

# EL MÈTODE DE LA FARGA CATALANA

**Marc Martínez-Estrada<sup>1</sup> i Núria Salán Ballesteros<sup>2</sup>**

1. Departament d'Enginyeria Electrònica. Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa. Universitat Politècnica de Catalunya. Terrassa, Espanya. marc.martinez.estrada@upc.edu

2. Departament d'Enginyeria Electrònica. Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa. Universitat Politècnica de Catalunya. Terrassa, Espanya. nuria.salan@upc.edu

**Resum:** La farga catalana va ser un procés productiu derivat de la forja artesana, que es va diferenciar per l'acumulació de trets característics, i com a resultat va donar lloc a un acer d'alta qualitat. Va ser un procés que va tenir l'origen a Catalunya i que es va dur a terme a les zones muntanyoses, per la proximitat de les matèries primeres. Tant les matèries primeres —òxids i minerals fèrrics— com les eines utilitzades —forn i martinet— eren diferencials respecte a les seves homòlogues utilitzades a la forja artesana tradicional. Per tot això i per la gran qualitat del seu producte, era un mètode conegut arreu del món i que molts fargaires varen utilitzar amb l'objectiu d'obtenir el producte de la farga catalana. L'objectiu d'aquest article és mostrar el mètode de la farga catalana, com a procés d'obtenció d'aliatges fèrrics de qualitat, amb la perspectiva de la tecnologia actual.

**Paraules clau:** artesanal, catalana, farga, forja, mètode.

## THE CATALAN FORGE PROCESS

**Abstract:** The Catalan forge was a special smelting process derived from the artisanal forge and could be distinguished from the latter by certain characteristics and its final product. The Catalan forge process originated in Catalonia and it was used in mountainous regions where its prime material was readily available. This prime material, e.g. iron oxide, and the forge's equipment, including its furnace, differed from those marking the traditional forge and entailed a series of changes. Thanks to the high quality of its production, the Catalan forge method became known worldwide. Indeed, smiths from all around the globe tried to use it in order to obtain a similar product. The aim of this paper is to describe the Catalan forge process for obtaining quality ferrous alloys, as seen from the standpoint of today's technology.

**Keywords:** artisanal, Catalan, forge, smelting, method.

## Introducció

La història ens ha ensenyat que determinats processos productius o de producció artesana es poden desenvolupar de moltes maneres diferents. En alguns casos, les diferències són tan importants que donen a aquests processos noms diferenciats, i un d'aquests casos és, justament, el tema central d'aquest article: la farga catalana.

La forja artesana ha evolucionat moltíssim en els darrers segles, i el seu desenvolupament ha anat lligat als avenços tecnològics i a l'aparició i la disponibilitat de nous materials al llarg de la història. Així, en els inicis de la forja, com a procés productiu, les societats eren molt dependents dels productes que se'n derivaven, però, en especial, destaquen les indústries d'eines, claus, ginys de guerra i productes de serralleria, entre d'altres. A Catalunya es va anar diferenciant un procés de forja artesana caracteritzat pel material que produïa, així com pel procediment i la tècnica utilitzats pels fargaires. Aquests trets diferencials varen motivar l'aparició d'una

denominació per a aquest procés concret, que s'ha perllongat en el temps: la *farga catalana*. A la figura 1 es pot trobar un esquema complet d'aquest procés.

La farga catalana és un procés productiu de forja artesana que es va desenvolupar majoritàriament a la zona nord i nord-oest de Catalunya. Les fargues se situaven a zones muntanyoses properes a rius, per aprofitar la força de l'aigua, a més d'establir-se a prop dels punts d'extracció de les matèries primeres, cosa que per als fargaires era decisiu. El procés de reducció de les menes de ferro, per obtenir ferro metàl·lic com a producte principal, produïa un material característic, consistent en un producte fèrric amb baix contingut en carboni, de molt alta qualitat, anomenat *masser*.

## Matèries primeres

Les matèries primeres que els fargaires utilitzaven en el procés català era l'òxid fèrric hidratat (limonita o hematites bruna), de formulació  $\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , i l'òxid de

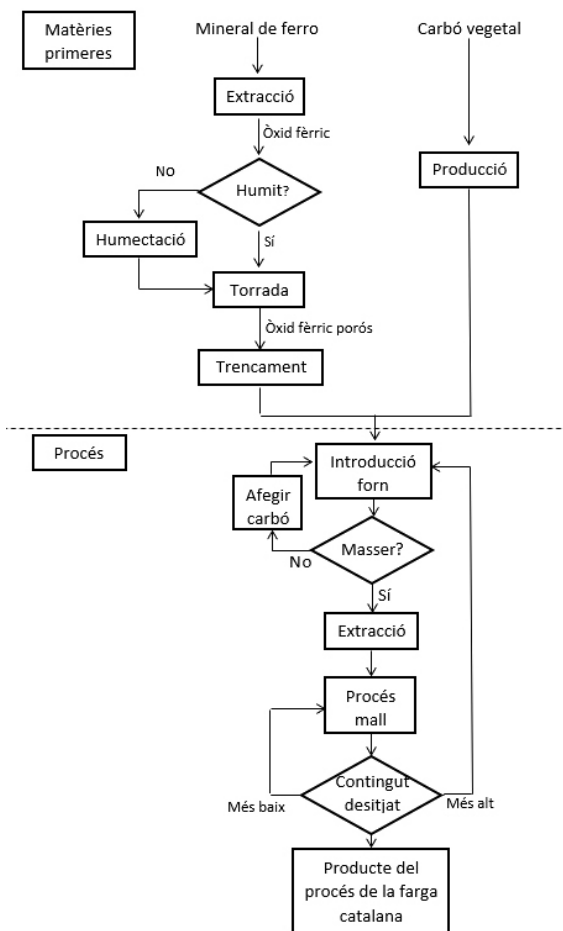


FIGURA 1. Esquema del procés de la farga catalana.  
FONT: Elaboració pròpia.

ferro sense hidratar (oligist o hematites roja), de formulació  $Fe_2O_3$ . En el cas de l'òxid de ferro sense hidratar, els fargaires deixaven les menes a la intempèrie amb l'únic objectiu d'obtenir la mena hidratada, ja que aquest producte, quan es deshidratava mitjançant un procés de torrada, quedava amb una porositat elevada que conferia a la mena una millor superfície per reaccionar amb la resta de productes. Aquestes menes eren directament extretes d'afloraments propers a la localització de les fargues, els quals avui dia es troben exhaurits per la gran activitat que es va dur a terme durant la vida de les fargues. Pel que fa al combustible utilitzat en el procés, es feia servir carbó vegetal obtingut a partir de la combustió incompleta de llenya. A Catalunya, el pi era l'arbre més habitual als boscos on se situaven les fargues, i, per tant, era la llenya d'aquest arbre amb la qual es produïa aquell carbó vegetal, que tenia unes característiques de porositat, puresa i baix contingut en sals, així com un percentatge molt elevat en carboni, que el feien perfecte per al procés que es duria a terme a la farga per obtenir el producte final, tan valorat arreu. Aquestes dues línies d'adquisició de matèries primeres es feien en paral·lel i eren la primera part abans de començar el procés de formació del masser, com es pot veure a la figura 1.

Per fer una breu descripció de l'elaboració del carbó, s'indica que el procés d'obtenció es basava a col·locar la llenya en forma de túmul semiesfèric, amb una base de pedres (respiradors de base) i recobert de fulles premsades, per damunt de les quals es col·locava terra i pedres, per afavorir un procés d'ignició de la llenya en deficiència d'aire i, per tant, d'oxigen. El procés era lent, i si el fum que sortia del túmul era blanc, indicava que s'estava eliminant molta quantitat de vapor d'aigua. A partir d'aquí, es produïa la destil·lació d'àcid pirolignós i de productes bituminosos (que s'evidenciava pel color més blau del fum).

### Equips i elements tècnics

La disposició dels materials dins la farga podia ser molt diversa i era, d'alguna manera, el secret de cada fargaire, en funció de la seva habilitat, experiència i capacitat innovadora. Sí que es prioritzava, sempre, l'aprofitament dels recursos disponibles i s'evitava la combustió innecessària de llenya o el consum desmesurat de mena. Ens han arribat indicacions dels mínims que tota farga tenia i, per tant, es podia trobar a totes les instal·lacions una trompa d'aigua, un o més martinets i el forn. La figura 2 mostra la disposició dels elements a una farga catalana. Es pot veure, d'esquerra a dreta, la figura del fargaire, les piles de mineral que alimentaven el forn de reducció, el forn de reducció amb la rampa per la qual s'introduïen les matèries primeres i per on s'extreia el masser al final del procés, i finalment, el martinet, prou a prop del forn de reducció per extreure l'excés d'escòria del masser.

El forn, l'esquema del qual es presenta a la figura 3, era l'element més important de la farga i generalment tenia una forma de tronc piramidal invertit amb les bases rectangulars, de les quals la més ampla se situava a la part alta del forn. El forn estava construït amb tres parts rectes i una paret que descrivia una corba convexa (*cara de l'ore* o *contra-vent*), la qual permetia una extracció més senzilla del masser. La paret que servia de suport a la tovera rebia el nom de *porgues* (vegeu la figura 3). Les altres dues parets, paral·leles al terra, s'anomenaven *cava* i *lleiterol*, i era en aquesta segona en la qual s'ubicava una obertura per a l'extracció

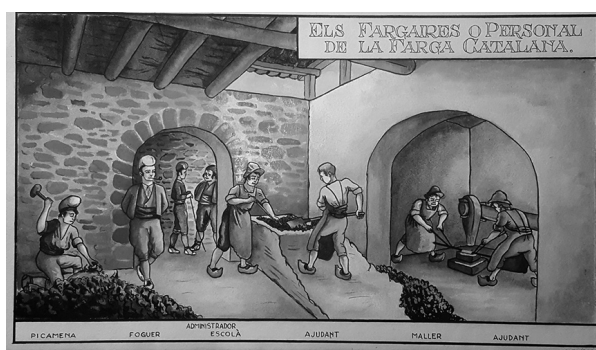


FIGURA 2. Instal·lació convencional de la farga catalana.  
FONT: Aquarel·la de V. Serra extreta del llibre *La farga catalana* (Gallardo i Garriga i Rubió i Tudurí, 1930).

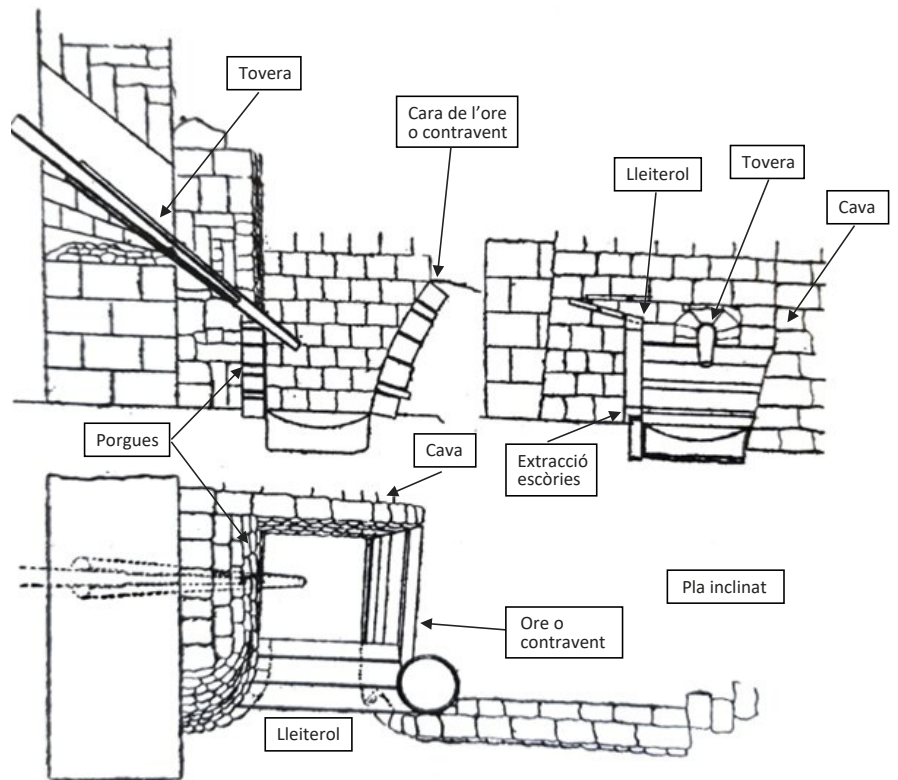


FIGURA 3. Esquema del forn de reducció de la farga catalana, vist des de perspectives diferents.  
FONT: Gallardo i Garriga i Rubió i Tudurí, 1930.

d'escòria. Les porgues i la cara de l'ore estaven revestides amb làmines fèrriques. Les parets eren de pedra, excepte el lleiterol, que estava construït sobre unes peces metàl·liques d'un pam d'alçària, encastades al terra, separades uns 6 cm entre elles, i entre les quals es col·locava sorra compactada. A la part inferior d'aquest lleiterol, hi havia una obertura per la qual s'extreien les escòries produïdes durant el procés, i a la part superior es localitzava un tascó o planxa de ferro, utilitzat pels fargaires per realitzar les diferents operacions que calia durant el procés de reducció de mineral.

La tovera, que era l'encarregada d'introduir aire al forn, estava col·locada amb un angle de 35-45°, respecte de l'horitzontal, i a una distància de 25 cm del fons, característiques que es guardaven com uns dels grans secrets del procés. Les dimensions de la cavitat eren d'aproximadament 50 x 60 cm, amb una alçària de 80 cm.

Un altre tret característic era la utilització de la trompa, o tovera, al forn, ja que constituïa un mètode enginyós per a l'època en què es va començar a utilitzar, en tant que aconseguia un corrent d'aire per efecte Venturi que proporcionava un tiratge adequat per a la farga. Així, gràcies a l'aigua que passava a través d'un tub escanyat, anomenat *espiral*, per efecte Bernoulli, provocava una depressió a l'interior del tub que produïa un cabal d'aire cap a l'interior del forn.

L'últim dels elements imprescindibles en aquest procés de la farga catalana era el *martinet* (vegeu la figura 4), que era un mall metàl·lic de 500 kg de pes, aproximadament, mogut per una roda hidràulica. Aquesta roda era impulsada per l'aigua del riu, convenientment desviada cap a

un canal amb un salt i que feia caure l'aigua al damunt d'uns àleps de fusta, localitzats a un dels extrems de la roda hidràulica.

La força de l'aigua provocava un moviment circular que era tramès pel fusell de la roda, anomenat *calaiBRE*. El calaiBRE tenia una corona de ferro molt ferma (*bota*), a l'extrem oposat als àleps de fusta, que amb unes lleves metàl·liques (*palmes*) era capaç de transmetre el moviment circular de la roda al mall, fet que transformava el moviment en un moviment curvilini alternatiu.

El mall es trobava enganxat a un mànec construït amb un tronc d'arbre, normalment de roure, que actuava com a palanca i és per on el moviment circular alternatiu era tramès. La resistència de la palanca era el pes del mall i el

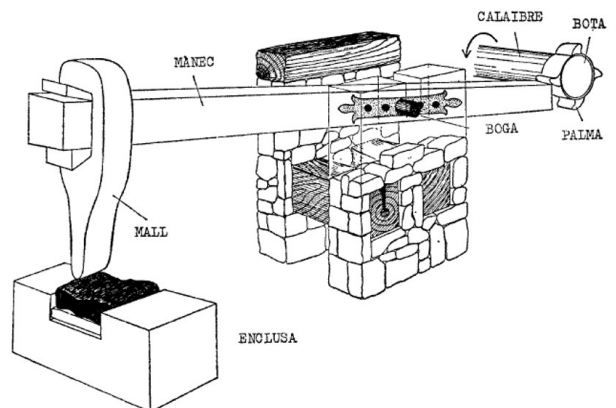


FIGURA 4. Esquema del martinet de forja, amb les diferents parts que el formen.  
FONT: Dibuix de M. Alonso, extret de Molera i Solà, 1980.

fulcre. El *fulcre* era la part central o base, que era la que produïa el comportament com a palanca del mànec del mall. El mànec estava sostingut de tal forma que la part del braç de potència era més curt que el de resistència. Finalment hi havia l'enclusa, lloc on es dipositava el masser. Aquesta està formada de dalt a baix pel demet, la dema i la pedra.

Per poder descriure l'utilatge d'una farga catalana hem de recórrer al llibre *La indústria de claus a Ripoll. Contribució a l'estudi de la farga catalana*, d'Eduard Graells (Graells i Puig, 1984), ja que les eines que es podien trobar a la farga variaven molt segons l'activitat siderúrgica que es duia a terme en cada farga. Les eines que es poden trobar a l'obra esmentada anteriorment són les següents:

Vuit tanalles [sic] per servei de la farga entre grans i xiques, tres verxelles [sic] i tres ganxos, una massa de ferro gran, tres martells y [sic] los ganxos de les manxes, que són sis, lo mall que és boca dolenta i la sari que és dolenta, la pessa [sic] del mall molt bona, les matxes [sic] a punt de retallar, una romanagrossa [sic] amb cabra, una tuera [sic] bona, lo pal i lo foc amb tots sos ornaments, una picassa de tallar los massers i tallairet [sic].

## Procés

Inicialment, abans d'introduir el material i el carbó al forn, es preparava l'òxid de ferro passant la mena pel mall. D'aquesta forma s'obtenia una variació de mides des de 5-6 cm fins a pols, que es retirava a un costat del forn per ser utilitzat més tard. Aquest procés formava part de la preparació de les matèries primeres abans de començar el procés, però ja es realitzava a les instal·lacions de la farga. Una vegada es disposava de tot el material preparat, s'omplia el fons del forn amb carbó vegetal fins al nivell de la tovera. En aquest punt es col·locava una planxa metàl·lica vertical en posició paral·lela a les porgues. S'encenia el carbó del fons i s'empenava de carbó per la part de la planxa de les porgues. Pel costat de la cara de l'ore s'introduïa la mena. Per acabar, es retirava la planxa i es recobria amb carbó humit, fent una forma arrodonida. Posteriorment, s'obria el pas d'aire a la tovera i el procés trigava una hora i mitja a arribar a la màxima temperatura. La temperatura màxima en els processos de forja no arribava a superar el punt de fusió del ferro.

El procés era lent i tenia una durada de tres o quatre hores, temps durant el qual s'havia d'anar introduint carbó i mena, concentrada o mineral; és en aquest punt en què es podia aprofitar la pols d'òxid de ferro que s'havia retirat inicialment. Durant el procés es retiraven les escòries resultants, que, en el cas de tenir alt contingut en ferro, s'anomenaven *cagaferro*, i podien ser retornades al forn amb l'objectiu d'aprofitar al màxim les matèries. L'operació finalitzava amb una gran peça irregular de ferro, d'uns 100 kg de pes, anomenada *masser*. Aquesta peça era molt porosa amb inclusions d'escòria. Durant el procés de reducció, es produïen al forn diverses reaccions químiques que conver-

tien els òxids de ferro en ferro elemental, i que generaven subproductes que no formaven part de l'aliatge fèrric pròpiament, però que quedaven barrejats amb el metall i que proporcionaven part de les característiques del producte final. Així, la presència de manganès present al mineral afavoria la creació d'escòries fluides i, d'altra banda, contribuïa a la preservació del producte ferri durant el procés, com a conseqüència d'una major atracció de l'oxigen per part del manganès (Simón i Arias, 1992).

L'última part del procés era la més espectacular, a la vegada que crítica, en tant que era el moment de l'extracció del masser del forn i del procés al mall. El mall tenia uns objectius molt importants i concrets, els quals determinarien les característiques finals del producte fèrric obtingut. Aquests objectius eren eliminar les escòries, compactar el masser porós i disposar-lo en una forma allargada. El procés de colpejar el masser havia de fer-se quan encara es trobava calent per poder aconseguir els objectius. En cas que l'objectiu fos un ferro acerat (amb major contingut en carboni) es feia la mateixa operació, però s'evitava que el masser estigués en contacte amb l'atmosfera sempre que es podia, col·locant-lo sobre el carbó.

I és després de tot aquest procés que s'obté el desitjat *acer de la farga catalana*. Aquest metall no era ben bé com els acers que es coneixen actualment i es podria classificar de la forma següent: segons les característiques mecàniques, estaria entre *ferro comú* i *ferro bo*; si el criteri de classificació feia referència a si el masser havia estat forjat o no, s'anomenava entre *batut* i *buidat*. El «ferro bo» era com es coneixia el ferro acerat, un metall més dur respecte del ferro comú i que es podia fer servir per produir eines i llimes.

Les bondats del material (Molera i Solà, 1980) provenien d'una successió de fets en el procés. El primer és com l'aire que entrava per la tovera, ric en carboni, afavoria la formació de l'òxid de carboni en lloc del diòxid de carboni. L'òxid de carboni tenia tal propietat reductora que aconseguia reduir l'òxid de ferro (III) en ferro. Les inclusions de sulfur presents a l'acer provenien de les cendres del carbó que, en contacte amb l'acer, durant el procés reaccionaven i quedaven distribuïdes a l'acer. Quan aquesta distribució es trobava d'una forma dispersa al metall, augmentava la maquinabilitat del material i, per tant, era més fàcil de treballar (el sulfur es concentra a les inclusions no metàl·liques de la microestructura). I, per la banda de les escòries, com que la mena contenia una petita quantitat de fluorur càlcic, la temperatura de fusió de les escòries era menor i, per tant, s'eliminaven més fàcilment.

El masser era forjat amb l'objectiu d'eliminar escòries i porus, i obtenir després un acer net. Aquest procés es duia a terme quan el fargaire copejava el masser calent amb un martell. L'escòria, com que és un producte amb textura i comportament vitri, es mantenia fluida encara que el masser fos majoritàriament sòlid (no fluid). De manera que, en picar el masser, l'escòria sortia disparada, s'escapava així de l'interior del masser i, per compactació, els espais que pogués tenir a l'interior es tancaven.

### Conclusions

La farga catalana donava com a resultat final un acer amb inclusions no metàl·liques i porus buits a la microestructura. Aquestes inclusions proveïen unes característiques especials a l'anomenat *acer català*, unes bondats més pròpies dels materials que segles més endavant s'haurien identificat dins el grup dels materials compostos. Aquestes inclusions dintre de la microestructura de l'acer actuaven com a agent reforçant, mentre que l'acer, que seria la fase majoritària i contínua d'aquest primigeni material compost, es veuria afectat positivament per la presència de les inclusions d'escòria i resultaria en un acer en baix carboni d'una qualitat extraordinària i amb característiques superiors a altres materials produïts per altres mètodes de forja.

L'acer de la farga catalana era molt important per a la societat, que depenia, en gran manera, dels avenços tecnològics per poder avançar i desenvolupar nous sistemes de negoci i processos industrials, agilitar les feines diàries o millorar la seva pròpia vida.

Era per això que les fargues proporcionaven una gran riquesa al territori i a la societat. A més, la farga catalana va ser reconeguda internacionalment i això va afavorir no només uns avenços a Catalunya i a la resta del territori, sinó un enriquiment derivat de l'exportació del material obtingut pel procés a la resta del món. Varen aparèixer fargues catalanes a altres indrets del món, com ara Còrsega (França), diferents punts dels Països Baixos, Alemanya i les Índies Orientals, Madagascar, conques de l'Orinoco i del Mississipí, però enlloc no varen arribar a produir un material de tan bona qualitat com el que s'obtenia a Catalunya.

Amb l'aparició de la primera farga catalana, al segle XI, aquest procés va propiciar un enriquiment i desenvolupament del territori. L'esplendor i l'època d'auge van ser els segles XVII i XVIII; el material aconseguit era de tan alta qualitat i de característiques tan notables que es va estendre

molt ràpidament per la resta del territori. Les indústries que varen desenvolupar la seva activitat gràcies a la farga varen ser la indústria de ginys de guerra, claus, reixes, béns d'equip, indústria agrícola, etc.

Finalment, va arribar la decadència de la farga catalana degut a l'empobriment dels boscos i dels meners, a més de la competència tecnològica lligada al baix rendiment dels processos. La comparació del procés de la farga catalana amb el procés d'obtenció d'acer als alts forns va provocar una pèrdua de clients, de manera que les fargues catalanes anaven tancant al mateix ritme que els alts forns arribaven i se'n construïen de nous. La utilització del carbó de coc feia molt difícil competir a la farga en allò que es refereix a temperatura. Les últimes fargues que van tancar varen ser les de la vall Ferrera, l'any 1874. A la figura 5 s'identifiquen les localitzacions de les fargues més importants que s'han conegut, així com els períodes reconeguts de funcionament.

Amb tota certesa, la farga catalana va tenir un impacte significatiu en el desenvolupament de la metal·lúrgia i el d'altres camps industrials. El material resultant de la farga catalana va propiciar una avantatge molt significatiu per a la indústria catalana i de territoris propers, que posà la farga i el producte català en el punt de mira d'Europa i d'altres parts del món. En algunes de les referències consultades (Simón i Arias, 1992; Martínez-Estrada, 2016), s'analitza la composició i les característiques de l'acer català respecte de productes més actuals, fet que deixa en evidència l'actualitat i la qualitat d'un procés anterior que ha aconseguit perdurar al llarg del temps. La fiabilitat del procés de la farga catalana, tot i que podem disposar de pràcticament qualsevol procés de fabricació, fa que es consideri encara avui un procés per a l'elaboració de determinats components. Finalment, el procés d'obtenció d'aliatges fèrrics per farga catalana es desestimarà al llarg dels anys per motius lligats a una baixa eficàcia econòmica, so-

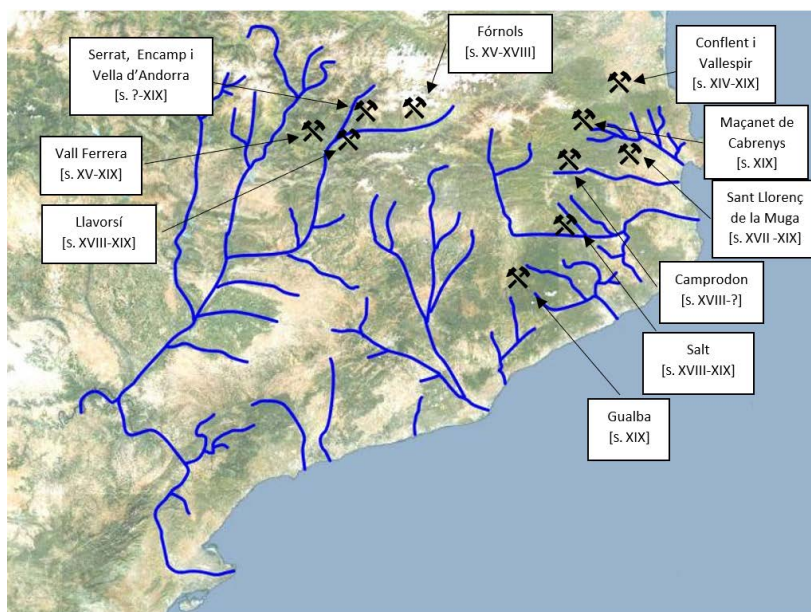


FIGURA 5. Distribució de les fargues i les dates de funcionament.  
FONT: Elaboració pròpia.

vint en favor d'altres processos més ràpids i econòmics, però no tan característics ni artesanals.

El procés de la farga catalana va aparèixer en un moment en què no hi havia cap altra tecnologia comparable, i tampoc no hi havia la possibilitat de fer estimacions numèriques, però, tot i així, era innegable la capacitat del procés de proporcionar estructures metal·lúrgiques excel·lents, amb una qualitat i fiabilitat com les que ara mateix proporcionaria un procés de forja industrial amb una gran diversitat de recursos tècnics i tecnològics.

## Bibliografia

- BURGUÉS, Albert; MIRET, Eulàlia (2020). «El fons Estanislau Tomàs. La farga catalana». *Revista de Tecnologia*, núm. 8, p. 7-13. ISSN: 2013-9861. DOI: 10.2436/20.2004.01.23
- GALLARDO I GARRIGA, Antoni; RUBIÓ I TUDURÍ, Santiago (1930). *La farga catalana: Descripció i funcionament: Història: Distribució geogràfica*. 2a ed. Barcelona: R. Dalmau.
- GRAELLS I PUIG, Eduard (1984). *La indústria dels claus a Ripoll: Contribució a l'estudi de la farga catalana*. Barcelona: Fundació Salvador Vives Casajuana.
- MARTÍNEZ-ESTRADA, Marc (2016). *Estudi de l'evolució del procés de forja artesana a Catalunya des de 1900*. Treball de final de grau. Universitat Politècnica de Catalunya. Escola Superior d'Enginyeria Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa.
- MOLERA I SOLÀ, Pere (1980). *La farga*. Barcelona: Dopesa. (Conèixer Catalunya; 29)
- SIMÓN I ARIAS, Júlia (1992). *La farga catalana: Estudi metal·lúrgic del procés*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans. Societat Catalana de Tecnologia. (Monografies de Tecnologia; 1)