloca en el tornillo de banco y para garantizar una buena sujeción se aprieta bien fuerte.



Ilustración 102: Colocando el hierro en el perfil.

Fuente: Trabajo de campo.

Cuando el hierro ya está en el perfil, se coge la palanca y se introduce en el eje que tiene el perfil. Haciendo que quede el hierro entre el eje y el rodillo. Acto seguido, sin perder tiempo, ya que se puede enfriar el metal, empezamos a hacer palanca rápidamente.



Ilustración 103: Doblando el hierro con el perfil de doblado y la palanca.

Fuente: Trabajo de campo.

El resultado fue una media luna perfecta. Se hace con los perfiles para que ambas piezas queden de igual forma y tamaño.

La continuación del trabajo fue soldando cada una de las piezas a un hierro vertical, y otros cuadradillos más finos sobre estas, a modo de rejilla.

Otros de los trabajos que tuve el placer de realizar con Pepe Cañada, fue la réplica exacta de 7 fechillos antiguos. Eran 4 fechillos grandes para puertas y 3 para ventanas. Fue un trabajo muy difícil, estuvimos varios días trabajando, midiendo, haciendo plantillas, cortando las piezas.

ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA FRAGUA. OBTENCIÓN DE PIEZAS METÁLICAS POR CONFORMADO DE METAL.

Con la ayuda de una plegadora hemos realizado alguna de las piezas. Esta máquina, como puede verse en la foto, es artesanal, hecha por el mismo. En la imagen de abajo puede verse, y en un círculo rojo, marcando las piezas a doblar.



Ilustración 104: Plegadora con las pletinas a doblar.

Fuente: Trabajo de campo.

Las piezas eran unas pletinas de acero que se habían cortado y tenían que tener forma de U.



Ilustración 105: Pletinas a doblar.

Fuente: Trabajo de campo.

Las chapitas de la imagen superior es el resultado del primer doblado fue hecho en la plegadora. El segundo doblado se realizó en el tornillo de banco, con la ayuda de un martillo se fueron doblando.



Ilustración 106: Chapita en forma de U.

Fuente: Trabajo de campo.

Esta U, será el soporte del pasador del fechillo, e ira soldada a la chapa que hace de base. Fue una lata el hecho de que el fechillo quedase holgado, pero a la vez justo para que no se abriesen, pero que este fácil de abrirse.

Tras muchos intentos de dar puntos de soldadura y quitarlos. Tuvimos en cuenta la cantidad de calor que cogía la pieza al soldarla, hacía que se contrajera debido a las tensiones. Por lo que la solución fue dejarlo un poco largo, para que al soldarlo no quedara muy justo.

Otras de las cosas que hicimos fue colocar un botón de soldadura (un punto grueso de soldadura) en la parte del atrás del vástago del fechillo. De esta manera cuando el fechillo está abierto estará suave pero cuando se vaya cerrando el botón hará de cuña entre la chapa base y la U, haciendo que se quede firme.

Tras muchos intentos en el primer fechillo, los restantes salieron más fácilmente, ya que sabíamos cómo era. A continuación muestro los fechillos que realizamos.



Ilustración 107: Fechillos.

Fuente: Trabajo de campo.

No me quiero despedir de este apartado sin hacer una especial mención, de uno de los trabajos en forja más destacado y con más historia que Cañada ha realizado.

Pepe Cañada fue el herrero que forjó las espadas del Rancho de Pascuas de Tegui, un grupo de personas que cantan el nacimiento de Jesucristo el 24 por la noche, en la iglesia de Tegui, grupo al que yo pertenezco.

Las espadas se usan como un instrumento de percusión, que se golpea con otro trozo de hierro. Antiguamente las espadas eran heredadas de padres a hijos desde los

comienzos del rancho, sobre el siglo XVII. Que en un principio fueron traídas desde la península. Actualmente, el Rancho de Pascuas de Teguiise es uno de los ranchos más antiguos de toda Canarias.

Ante la necesidad de conseguir nuevas espadas para nuevos componentes del rancho, el herrero que se encargó de hacerlas fue Pepe. Espadas conformadas mediante forjado, como antiguamente. Al martillarse se elimina las cavidades internas, también se templan, con fin de conseguir un buen sonido.



Ilustración 108: Espadas del Rancho de Pascuas de Teguiise.

Fuente: Trabajo de campo.

Por último, darle las gracias a Pepe Cañada, por ceder su tiempo de trabajo para ayudarme y por permitir que estuviera en su taller como aprendiz.

5.8. TRABAJO EN LA FRAGUA FAMILIAR.

Una forma muy buena de afianzar todos los conocimientos que hemos aprendido es ponerlo en práctica. Aprovechando que en mi familia tenemos una fragua podría utilizarla para trabajar con ella. Aprovechando que llegaban las fiestas navideñas y sus respectivas vacaciones hablé con mi tío Domingo García a ver si podíamos aprovecharlas para encender la fragua. Y así poner en práctica todo lo que había aprendido a lo largo de esta investigación.



Ilustración 109: Fragua familiar.

Fuente: Trabajo de campo.

Una vez llego al lugar donde se encuentra la fragua en casa de mi abuelo, procedemos a ir preparando todo lo necesario, así como varillas de hierro, martillos tenazas, mandiles, guantes, etc. Una vez tenemos todo preparado, procedemos a utilizar un balde para *guindar* agua (sacar agua) de la aljibe (depósito subterráneo donde se almacena el agua de la lluvia), para así poder templar y enfriar el metal.



Ilustración 110: Guindando agua de la aljibe.

Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 111: Balde con agua.

Fuente: Trabajo de campo.

ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA FRAGUA. OBTENCIÓN DE PIEZAS METÁLICAS POR CONFORMADO DE METAL.

Con todo listo procedemos a preparar la fragua, así como ponerle carbón mineral. Una vez hecho realizamos un pequeño cráter, donde pondremos primero papel y luego cartón. En este caso para favorecer su encendido lo hemos mojado un poco en queroseno, para facilitar la combustión.

En primer lugar encendemos el papel con un mechero. Cuando tiene una llama un poco fuerte añadimos el cartón con queroseno, y con un espetón que en nuestro caso fue un destornillador muy grande vamos arrimando carbón al fuego para que se vaya quemando. Cuando ya empiezan a arder encendemos el ventilador, para que avive el fuego.



Ilustración 112: Añadiendo el cartón.

Fuente: Trabajo de campo.

A medida que las llamas van aumentando de tamaño tapamos más el fuego, arrimando más carbón, con la ayuda de la corvilla.



Ilustración 113: Arrimando carbón a la llama.

Fuente: Trabajo de campo.

En nuestro caso nos ocurrió un problema y fue que arrimamos demasiado carbón demasiado rápido, haciendo que se ahogue. Un signo clave de este defecto es un aumento de humo blanco.



Ilustración 114: Humo blanco.

Fuente: Trabajo de campo.

La solución es clavar el espetón en el centro de la fragua y hacer palanca hacia abajo. Con este proceso se abre el carbón haciendo que fluya más aire para oxigenarlo.



Ilustración 115: Oxigenando la fragua.

Fuente: Trabajo de campo.

Debido a que nuestra fragua lleva mucho carbón, la parte que más se calienta es el interior de esta. Por eso mismo, antes de meter el metal en la fragua, tenemos que clavar el espetón y hacer una ligera palanca, para ver por dónde sale el fuego y así redirigirlo hacia donde nosotros queremos.

Cuando vamos a poner un hierro a calentar, hay que hacerlo de arriba hacia abajo y justo en el centro del fuego. Luego lo tapamos bien con la corvillita para que se caliente uniformemente. Así como se ve en la siguiente imagen.



Ilustración 116: Hierros en la fragua.

Fuente: Trabajo de campo.

Es muy importante estar atento al fuego en todo momento. Para que el exceso de calor no haga que nos pasemos del punto deseado. También hay que estar cubriendo la pieza con carbón caliente, así garantizamos que la aportación de calor sea lo más homogéneo posible.

Después de darle varias vueltas a la cabeza sobre que piezas podríamos hacer, sin darnos casi ni cuenta se nos viene a la cabeza hacer una pata de cabra, es decir una palanca pero esta vez la haremos de tamaño reducido.

Una vez elegido el metal y puesto en la fragua se atiende correctamente, vigilando que el calor que le aportamos sea lento y que sea homogéneo por ambos lados.

Sacamos el metal para ver qué color tiene, para ver si tiene la temperatura para empezar a trabajar sobre el yunque. El color que se busca es un amarillo anaranjado.

Puesto que son varillas más bien largas en un principio no usamos tenazas, sino guantes. Pero a medida que vamos trabajando el metal y recalentándolo tenemos que recurrir a tenazas porque es tanto el calor que aún con guantes podemos notarlo. Debido a que el calor se va propagando por todo el metal.

ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA FRAGUA. OBTENCIÓN DE PIEZAS METÁLICAS POR CONFORMADO DE METAL.

Para aplanar la punta de la varilla, se pone sobre el yunque y se martilla por dos lados. Primero un lado, se gira y se martilla el otro, esto se repite una y otra vez.



Ilustración 117: Martillando el hierro en el yunque.

Fuente: Trabajo de campo.

Seguimos martillando el extremo de la varilla pero ahora en el borde del yunque, para dejarlo lo más plano posible.



Ilustración 118: Hierro aplanado.

Fuente: Trabajo de campo.

Una vez tenemos el hierro plano, tenemos que hacerle un corte para poder sacar los clavos. El corte lo vamos a realizar con un cortahierro. Mientras esta el hierro al rojo vivo, cojo un cincel y le realizo una marca que tras golpear reiteradas veces acaba siendo un corte. Es conveniente, mojar el cincel en agua cada dos o tres golpes, para que no se caliente el cortahierro y no se deteriore.

Debido a la incomodidad del trabajo, recurro a mi otro tío, Suso García Herrera para que me sujete la varilla mientras yo trabajo.



Ilustración 119: Haciendo el corte.

Fuente: Trabajo de campo.

Como vemos en la imagen anterior y veremos en las siguientes, el yunque de mi familia no es el apropiado para gente alta, como es en mi caso. Esto es debido a que es demasiado bajo y obliga a las mismas a doblarse demasiado. Por lo que en el futuro podría acarrearles problemas lumbares o de espalda, por el hecho de trabajar durante muchas horas con mala postura.

Dejando esta anotación al margen, prosigo con el tema.

Una vez que realizamos el corte con el cincel, tuvimos que volver a calentar el hierro en la fragua para realizarle el curvado. Hay que prestar especial atención en estos

momentos, pues el hierro está siendo recalentado por lo que alcanzará la temperatura de forjado mucho más rápido.



Ilustración 120: Doblado de la varilla.

Fuente: Trabajo de campo.

Para poder realizar el curvado fácilmente tuvimos que apoyarnos en uno de los bordes del yunque. De esa manera martillamos sobre la varilla y va adquiriendo una curva. Luego volvemos a calentar en la fragua y lo llevamos de nuevo al yunque, esta vez utilizaremos la bigornia, el perfil circular que tiene el yunque para hacer una curva más perfecta y simétrica. En la imagen inferior podemos ver la curva ya realizada.



Ilustración 121: Curva realizada.

Fuente: Trabajo de campo.

Una vez que hicimos la curva, la metimos en la fragua de nuevo para proceder y hacerle un templado.

Cuando el hierro estaba con un color amarillo anaranjado lo retiramos rápidamente de la fragua y lo introducimos en el balde con agua para templarlo.



Ilustración 122: Templado de la varilla en agua.

Fuente: Trabajo de campo.

Cuando el metal se enfrió del todo al aire libre, tuvimos que volver a meterlo en la fragua para realizarle el mecanizado por el otro extremo. Esta vez sería un simple aplanamiento y una ligera curva.

La operación de aplanar el extremo se realizara de la misma forma que la vez anterior.



Ilustración 123: Realizando el otro extremo.

Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 124: Aplanando el extremo.

Fuente: Trabajo de campo.

Este extremo que estábamos trabajando también lo calentamos y lo templamos.

El resultado final fue el siguiente, una pata de cabra pero en un tamaño más reducido, ya que era una simple práctica.



Ilustración 125: Pata de cabra.

Fuente: Trabajo de campo.

Otro de los trabajos que realizamos, esta vez uno más específico y más real. Mi tío Suso tenía un plantón que era muy grueso y muy pesado para trabajar y quería corregirlo un poco ya que tenía un borde un poco desgastado. Era un plantón antiguo de hoja de muelle, es decir de acero de ballesta.

El procedimiento que seguimos fue calentar la pieza y martillar hasta rebajarle unos milímetros de grosor, así mismo también arreglar la parte que estaba desgastada aprovechando ese aumento del tamaño por los martilleos.



Ilustración 126: Arreglo del plantón.

Fuente: Trabajo de campo.

Cuando le habíamos aumentado varios milímetros por ambas partes y lo habíamos hecho un poco más fino, hicimos una revisión ocular para ver si había quedado simétrico. Una vez comprobado lo metimos de nuevo en la fragua para así calentarlo. Debido a que el temple es una cosa delicada, hay que hacerlo lento.

Cuando ya había alcanzado la temperatura deseada se saca y se introduce de forma lenta en el balde con agua y solo la punta. Una vez este templado se saca y se observa si el temple está bien hecho. Para ello hay que observar la marca color paja en la punta. Hay que tener cuidado de que el calor de la pieza no se mueva hacia la zona templada, entonces hay que volver a meterlo en el balde y así hasta que la zona templada no se mueva. De esta forma le otorgamos al metal una dureza que para que dure más y tenga una larga vida útil.



Ilustración 127: Templado del plantón.

Fuente: Trabajo de campo.

Una vez terminado el plantón nos sobraba un trozo de varilla, tras pensar que podíamos hacer decidimos hacer una aldaba grande como las que había antiguamente en las puertas de las casas.

Con el hierro en la fragua hay que atender a su temperatura, para que no se pase de calor y que el metal adquiera un color amarillo anaranjado, que es en torno a unos 800 C°.

Cuando voy a sacar el metal de la fragua suelo tener el martillo en la mano, para así no perder tiempo una vez lo llevo al yunque ponerme a martillar.



Ilustración 128: Calentando el hierro.

Fuente: Trabajo de campo.

Con el metal a la temperatura de forjado lo retiramos de la fragua para llevarlo al yunque. Con tal de perder el menor tiempo posible hay que tener el martillo en la mano, para aprovechar el tiempo que tenemos para forjar.

En este caso sujeto el metal con el guante sin la necesidad de tenazas, ya que el hierro aún estaba frío. Más adelante tuve que cogerlas porque el hierro se había calentado bastante y quemaba incluso con guante.

Una vez ya en el yunque tuve que darle forma de punta al hierro. La técnica es colocar el hierro sobre el yunque con cierta inclinación, a continuación vamos martillando y girando continuamente la varilla para que quede lo más uniforme posible.



Ilustración 129: Sacándole punta al hierro.

Fuente: Trabajo de campo.

Para conseguir el doblado, nos ayudamos del borde del yunque. Sacamos un poco la punta del hierro y golpeamos sobre este hasta conseguir una forma de L. Una vez hecho esto nos ponemos a realizar la curva en un hierro grueso que usaremos a modo de bigornia en la ilustración nº131, ya que nuestra bigornia es muy ancha para este trabajo.



Ilustración 130: Doblando el hierro.

Fuente: Trabajo de campo.

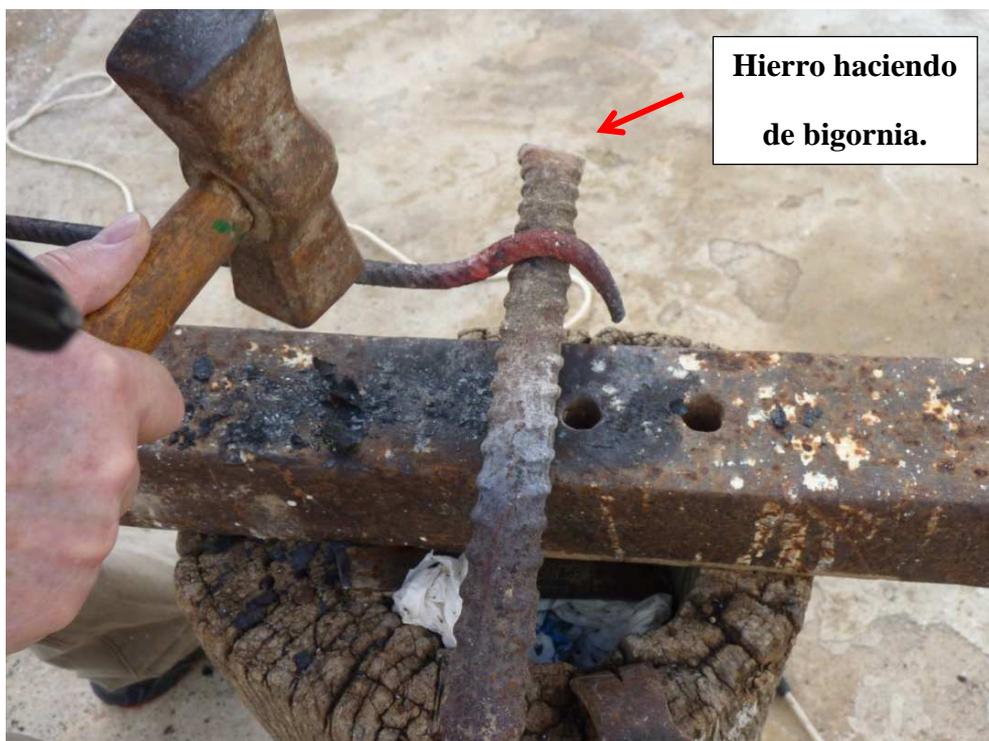


Ilustración 131: Haciendo la curva del gancho.

Fuente: Trabajo de campo.

Una vez la tengamos realizada tuvimos que recurrir a unos accesorios. En nuestro caso usamos un hierro grueso. Colocando el hierro sobre este conseguimos la forma deseada del gancho.

Tras trabajar el hierro para conseguir esa curva, volvimos a introducir el hierro en la fragua para matizar y corregir las pequeñas imperfecciones que quedaron. Su enfriamiento se hizo al aire libre ya que no iba a ser una herramienta de trabajo y no requeriría demasiada dureza.

A continuación nos dispusimos a realizar la otra parte del gancho, una argolla que está en el otro extremo del gancho.



Ilustración 132: Haciendo la argolla del gancho.

Fuente: Trabajo de campo.

Colocamos el hierro en la fragua y hacemos el mismo procedimiento. Una vez este al rojo lo sacamos y lo llevamos a la yunque. Luego martillamos el hierro tal y como explique anteriormente para darle una forma circular, y también usamos el mismo hierro grueso para hacer la circunferencia perfecta.

Para finalizar este trabajo, se retiró el hierro grueso que hacía de bigornia y se llevó el gancho a la fragua. Una vez se puso de nuevo al rojo vivo procedemos a corregir la forma de la argolla y terminar de cerrarla.

Cuando ya se había cerrado mientras se iba enfriado se le daba algunos martillazos para darle una forma simétrica.

Aquí podemos ver el gancho acabado.



Ilustración 133: Gancho finalizado.

Fuente: Trabajo de campo.

5.9. TRABAJO EN LA FRAGUA DE ESCUELA NÁUTICA DE LA ULL.

5.9.1. PREPARATIVOS DE LA FRAGUA.

Con muchas cosas aprendidas sobre la fragua, mi director de TFG tuvo la idea de usar la fragua que está en la Escuela Náutica de la ULL. Una fragua antigua que tenía poco uso.

Era una gran oportunidad, practicar y ser yo quien la pusiera en marcha después de tanto tiempo.

Hablando con Vicente, que es un PAS (Personal Auxiliar de Servicio), me comenta que el carbón que tenía la fragua era muy antiguo, tanto que ya no podía ni arder. La solución sería retirar el viejo y comprar carbón nuevo.

Lo que hice al día siguiente, fue ir a la escuela a limpiar la fragua, así como retirar el carbón viejo y preparar todo para la práctica.

Aquí, en la ilustración inferior, se muestra un momento de la limpieza, retirando el carbón viejo.



Ilustración 134: Limpieza de la fragua.

Fuente: Trabajo de campo.

ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA FRAGUA. OBTENCIÓN DE PIEZAS METÁLICAS POR CONFORMADO DE METAL.

A continuación, explicare el procedimiento que llevé a cabo para realizar la limpieza de la fragua.

Con un utensilio especial, como si fuera una azada, iba reuniendo todo el carbón en una zona, para luego retirarlo con una pala y depositarlo en el cubo de basura.



Ilustración 135: Quitando el carbón viejo.

Fuente: Trabajo de campo.

Cuando se terminó la limpieza de la fragua, este fue el resultado.



Ilustración 136: Fragua limpia.

Fuente: Trabajo de campo.

Tras haber limpiado todo, me dispongo a preparar las herramientas para la práctica.

En el apartado anterior de útiles de la forja en la página 53, se explica con más detenimiento cada uno de los útiles.

Espetón: Hierro acabado en punta, que se usa para airear la fragua clavándolo en el carbón caliente, apartar la escoria que se va produciendo y para hacer un hueco donde colocaremos el metal a calentar. Ver más en la página 70.



Ilustración 137: Espetón.

Fuente: Trabajo de campo.

Tenazas: Se usan para coger piezas de hierro calientes y para manipularlas mientras las trabajamos en el yunque. Ver más en la página 58.



Ilustración 138: Tenazas.

Fuente: Trabajo de campo.

Degüello: Se usa para seccionar o cortar un trozo de hierro caliente. Ver más en la página 61.



Ilustración 139: Degüello.

Fuente: Trabajo de campo.

Sufrideras: Estas se usan como molde de estampa, donde ponemos el metal y se golpea para conseguir la forma de las sufrideras.



Ilustración 140: Sufrideras.

Fuente: Trabajo de campo.



Ilustración 141: Saco de carbón mineral.

Fuente: Trabajo de campo.

Una de las cosas más importantes que tuve que hacer, fue conseguir el carbón mineral en el norte de la isla de Tenerife, ya que el que estaba en la escuela estaba deteriorado. Un saco de 30 Kilos, que luego hubo que colocar en el taller, con la ayuda de una carretilla.

Como en todo taller, tiene que haber un yunque y en este no iba a ser menos.

Después de buscar una zona próxima a la fragua para colocarlo, fui a por él, que se encontraba en la otra punta del taller. Según el maestro herrero Pepe Cañada, el yunque tiene que estar en un sitio específico. Si nos situamos en la fragua, este tiene que estar detrás de nosotros, a una distancia de dos pasos, para poder movernos bien.



Ilustración 142: Yunque.

Fuente: Trabajo de campo.

Así fue como quedó el taller después de la limpieza y su preparación para la práctica.



Ilustración 143: Vista general del taller de fragua de la escuela de Náutica.

Fuente: Trabajo de campo.

No puedo cerrar este apartado, sin mencionar antes un elemento muy curioso y muy útil que tenemos en la escuela, un *Martillo Pilón* o *Martinete*. Una máquina que facilitó mucho la vida de los herreros.

Tiene una maza que baja repetidamente y golpea en la *chabota* (donde golpea la maza) que se podrá cambiar según el trabajo. El herrero coloca el hierro al rojo entre estos para que se vaya disminuyendo el espesor del metal.

En el anexo nº 1 tenemos un plano original donde se muestran todos sus detalles.



Ilustración 144: Martinete o Martillo Pilón.

Fuente: Trabajo de campo.

5.9.2. DIA DE LA PRÁCTICA.

Me parece buena idea, empezar por conocer la fragua de la Escuela Náutica de la ULL, así a modo de introducción a la práctica.

5.9.2.1. LA FRAGUA.

La fragua de la escuela es muy grande, prácticamente es una fragua industrial debido a sus dimensiones. Está fabricada con ángulos y chapa metálica. Tiene una gran campana extractora, con la finalidad de expulsar todo el humo y gases que se generan en la fragua.

La fragua cuenta con cuatro hogares y dos ventiladores, uno cada dos hogares.



Ilustración 145: Hogares, ventiladores y campana de extracción.

Fuente: Trabajo de campo.

La campana de extracción, tiene la salida de los gases hacia el exterior del taller.

En la siguiente ilustración, se muestra detalladamente como es el orificio. Como podemos ver le falta el ventilador que hace que desaloje los humos y los gases. Debido a esto, el taller se llena de humo fácilmente.



Ilustración 146: Salida de gases.

Fuente: Trabajo de campo.

Unos elementos muy importantes, de los que dispone la fragua, son una llave de caudal de aire, que funciona con un accionamiento de guillotina.

La forma de accionarse es ejerciendo presión o tirando, de esta forma cerramos o abrimos, dejando pasar más o menos aire a la fragua.

Otro accionamiento es la palanca de las cenizas, con ella desalojamos las cenizas que se hayan colado por el hogar, usándose para limpiar la fragua. También se puede usar como remedio para aflojar el fuego sin cerrar el aire. Esto es debido a que el aire que produce el ventilador no salga por el hogar, sino que salga por el orificio de la palanca de las cenizas.

En la siguiente ilustración, se ven estos elementos.



Ilustración 147: Llave de caudal de aire y palanca de extracción de cenizas.

Fuente: Trabajo de campo.

5.9.2.2. ENCENDIDO.

Cuando tenemos todos los preparativos listos, procedemos a encender la fragua.

Hay que tener en cuenta muchos factores, como por ejemplo, que el carbón es nuevo, por lo tanto necesita más calor para que este se abra y pueda prender.

A continuación iré explicando los pasos que he seguido para encender la fragua de la Escuela Náutica de la ULL.

En primer lugar, tenemos que poner una pequeña cantidad de carbón mineral nuevo sobre el hogar de la fragua.



Ilustración 148: Carbón en el hogar.

Fuente: Trabajo de campo.

Con el carbón ya sobre la fragua, tenemos que encender los ventiladores, que se encuentran en el cuadro eléctrico, que está a la derecha de la fragua. En su interior podemos ver los siguientes interruptores, como vemos en la ilustración nº149.

En primer lugar, accionaremos el interruptor general, que es el que se encuentra a la izquierda del todo. Una vez tengamos corriente accionamos el ventilador que nosotros queramos. En nuestro caso encendimos los dos.

Cada ventilador suministra aire a dos hogares de la fragua. Puesto que nosotros íbamos a encender dos fuegos, uno en cada extremo de la fragua, encendimos los dos ventiladores.

Con los ventiladores encendidos nos pusimos manos a la obra para encender el fuego. Hay que tener muy claro lo siguiente, la llave del aire tiene que estar completamente cerrada en el proceso de encendido. Si está abierta el exceso de aire apagará la llama.

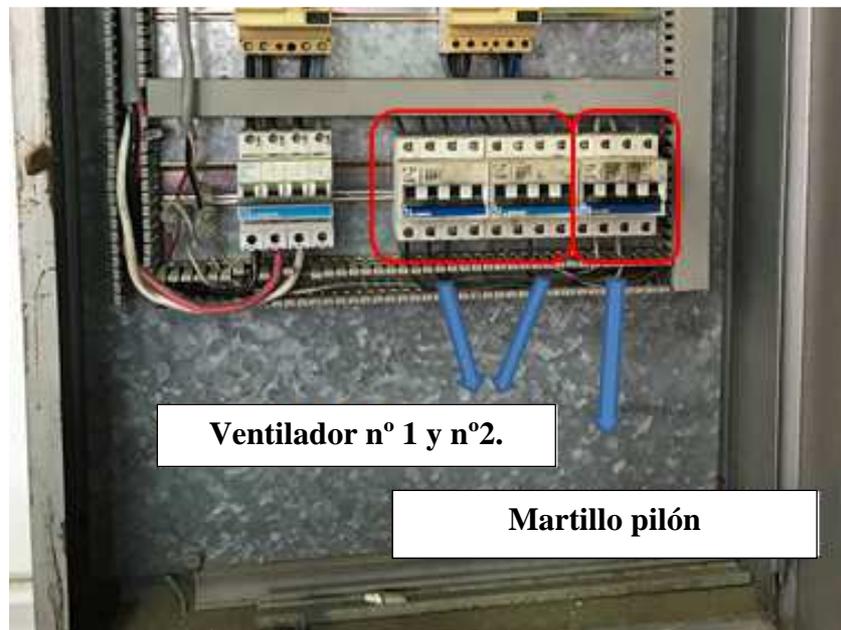


Ilustración 149: Cuadro eléctrico.

Fuente: Trabajo de campo.

Con el carbón ya sobre la fragua y los ventiladores encendidos, pero con el aire cerrado procedemos a encender el fuego.

Tenemos que realizar un pequeño cráter en el carbón, con el fin de alojar en su interior un poco de estopa, para así poder prender inicialmente el fuego con la ayuda de un mechero.

Cuando el fuego ha empezado a arder, tenemos que coger un poco de cartón para que siga quemando más prolongadamente y no se consuma muy rápido. El cartón se lo añadimos sobre la estopa y cuando este empieza a arder con fuerza colocamos unas piedras de carbón sobre las llamas, con cuidado de no ahogarlo.

A medida que vemos que el fuego va creciendo, vamos abriendo la llave de aire para que vaya avivándose el fuego.



Ilustración 150: Encendiendo la fragua.

Fuente: Trabajo de campo.

Como habíamos anteriormente, el carbón era nuevo y necesita más calor para quemarse.

El carbón mineral tiene una particularidad, necesita una cierta temperatura para abrirse, y una vez abierto ya puede quemarse y mantener el calor, ya que en su interior es donde concentra su gran poder calorífico.

Con carbones que ya han sido quemados es más fácil, solo con usar un papel o cartón ya prende, por el hecho de que ya se han abierto y no necesitan tanto calor para que mantengan la combustión.

Como en nuestro caso era nuevo, tuvimos que ayudar al fuego con un poco de madera. Usamos un trozo de *Tea* que estaba en el taller.

La *Tea* es una madera que tiene una resina, y esta ayuda a que se facilite la combustión.

Partimos unos trozos de madera para ponerlo sobre el fuego como se observa en la siguiente ilustración.



Ilustración 151: Partiendo trozos de madera.

Fuente: Trabajo de campo.

Ahora, añadimos los trozos de madera previamente cortados sobre el fuego, a medida que se van quemando añadimos piedras de carbón sobre el fuego con fin de taparlo y que se vayan quemando. Para facilitar la combustión, abrimos la llave de aire ligeramente para que avive el fuego.

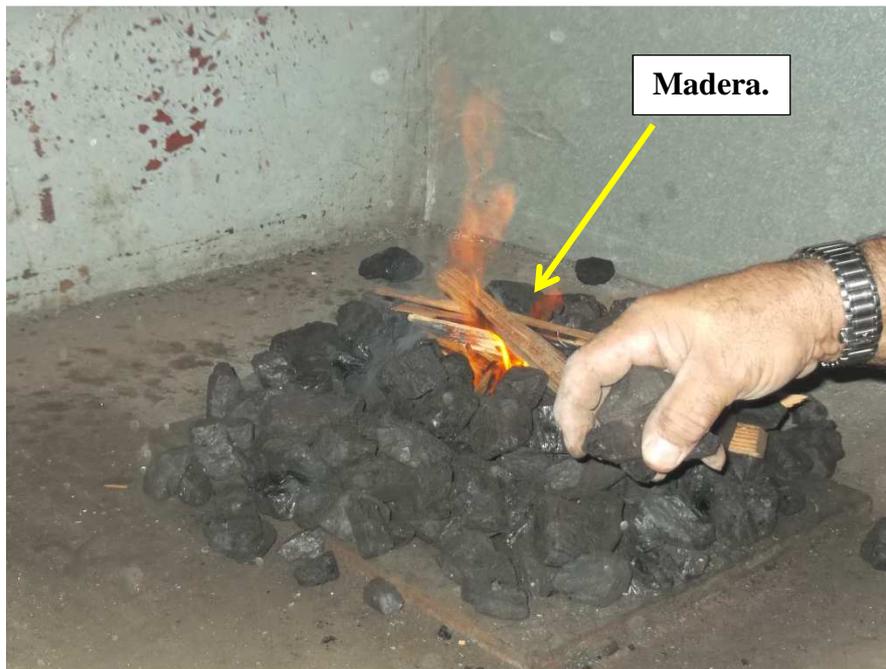


Ilustración 152: Colocando la madera en el fuego.

Fuente: Trabajo de campo.

Cuando la fragua esté encendida completamente, solo nos queda ir controlándola, tanto el aire que aportamos como ir arrimando carbón al fuego con la corvilla para que se vaya quemando y tengamos una buena cantidad de carbón ardiendo para forjar el metal.



Ilustración 153: Fragua encendida.

Fuente: Trabajo de campo.

5.9.2.3. PRÁCTICAS.

Con los fuegos encendidos, esperamos a que el carbón coja temperatura y podamos meter el hierro en la fragua. Una vez el carbón se vuelve incandescente quiere decir que se puede meter el hierro dentro de la fragua, para que se vaya calentando poco a poco.

Para esta práctica de forja, hemos elegido una varilla de 10 mm para ponerla en la fragua, calentarlo hasta el rojo y luego llevarlo al yunque para trabajarlo.



Ilustración 154: Varilla dentro del fuego.

Fuente: Trabajo de campo.

Una vez que el hierro este dentro del fuego, tenemos que ir tapándolo con carbón caliente, con la ayuda de una corvilla, para que se caliente por todos los lados de forma uniforme. También tenemos que ir girando el hierro a la vez que lo vamos tapando o abrigando, como dice Cañada. Haciendo esto, controlamos que la temperatura que va adquiriendo el metal no sea excesiva y que no sobrepase la temperatura de fusión. Recordar que la temperatura optima de forja se corresponde con un color amarillo anaranjado.



Ilustración 155: Controlando la temperatura del hierro.

Fuente: Trabajo de campo.

Como estamos controlando continuamente el color del metal, para no pasarnos de temperatura, tenemos que esperar a que el metal sobrepase el tono rojo cereza, es decir que alcance al color amarillo anaranjado, que son sobre unos 700°C y 900°C.

Cuando el metal llega a ese color, se retira del fuego y rápidamente lo llevamos al yunque para trabajar.



Ilustración 156: Con el metal en el yunque.

Fuente: Trabajo de campo.

Lo que vamos a realizar a continuación, es aplanar el extremo del hierro. Para eso tenemos que colocar la varilla en uno de los bordes del yunque y comenzamos a martillar para aplanar la punta.

Para garantizar que se aplane bien y de una forma uniforme, se martilla por ambos lados, se va rotando a medida que veamos que lo va necesitando. De esta manera corregimos los defectos que se han producido en uno de los lados de la varilla.

Como en la Escuela Náutica de la ULL, hay un martinete, decidimos usarlo en esta práctica, ya que para aplanar el metal nos sería de gran ayuda.

Dado que para conseguir un mayor afinamiento se necesita una reiteración de impactos fuertes sobre el metal recurrimos al martillo pilón.

En primer lugar, tenemos que activarlo y lo hacemos dándole al interruptor que encontramos en el cuadro eléctrico, que habíamos visto en la página 143. El interruptor se encuentra a la derecha de los ventiladores. Justo al encenderlo, la maza empezará a moverse un poco, pero no llegará a impactar con la chabota.

Después de haber trabajado la varilla en el yunque la introducimos de nuevo en la fragua, para calentarla hasta la temperatura de forja. Una vez este en el punto de forjado la llevamos al martillo pilón y la colocamos sobre la chabota. Para que el martillo pilón empiece a funcionar tenemos que accionar un pedal con el pie y la maza empezara a bajar, impactando fuertemente con la chabota.



Ilustración 157: Usando el martinete.

Fuente: Trabajo de campo.

La forma de trabajar sería la siguiente, agarrar la pieza con ambas manos para garantizar más sujeción y luego la vamos rotando, para que se trabaje por ambos lados de la pieza. Hay que tener mucho cuidado con no acercar las manos, pues un accidente con esta máquina sería grave.

Este sería el resultado final.



Ilustración 158: Punta aplanada.

Fuente: Trabajo de campo.

Para continuar con esta pieza, se nos ocurrió realizar una palanca para sacar clavos. El procedimiento sería volver a calentar la pieza en la fragua, para posteriormente hacerle un corte con un cincel donde se había aplanado.

Cuando la pieza esté caliente, pedimos ayuda al profesor Agustín, para que sostenga la varilla con unos guantes, mientras yo trabajo. Con la varilla sobre el yunque, mientras el metal está rojo le hago un corte con el cortahierro, de tal forma como se muestra en la imagen inferior.



Ilustración 159: Haciendo el corte a la varilla.

Fuente: Trabajo de campo.

Este procedimiento se repite varias veces, por un lado y por otro, hasta que seccionemos la pieza. Hay que enfriar el cincel en agua cada tres golpes, para que no se estropee el filo. Si hace falta se puede meter de nuevo la varilla en la fragua para repetir el proceso.

El resultado del corte sería el siguiente. Las orejas características de un martillo para sacar clavos, pero en una palanca.



Ilustración 160: Corte ya hecho.

Fuente: Trabajo de campo.

Como último detalle de esta pieza, tenemos que realizarle una ligera curva, así tendrá un punto de apoyo, que nos ayudará a la hora de sacar los clavos.

Para realizar la curvatura tendremos que volver a poner el metal en la fragua, así lo volvemos a llevar hasta el punto de forjado, que como habíamos dicho, estaría en un color amarillo anaranjado, rozando los 700-900 grados.

El procedimiento que realizaremos para calentar será el mismo de antes. Primero colocarlo en la fragua y con una corvilla ir abrigando la pieza, para que su calentamiento sea homogéneo. Tendremos que calentar solo la parte que vamos a doblar.

Puesto que el metal está muy caliente no podremos olvidar los guantes a la hora de sostener el hierro. Una vez caliente lo llevamos al yunque.

En el yunque tenemos que visualizar la curva que le vamos a dar. Hay que recordar, que el perfil circular del yunque, es decir la bigornia, solo se usa para rematar los bordes y para perfeccionar la pieza.

Para realizar la curva, colocamos la varilla sobre el yunque y que sobresalga por el borde. Calcularemos el tamaño que queremos doblar y por donde lo doblaremos. Tendremos que martillar sobre el trozo de metal que sobresale del yunque. Así como se ve en la imagen.



Ilustración 161: Haciendo la curva.

Fuente; Trabajo de campo.

Una vez realizada la curva, se corrige la simetría y se remata los bordes en la bigornia del yunque. Para su enfriado más rápido lo sumerjo en agua. A continuación pongo una foto del resultado final.



Ilustración 162: Pieza finalizada.

Fuente: Trabajo de campo.

La otra práctica que realizamos fue doblar una pletina, para realizar una curva como se realiza en una herradura. El metal que usaremos será una pletina de acero de 7 mm de grosor, unos 30 mm de ancho y casi 40 cm de largo.

En primer lugar, tenemos que calentar la pletina en la fragua.

Como hemos usado la fragua anteriormente, tenemos que arrimar carbón al hogar, para que se queme la mayor cantidad posible. Ahora volvemos a abrir la llave de aire, para que el carbón que hemos arrimado vuelva a ponerse al rojo.

Cuando el carbón ya está en su punto, cogemos el espetón y lo clavamos en el carbón, hacemos palanca para ver por donde fluye el fuego. Una vez veamos por donde sale el fuego y por donde está más caliente, ponemos la pletina de arriba hacia abajo y con la ayuda de la corvillita tapamos la pieza con el carbón.

Como la pieza es muy ancha y es algo gruesa, para darle la vuelta tendríamos que hacer como si fuéramos a meter la pieza de nuevo en la fragua. Es decir, primero se saca y luego cuando se vuelve a meter, tenemos que cubrirla con carbón otra vez.

Hay que estar atento a la temperatura porque esta pieza requiere más calor que la práctica anterior y nos podríamos pasar. Por eso mismo estaremos continuamente controlando el color que va adquiriendo la pletina.



Ilustración 163: Pletina al fuego.

Fuente: Trabajo de campo.

Antes de que quitemos el hierro del fuego, tenemos que tener en la mano ya el martillo, para así ponernos a martillar nada más lleguemos al yunque. Una vez tengamos la pletina caliente, la llevamos rápidamente al yunque para proceder a hacerle la curva característica de la herradura.

Con el metal sobre el yunque, procedemos a curvar el metal. Esta vez lo vamos a curvar sobre la bigornia, así nos vamos ayudando de su curvatura. De esta manera también garantizamos que el filo del interior de la curva quede trabajado.

Ponemos la pletina que sobresalga de la bigornia y acto seguido empezamos a martillar sobre el filo, haciendo que se vaya curvando poco a poco. A medida que se va curvando vamos sacando la pletina fuera del yunque, para así seguir martillando y que se siga curvando.

Es importante mencionar, que el metal tiene que estar bien caliente y debemos calentar toda la superficie de la pieza, ya que es grande y requerirá más trabajo.



Ilustración 164: Curvando la pletina.

Fuente: Trabajo de campo.

Martillamos sobre el filo del metal que queda por fuera del yunque, así forzaremos al hierro a irse doblando poco a poco. Hay que martillar fuerte, ya que si lo hacemos flojo el material no se curvará y se acaba enfriando antes de tiempo.



Ilustración 165: Dándole más curva a la pletina.

Fuente: Trabajo de campo.

Seguimos trabajando de la misma manera, dándole curva en el cuerno. A medida que vamos haciendo la curva, es inevitable que la pieza se deforme y no quede totalmente plana. Por eso cada cierto tiempo la llevamos a la parte plana del yunque para darle unos golpes y dejarla totalmente plana, así podremos continuar nuestro trabajo en la bigornia del yunque.



Ilustración 166: Aplanando la pletina.

Fuente: Trabajo de campo.

Cuando el metal se haya enfriado y no podemos trabajar el metal bien, lo metemos de nuevo en la fragua, teniendo en cuenta que hay que calentarlo lo máximo posible.

Una vez que la pletina esté nuevamente en su punto de forja, volvemos a llevarla al yunque, para continuar dándole la curva al hierro, de la misma forma que antes. Pero esta vez se martillará antes del eje de la curvatura, haciendo esto conseguimos que la curva se vaya cerrando un poco. Como podemos ver en la ilustración n° 167 se muestra por donde hay que martillar.



Ilustración 167: Pronunciado la curva.

Fuente: Trabajo de campo.

Para terminar de cerrar la curva, ponemos el hierro sobre la parte plana del yunque, con la punta hacia arriba. Con el martillo golpeamos sobre esta para hacer que vaya cerrándose.



Ilustración 168: Terminando la curva.

Fuente: Trabajo de campo.

Para volver a corregir los defectos ocurridos en la cara plana de la pieza, lo volvemos a poner sobre la superficie del yunque. Martillando fuertemente ambas caras y girando de una a otra, conseguiremos que quede totalmente recta.



Ilustración 169: Dejándolo plano.

Fuente: Trabajo de campo.

Por último, cuando esté totalmente curvada y los laterales planos la metemos en el cubo con agua, para que se enfríe.

El resultado final sería el siguiente.



Ilustración 170: Pieza terminada.

Fuente: Trabajo de campo.

5.10. OTROS DATOS DE INTERÉS.

Es importante hacer una mención especial, el Decreto 320/2011, de 1 de diciembre, el cual establece unas pruebas para obtener el título de artesano en la comunidad de Canarias.

Las pruebas a realizar son las siguientes:

- Prueba teórica: Responder correctamente las cuestiones acerca el oficio de herrería y forja.
- Prueba práctica: Forjar una pieza específica que determinará el tribunal, así mismo realizar todo el proceso de la forma correcta, acabando con el templado correcto para esa pieza.

5.10.1. ENSAYOS EN LA FORJA.

Con una serie de ensayos podemos conocer las capacidades que tiene un metal para ser forjado, se hacen unas series de pruebas, con una muestra de metal que se calienta y se trabaja hasta que aparecen las primeras grietas.²¹

Podemos ver tres tipos de ensayos:

- Estirado: Consiste en alargar la pieza, tanto en largo como en ancho, con la ayuda del martillo. Para comprobar su aptitud para el forjado se mide la muestra antes de que aparezcan las primeras grietas y se compara las medidas tomadas antes y después de la prueba.²¹
- Recalcado: En este caso, la muestra será un cilindro. Cuando la pieza llega a la temperatura de forja se tratara de acortarla, por golpes de martillo desde ambos extremos, hasta que aparezcan las grietas. Se valorará en función del valor del acortamiento, comparando medidas de antes como después de esta.²¹

- Punzonado o Mandrilado: Aquí averiguaremos la capacidad que tiene el metal de ser perforado. La prueba consiste en someter la muestra a una perforación con un mandril o punzón, hasta que aparezcan las grietas. Se medirá el diámetro antes y después de la operación.²¹

5.10.2. DEFECTOS EN LA FORJA.

Como en la mayoría de los procesos de conformado, en la forja también ocurren ciertos defectos. Son defectos muy importantes que puede perjudicar el resultado final de la pieza.²²

Los defectos son los siguientes:

- a) Inclusiones en el momento del forjado de cuerpos extraños.²²
- b) Perdida de material o falta de este en ciertas zonas de la pieza, esto hace que se debilite.²²
- c) Aparición de pliegues y arrugas en la superficie de la pieza, producidos por una temperatura de forjado muy inferior a la debida.²²
- d) Grietas, por un trabajo con una temperatura muy elevada, también pueden aparecer cuando usamos métodos de forja inadecuados.²²
- e) Defectos al templar. Cuando templamos el metal con una temperatura inadecuada este podría quebrarse y cuando no usamos tratamientos térmicos apropiados en función del uso que tendrá cada pieza.²²

5.10.3. FORJA CATALANA.

Existe un tipo de forja especial, la Forja Catalana, consiste en una técnica primitiva de obtención de hierro.²³

Mediante esta técnica se consigue un hierro muy bueno. El metal obtenido en la forja catalana, se utiliza como materia prima la magnetita (óxido ferroso férrico) Fe_3O_4 ,

un mineral muy escaso. Debido a esto es una técnica es poco utilizada y no se considera como un procedimiento siderúrgico.²³

Una de las ventajas de la forja catalana frente a los altos hornos que usan hematitas (mineral de óxido de hierro, de color rojizo) es que la reducción o eliminación del oxígeno es mucho más fácil en el uso de la magnetita.²³

El método de producción de hierro mediante la forja catalana consiste en fundir la magnetita en grandes forjas de carbón de madera. El mineral se reduce obteniendo un hierro prácticamente puro, ya que el carbón de madera se transforma casi totalmente en gas.²³

La operación se verifica a temperaturas comprendidas entre los 1300 y 1450°C.²³

Debido a la pureza del mineral y el carbón de madera aparecen pequeñas cantidades de escorias, separándose del hierro ya que se funden a bajas temperaturas.²³

El resultado es un metal muy maleable, muy bueno para la forja.²³

Los inconvenientes de esta técnica son la pequeña producción y el alto coste del hierro obtenido. Esta técnica se practica especialmente en Suecia, debido a la abundancia de magnetita.²³

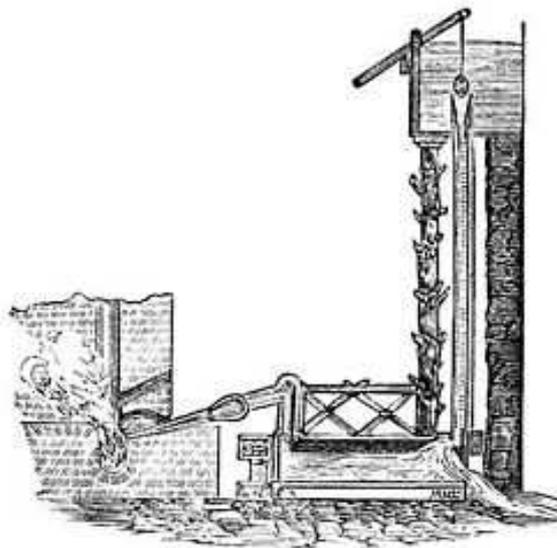


Ilustración 171: Forja Catalana.

Fuente: [24].

5.10.4. DATOS A TENER EN CUENTA AL FORJAR.

- Mantener una posición correcta al trabajar en el yunque.
- Para conseguir piezas forjadas en alta calidad, hay que tener en cuenta las especificaciones de cada material.
- El calentamiento de la pieza debe de ser progresivo, no demasiado rápido, esto conllevaría a la formación de tensiones internas.
- Trabajar el metal a su temperatura de forjado, si se hace a menor hará falta más trabajo de fuerza y el metal estaría defectuoso, debido a la formación de arrugas y pliegues.
- La superficie del yunque tiene que estar siempre limpia, libre de escoria y cenizas de forjados anteriores. Pues si trabajamos con un metal caliente, estas partículas podrían entrar dentro del metal.
- Quitar la escoria que se queda adherida en el metal tras ser forjado, con un cepillo de alambre.
- Cuando sujetamos piezas grandes y pesadas con las tenazas, estas tienen que tener sistema de sujeción para disminuir la fuerza que hacemos con la mano al apretar.
- Para evitar quemaduras, cuando se cae una pieza al suelo cogerla con un guante y únicamente en caso de que este caliente con una tenaza.
- Las rebabas que se han producido en el proceso de forjado, hay que eliminarlas, ya sea por esmerilado o por otro proceso de mecanizado.
- Cuando vayamos a realizar un ángulo recto, es decir doblar a escuadra, tendremos que hacerle un recalcado (engrosamiento del metal) previo en la zona por donde se irá a doblar. El procedimiento será el siguiente. En primer lugar tendremos que calentar la pieza, una vez lo esté enfriamos los extremos de la pieza con agua, haciendo que solo el centro este al rojo. De esta manera conseguimos que el recalcado se produzca en la zona del centro. Cuando esté hecho se vuelve a calentar para realizar la curva en el borde del yunque. Haciendo el doblado de esta manera evitamos que se forme un degollado (estrechamiento del metal) en el vértice de la curva.

- Un buen forjador debe de realizar la pieza forjada con la fibra lo menos cortada y lo más recta posible.
- Cuando forjamos un acero que ya ha sido previamente forjado tenemos que tener en cuenta lo siguiente. Las piezas de este tipo de acero deben de recibir el tratamiento térmico de recocido, a modo de corregir los defectos y tensiones producidas en el proceso de forja. Nunca deben introducirse en agua, ya que este metal ha sido forjado una vez podríamos estropearlo.²⁵
- Desde que calentamos un metal en la forja al sacarlo vemos que en la superficie de este se empiezan a formar unas escamas oscuras, es un óxido que aparece en el metal caliente al entrar en contacto con el aire. Ese óxido se llama *Batidura*, a medida que trabajamos el metal se va despegando. Es una buena recomendación pasarle el cepillo de alambre después de haber forjado la pieza.²⁵

5.10.5. PÁTINAS.

Las *pátinas* son unas películas o un recubrimiento que se adhiere sobre la superficie del metal. Este acabado hace que los metales parezcan antiguos.²⁶

Para su aplicación debemos tener en cuenta que la superficie del metal tiene que estar libre de óxidos y sin grasas. Existen muchas pátinas *barnices, pinturas, cera* y el *pavonado negro* el cual explicaremos a continuación.²⁶

Pavonado negro: Su procedimiento sería el siguiente, aplicamos sobre la pieza metálica aceite de motor a poder ser ya usado, debido a que si se somete a altas temperaturas no podrá incendiarse. Acto seguido se caldea en la fragua o con un soplete hasta que la pieza adquiriera un color ennegrecido. Para finalizar se seca el exceso de aceite con un trapo o un algodón y también para que se tapen los poros.²⁶

5.10.6. OTROS ASPECTOS METALÚRGICOS.

La temperatura (T^{ra}) la que forjamos metales influye en las propiedades y en el tamaño del grano. Para poder entenderlo mejor nos ayudaremos de la siguiente gráfica.²⁷

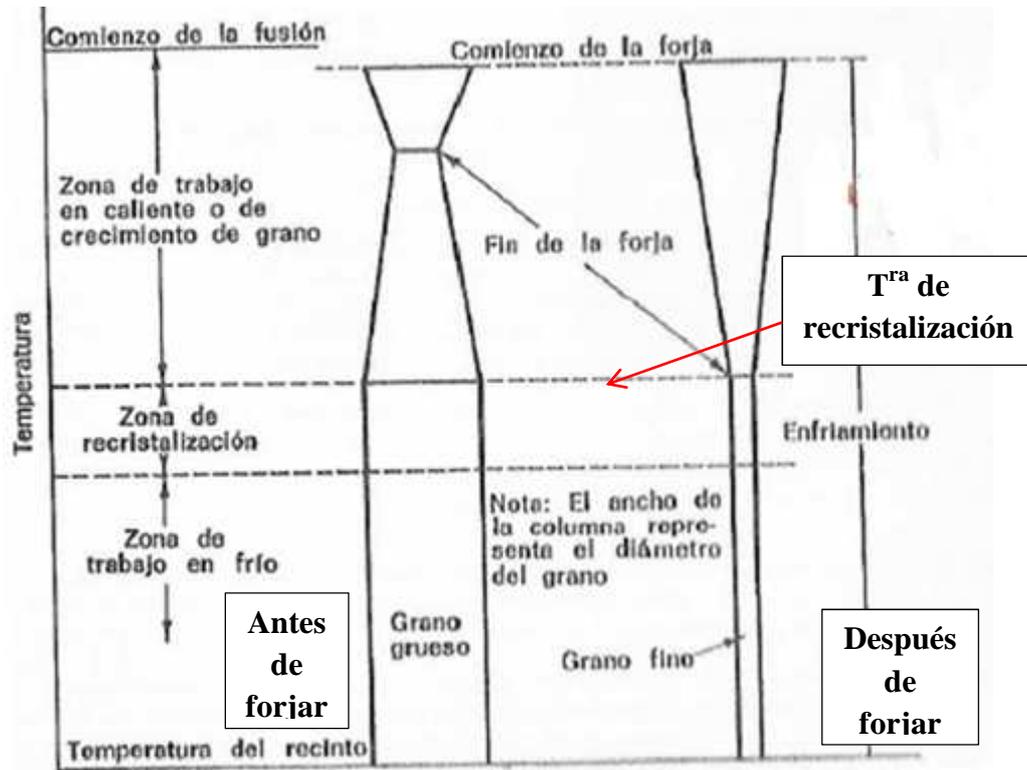


Ilustración 172: Influencia de la temperatura de forja sobre el tamaño del grano.

Fuente: [27].

Cuando deformamos plásticamente un metal a elevada temperatura pueden originarse dos efectos:²⁷

1. En primer lugar, la deformación plástica origina un incremento de la dureza del metal.²⁷
2. En segundo lugar, la recristalización produce un ablandamiento del material.²⁷

Cuando trabajamos con una velocidad de deformación determinada existe un valor de la temperatura donde los anteriores efectos llegan a compensarse.²⁷

Si forjamos el metal con una temperatura muy superior decimos que se *trabaja en caliente*, llegará a cristalizarse originando un aumento del tamaño del grano y rompiendo el equilibrio.²⁷

Por el contrario, si se forja a una temperatura inferior decimos que es un *trabajo en frío*, en este caso hablaríamos de la influencia del primer efecto mencionado anteriormente.²⁷

A una temperatura de 400°C el metal aumenta la dureza, al igual que el ablandamiento.²⁷

Si trabajamos con elevada velocidad de deformación como es el caso de la forja con martillo es necesario que la temperatura esté sobre los 800°C, para que la dureza y el ablandamiento puedan compensarse.²⁷

A continuación vemos otra gráfica donde se relaciona el tamaño del grano con la temperatura.

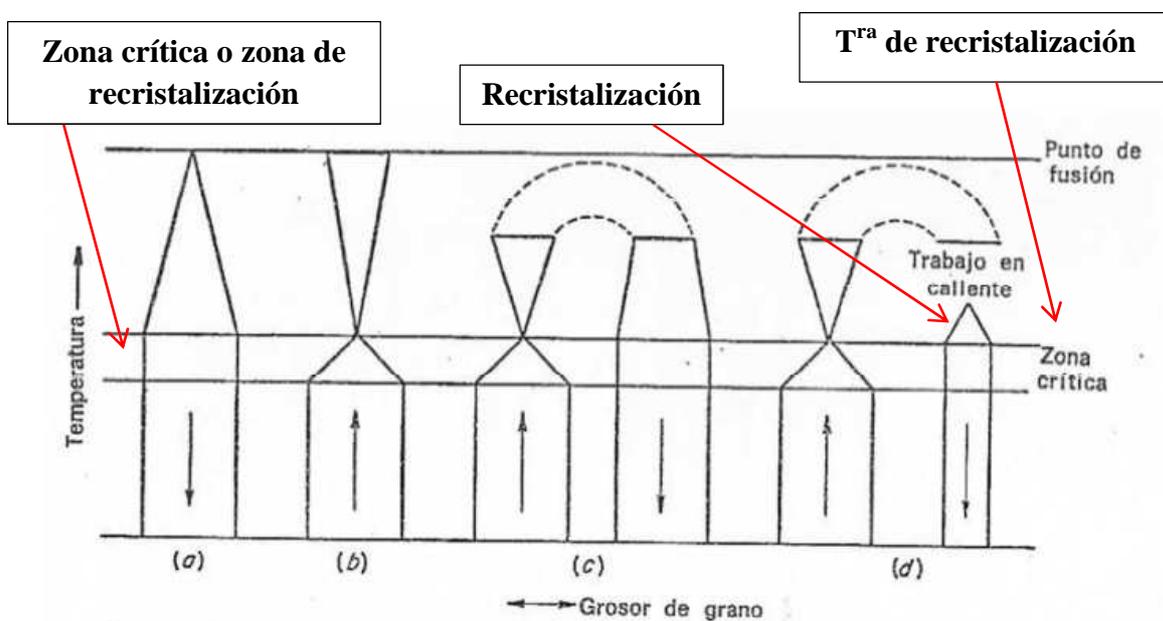


Ilustración 173: Gráfica Temperatura frente tamaño del grano.

Fuente: [28].

La temperatura crítica es la que favorece la modificación del tamaño del grano.²⁸

Cuando trabajamos en caliente principalmente es para el refinado y conseguir mejorar de la estructura del grano del metal.²⁸

La representación esquemática muestra los diferentes efectos que se dan en los diversos procedimientos de calentamiento, enfriamiento y del trabajo en caliente sobre el tamaño del grano.²⁸

- En la representación (C) del esquema superior, podemos ver que el tamaño de los granos sigue creciendo hasta que llega a un punto donde vuelve a alcanzar la temperatura crítica.²⁸
- Ahora en (D), estamos calentando por encima de la temperatura crítica un metal que tiene un grano grueso, para posteriormente trabajarlo en caliente. Durante ese proceso se produce la recristalización, dando lugar así a la formación de nuevos granos más pequeños, cuando el metal se enfríe por debajo de la temperatura crítica.²⁸

VI. CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIONES.

Con este último apartado, daremos por finalizada esta investigación. A medida que iba hablando con los Herreros, Historiadores, etc. en mi cabeza se iban creando mis propias conclusiones al respecto. A continuación las comentaré, mencionando una por cada objetivo marcado.

- Durante este TFG, hemos visto como se trabajaba la forja antiguamente, debido a que esta era un recurso muy importante tanto en Canarias, en Lanzarote, como a nivel mundial. Era un proceso de fabricación de útiles, armas y piezas metálicas. El poder transformar un trozo de hierro en una pieza necesaria la hacía muy versátil para cualquier ámbito, principalmente en Canarias era el marítimo y el rural.
- Tras las entrevistas con los herreros, hemos visto lo útil y lo polivalente que fueron. Tenían que encargarse de varias cosas, eran herreros latoneros, fontaneros. Al relatar sus vivencias se deja entender que es un trabajo duro, pero a la vez bonito, un trabajo manual y de calidad, como los que ya no hay. Desde hacerse sus propias herramientas a realizar artilugios que faciliten la vida de la gente y todo con sus manos.
- Como hemos desarrollado en este TFG, tras mi experiencia con los herreros, hemos aprendido sus técnicas de forja, el manejo de sus herramientas. Tras poner en practica todo lo aprendido y realizar piezas tal y como ellos me enseñaron, se deja ver que es algo antiguo y rudimentario. Un trabajo duro pero a la vez bonito, por el hecho de confeccionar piezas con tus manos. Hoy perdura como pequeños artesanos dedicados a la artesanía, como única forma de mantener viva su historia, y la única forma de mantenerlo vivo es trabajando de esa forma.

VII. BIBLIOGRAFÍA

VII. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] TECNOLOGIA MECANICA Y METROTECNICA, Edit. Pirámide. Juan Pedro Coca Rebollero y Juan Rosique Jiménez.
- [2] Píldora: CONFORMACION POR DEFORMACION: LA FORJA, por Federico Padrón Martín www.youtube.com/watch?time_continue=315&v=q-xn3PP0uoE.
- [3] Ilustración nº 1: Forja a mano: <https://en.wikiquote.org/wiki/Blacksmiths> .
- [4] Ilustración nº 2: Forja mecánica: <http://footage.framepool.com/de/shot/731041168-lufthammer-esse-werkzeugmacher-haemmern>.
- [5] Ilustración nº 4: Eliminar sopladuras. TECNOLOGIA MECANICA Y METROTECNIA, Vol. I. Máquinas Herramientas – Metrotecnica. Edit. Donostiarra. Héctor Arias Sanvicente y José M^a. Lasheras Esteban. ISBN: 84-7063-088-1.
- [6] Cuaderno de Taller Mecánico, Inspección General de Enseñanzas Marítimas.
- [7] Tecnología Mecánica, Edit. Edebe.
- [8] Ilustración nº 6: Grafica procesos térmicos <http://practicalmaintenance.net/?p=1164>.
- [9] Ilustración nº 7: Tratamientos térmicos. <http://www.sabelotodo.org/metalurgia/tratatermacero.html>.
- [10] Ilustración nº 9: Escala de colores según temperatura del metal. <http://el-blindado-personal.blogspot.com.es/2010/10/el-primer-dia-en-la-forja>.
- [11] <http://www.culturatradicionalgc.org/Oficios-Artesanos-Tradicionales/Herreria-y-Forja/>.
- [12] <https://espanafascinante.com/productos-espanoles/artesantias/artesania-en-canarias/historia-de-metal-y-forja-en-canarias/#1499949831046-34f1b93e-145b>.
- [13] Ilustración nº 10: Herrería y forja de los años 1930 <http://www.fotosantiguascanarias.org>
- [14] Ilustración 174: Taller de forja en Arrecife, en la calle La Inés. http://memoriadelanzarote.com/listado.php?f=IMAG&m=tema&Tema=10&Tema_c=Econom%C3%ADa.
- [15] Entrevista con Félix Antonio Martín Hormiga, Escritor y colaborador cultural del Cabildo de Lanzarote.

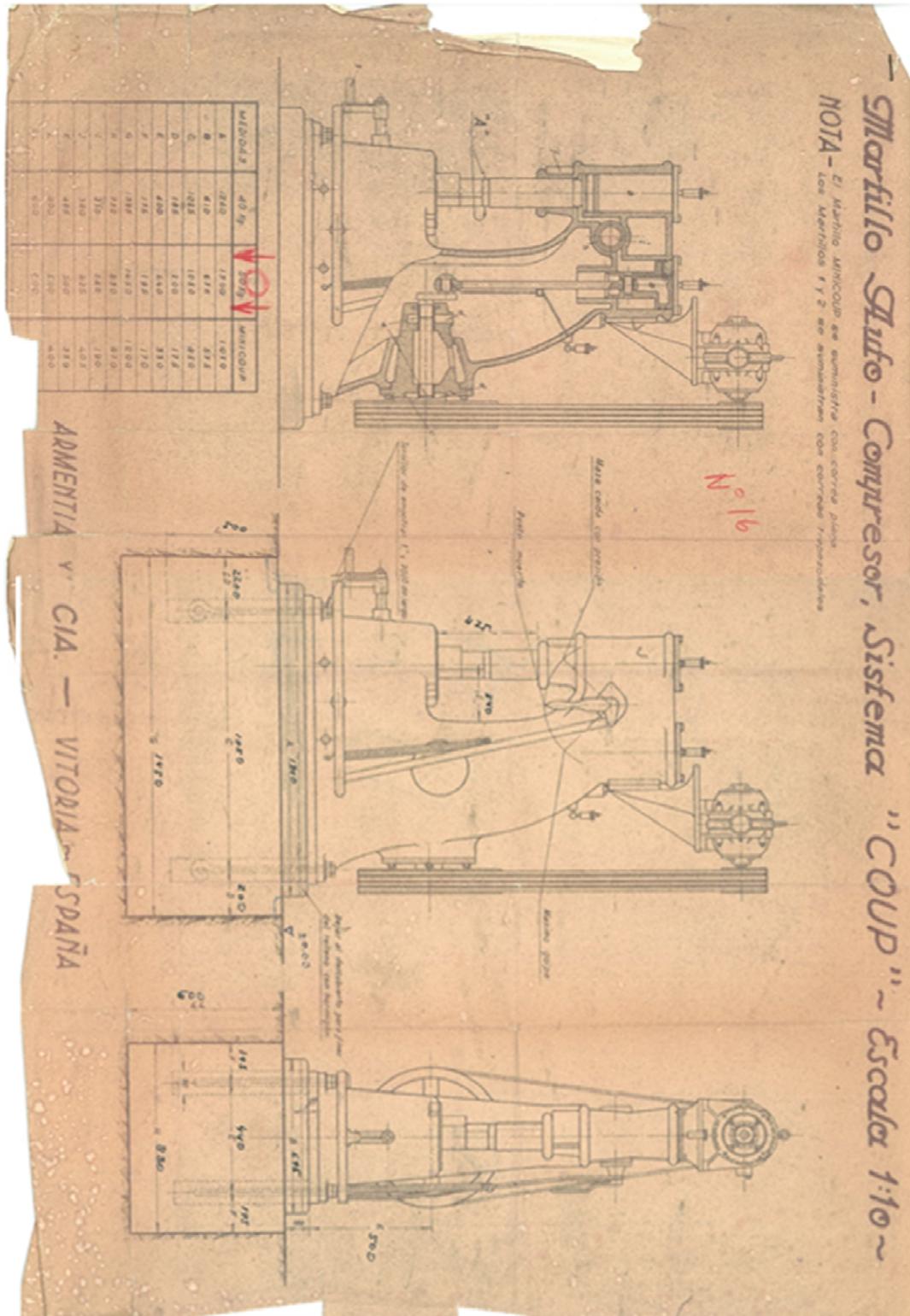
- [16] Entrevista con D. Francisco Hernández, Historiador y Cronista de Teguiise.
- [17] Ilustración 175: *Iglesia Ntra. Sra. de Guadalupe Teguiise tras ser incendiada en 1909* Archivo histórico Teguiise.
- [18] Ilustración nº 49: Tornillo de herrero.
<https://www.pinterest.es/pin/576038608582252146/>.
- [19] Ilustración nº 59: Clavera, bloque de estampación o Swage Block
http://schmiededaseisen.de/forum/groe_gesenkplatte-17698241-t.html.
- [20] Ilustración nº 60: Galga o Calibre de forjador. Tecnología Mecánica, Tomo I, Edit. Librería Salesiana. ISBN: 17.058-1965.
- [21] TÉCNICAS DE MECANIZADO. Edit. Paraninfo. ISBN: 84-7063-088-1.
- [22] TECNOLOGIA MECÁNICA Y METROTECNIA, Vol. I. Máquina Herramientas – Metrotecnica. Edit. Donostiarra. Héctor Arias Sanvicente y José M^a. Lasheras Esteban. ISBN: 84-7063-088-1.
- [23] Tecnología Mecánica. Edit. Valle Collantes.
- [24] Ilustración nº170: Forja Catalana. https://es.wikipedia.org/wiki/Forja_catalana.
- [25] Tecnología Mecánica. Edit. Aguilar. Fernando Wirtz Suarez.
- [26] Forja, José Antonio Ares, Oficios Artísticos, Edit. Parramón, ISBN: 978-84-342-3205-1.
- [27] Introducción a la metalurgia física, Avner, Edit. Mc Graw Hill
ISBN: 9789686046014.
- [28] Materiales y procesos de fabricación. Paul DeGarmo, Edit. Reverte. ISBN: 9788429148220.

VI. ANEXOS

VIII. ANEXO.

Anexo I.

Plano del martillo pilón de la Escuela Náutica de la ULL.



Anexo II.

Artículo de un periódico, entrevista a José Cañada Alpuig, padre de Pepe Cañada.

Leyendciá uvucLá

LXI

Más de cuarenta años de herrero[^] sacando de su fragua todo tipo de aperos de labranza

José Cañada Alpuig, una vida de hierro y fuego

Entrevista

- ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en la fragua?

- Desde el año cuarenta, todavía no estaba cumplido el año cuarenta.

* ¿Quién le enseñó a usted a utilizar estos instrumentos?

- Aprendí con un tío mío, en paz descanse.

- ¿Usted procede de Mala?

- De Mala era mi madre, mi padre era de aquí.

- A pesar de la crisis del campo usted tiene

* ¿Qué mucho trabajo...

- Siempre se vende alguna cosa.

- ¿Esto es un rastrillo?

- Sí, eso es un rastrillo y aquí están los plantones.

- Plantones grandes.

- Sí, para la papa. Y después hay más pequeño.

* ¿Y para los cebollinos. Después esto es para sacar millo, quitar las salgas, esto para coquejar.

- Cuando el campo estaba en esplendor sería un buen negocio hacer aparatos de estos.

- Antes sí. Antes por media día cuando empezaban los lluvias se hacía. Yo vendía hasta cinco...

* ...y quince mil pesetas por las mañanas. Muchas cosas. Y ahora de relance hay algún día. Ahora hay una crisis que peor que en Cuba... - ¿Usted

* ...ha dedicado a hacer otras cosas?

- Y gracias a las verjas estas que se hacen y parras y cosas de estas.

- Pero usted mantiene el brazo fuerte porque para montar ese rastrillo como usted lo

* ...conja.

- Pesa dos kilos y medio. Y uno que es de seis

* ...que para darle campo a un rastrillo. Hay que trabajar para hacer algo.



José Cañada Alpuig

Desde hace más de cuarenta años, José Cañada Alpuig trabaja en su fragua. El yunque, el fuego y los martillos son los instrumentos de trabajo que le han acompañado a lo largo de todas estas décadas. Le encanta trabajar, aunque reconoce que la demanda ha disminuido en estos años en los que la agricultura ha perdido su preponderancia económica. Fabricaba todo tipo de aperos de labranza. Rastrillos, rastrillas, arados metálicos, plantones y demás salían de su fragua dispuestos a entregarse en hierro y ahorro de energía al campo lanzaroteño. En la actualidad, esa disminución de demanda la complementa haciendo verjas y puertas y todo lo que salga. Alpuig, que es como se le conoce a este señor de la fragua, se declara trabajador por encima de todas las cosas.

(SIGUE EN LA PAGINA 131)