

Els forns solars del pare Himalaya i la reconstrucció del forn solar de Sureda



Jean-Jacques Serra,
Doctor en ciències
físiques, membre
de l'associació dels
Amics del Pare
Himalaya de Sureda

Manuel António Gomes neix el 1868 a Cendufe, un veïnat d'Arcos de Valdevez, al nord de Portugal.¹ De petit és un alumne molt brillant i als 14 anys els pares l'envien al seminari de Braga perquè pugui continuar els estudis. Aquí és on un dels companys seminaristes li dona el sobrenom d'*Himalaya* per la seva gran talla. El jove Manuel, que aprecia aquest sobrenom, el mantindrà tota la vida.

Ordenat sacerdot el 1891, el pare Himalaya es va convertir en professor de col·legi, primer a Formiga, després a Coimbra, on va ser director. Però li apassiona la ciència i aprofita totes les oportunitats per millorar-ne els coneixements. Després d'haver-se interessat en la hidroteràpia, es dedicarà, des del 1897, al disseny i la fabricació de concentradors solars. Comença aquest estudi per millorar el rendiment de les terres agrícoles amb adobs nitrogenats de baix cost. De fet, va imaginar un dispositiu capaç d'oxidar el nitrogen atmosfèric per obtenir nitrats utilitzables a l'agricultura. Mentre és capellà en un col·legi de Porto, rep ajuda d'un dels seus col·legues i l'autorització dels superiors per perfeccionar els seus coneixements científics a França. Quan arriba a París, el maig de 1899, Manuel António Gomes *Himalaya* té 31 anys.

La lent metàl·lica

El pare Himalaya comença la seva investigació amb una anàlisi dels dispositius de concentració solar coneguts aleshores: sistemes de lents (refracció) i sistemes de miralls (reflexió).² Elimina ràpidament els primers a causa de pèrdues per absorció de radiació durant l'encreuament dels vidres. Tanmateix, els concentradors de miralls existents tampoc no el satisfan. Els reflectors cònics (tipus Mouchot) "*produeixen només una línia ígnia al voltant de l'eix*" que no permet assolir les temperatures desitjades. Els reflectors còncaus no s'adapten a la seva finalitat "*perquè el focus que produeixen sempre es troba entre el sol i el reflector de manera que els materials fosos o tractats caurien (...) sobre el reflector*".

Per això es va posar a dissenyar una geometria original per al seu concentrador solar que va anomenar *lent metàl·lica*. Són un conjunt de seccions anulars procedents de paraboloides homofocals, tal com es mostra en la figura 1. Aquesta configuració produeix un focus sota el reflector, a diferència d'un reflector paraboloides convencional.

L'aparell de Neuilly

Quan arriba a París, el pare Himalaya fa classes al Collège de France. Alhora, es dedica al desenvolupament de concentradors solars capaços d'assolir les altes temperatures necessàries per al seu projecte.

Un primer prototip, la construcció del qual sembla haver-se iniciat a Portugal, el prova a Neuilly, França: "El primer d'aquests dispositius amb una superfície de 25 m², amb 5 m² de radiació solar normal es va provar a Neuilly-sur-Seine durant els mesos de febrer, març i abril de 1900."³

En la figura 2, es pot veure que aquesta primera *lent metàl·lica* inclou tres seccions parabòliques anulars.

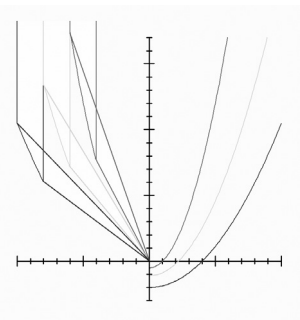


Fig. 1 - Principi de la *lent metàl·lica*. A la dreta, 3 paràboles homofocals (mateix focus). A l'esquerra, 3 anells reflecteixen els raigs paral·lels en aquest focus comú

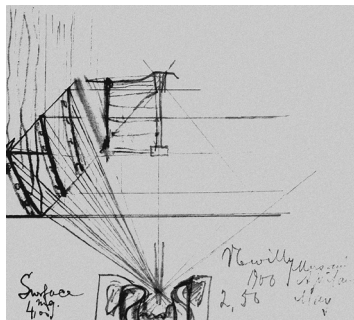


Fig. 2 - Vista de perfil del dispositiu de Neuilly (col·lecció Jacinto Rodrigues)

Amb aquest aparell, el pare Himalaya va poder fondre el plom i el zinc,⁴ cosa que li va permetre estimar que s'havia assolit una temperatura d'uns 500° C. En aquest estat, aquest aparell no era capaç de produir la reacció de combustió del nitrogen.

Primera patent d'invenció

El pare Himalaya es compromet a desenvolupar un nou dispositiu descrit en una patent presentada el setembre de 1899.⁵ "Aquest aparell comprèn essencialment un sistema òptic que convergeix els raigs solars en un sol punt on es col·loca el gresol; comprèn, a més, un mecanisme que té com a funció orientar l'aparell en una posició acordada (...) i, a més, un gresol o un forn disposat per a la càrrega automàtica dels materials per fondre i

fer possible la fusió en el buit o en un medi inert o diferent del medi atmosfèric." Es mostra en la figura 3.

En comparació amb el model anterior, aquest nou dispositiu presenta algunes simplificacions com ara l'ús de seccions anulars troncocòniques, més fàcils d'aconseguir que les seccions paraboloides i l'ús d'un suport azimuthal, també més fàcil de fabricar.⁶

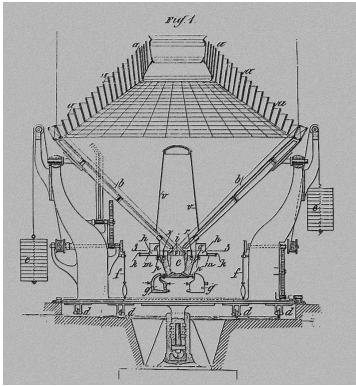


Fig. 3 - Dibuix que il·lustra la patent núm. 292360

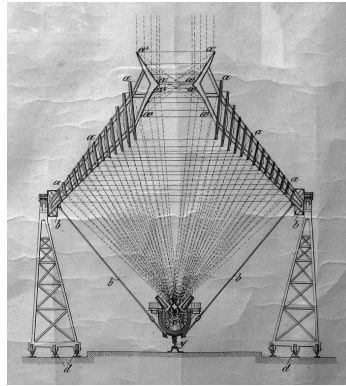


Fig. 4 - Dibuix de Cendufe (col·lecció Jacinto Rodrigues)

El març de 1900, sembla que el pare Himalaya va disposar una addenda a la primera patent, de la qual només es va trobar un dibuix il·lustratiu a Cendufe. La nova configuració, que es mostra en la figura 4, té algunes diferències respecte de l'anterior. Destaquem, en particular, l'addició d'un nou dispositiu de concentració, la forma que recorda un *diàbolo*, al centre de la lent metàl·lica.

Les figures 3 i 4 mostren de fet que quan s'acosta al centre del concentrador, els anells troncocònics són més propers i/o més llargs. Per evitar la introducció d'anells excessivament

llargs, el pare Himalaya va dissenyar un dispositiu parabolo-el·líptic el principi del qual es mostra en la figura 5. L'examen dels trajectes òptics en la figura 4 suggereix que la forma ideal ha estat substituïda de nou per una o més seccions troncocòniques.

Système de four pour l'obtention des hautes températures presentat el 20 d'octubre de 1899.

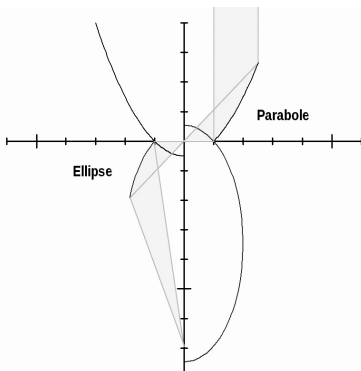


Fig. 5 - Diagrama esquemàtic del *diàbolo* parabolo-el·líptic. El focus de la paràbola (a dalt) es confon amb un dels focus de l'el·lipse (a baix). Els raigs paral·lels són enfocats per la paràbola en aquest focus comú; després per reflexió addicional, arriben al segon focus de l'el·lipse

El forn solar de Sureda

La segona realització del pare Himalaya consisteix en una lent metàl·lica que comprèn 14 anells troncocònics reflectants amb dos diabolos al centre. Serà construïda per la *Compagnie Parisienne des Missions et Recherches*. Amb aquest nou aparell volia fer proves en altitud i en una regió força assolellada de França. Escollirà l'Albera, a l'est dels Pirineus.⁷

El pare Himalaya descriu aquesta instal·lació de la següent manera: *"Un segon aparell (...) amb una superfície reflectant de 75 m² i utilitzant uns 19 m² de radiació solar normal es va provar a Sureda al Pirineu Oriental durant els mesos de juliol, d'agost i setembre de 1900."*⁸

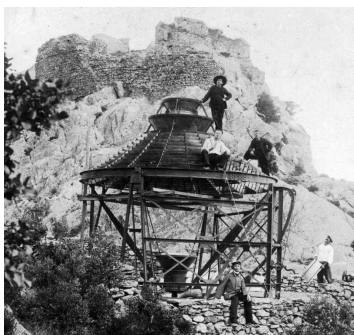


Fig. 6 - Forn solar de Sureda davant de les ruïnes del castell d'Ultrera



Fig. 7 - Gresol per a fusió de mostres, aquí equipat amb una cúpula transparent per a fusions en atmosfera controlada

Aquest dispositiu va poder fondre l'alumini però no el coure.⁹ Per tant, el pare Himalaya va estimar que s'havia assolit una temperatura de només 900° C, insuficient per obtenir la combustió del nitrogen. Aquest resultat el va portar a replantejar el problema en general, perquè el sistema *"encara tenia alguns inconvenients que [el] van decidir a buscar a fora la solució final del problema"*. Sobretot *"el focus (...) tenia un moviment paral·làctic que feia que les operacions de càrrega i descàrrega, així com el control i la manipulació dels materials al lloc adequat fossin molt difícils i complicats"*.¹⁰

Nou tipus de concentrador

Per tant, el pare Himalaya va reprendre l'estudi amb l'objectiu d'obtenir un sistema en el qual *"la caldera o el forn al centre del qual es troba el focus poden romandre sempre en el mateix pla horitzontal i tenir només un moviment de translació sobre un camí circular quan el sol és oblic..."*¹¹ Una sèrie de dispositius dissenyats en aquest sentit es descriuen en una patent presentada el gener de 1901.¹² Es tracta de concentradors de facetes en forma

de sector paraboloidal centrats en un eix perpendicular a l'eix de la paràbola (paràbola fora de l'eix, vegeu fig. 8). L'objectiu és obtenir un feix lumínic reflectit en una direcció horitzontal; el forn es munta després en un vagó que es mou sobre una barana circular (fig. 9).

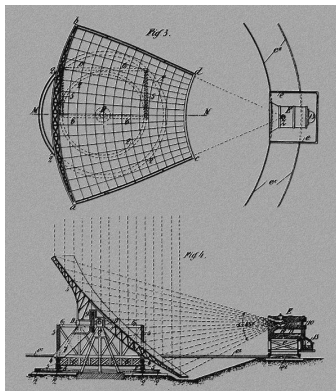


Fig. 8 - Dibuix que il·lustra la patent núm. 307699

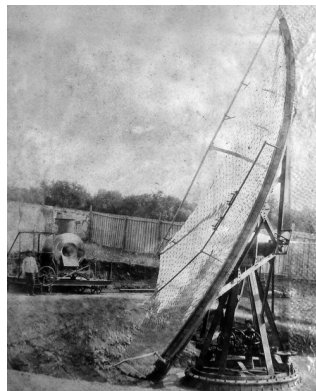


Fig. 9 - El forn solar de Lisboa

Després de contactar amb empreses estrangeres que li oferien pressupostos fora dels seus mitjans, va decidir construir el seu dispositiu al seu país, per l'*Empresa Industrial Portuguesa*. El concentrador tindrà una superfície reflectora d'uns 80 m², que intercepta uns 60 m² de radiació solar. Els miralls són de bronze martellejat i el gresol de plumbagina. Durant la inauguració oficial, l'abril de 1902, una mala alineació cap al sol, causada aparentment per una estructura mal feta, va provocar la fusió del suport del forn. Malgrat aquest fracàs, el pare Himalaya va aconseguir ajuntar el dispositiu i fer-lo funcionar: "*Pare Himalaya no només va aconseguir reduir òxid de ferro, sílice, quars, basalt, vidre i maons refractaris a un estat líquid, sinó el gresol de plumbagina, que contenia els minerals exposats a la calor, se barrejava com aigua amb el ferro i la sílice. La fusió del gresol de plumbagina va superar les expectatives de l'abat bruixot. Els 2000°C de calor solar, però, eren insuficients per fondre calç, guix o magnesi.*"¹³

Per primera vegada, el pare Himalaya observava la formació de vapors nitrosos, resultat de l'oxidació del nitrogen a temperatures altes.¹⁴

El pirheliòfor

De retorn a França, el pare Himalaya reprèn el seu projecte amb la intenció de presentar-lo a l'Exposició Universal del 1904 que tindrà lloc a *Saint Louis*, als Estats Units. Conserva la forma general del concentrador anterior, però hi aporta dues modificacions que milloraran el rendiment i la facilitat d'ús d'aquest nou model que anomenarà *pirheliòfor*.

Mentre que en els models anteriors els moviments del concentrador es feien manualment, el pirheliòfor es mantindrà orientat cap al sol de manera automàtica. Per això, el concentrador s'instal·la sobre una muntura equatorial que, girant en 24 hores, reflecteix els raigs del sol a un focus fix durant tot el dia (fig. 10). L'altra millora és substituir els grans miralls metàl·lics per 6.117 petits miralls de vidre platejat. El gresol de plombagina també ha estat substituït per un gresol d'acer recobert internament de magnesi.

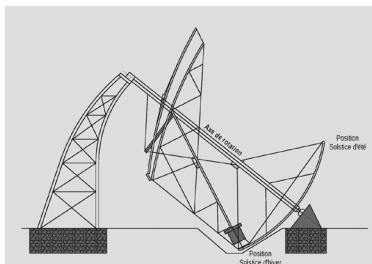


Fig. 10 - Vista de perfil del pirheliòfor

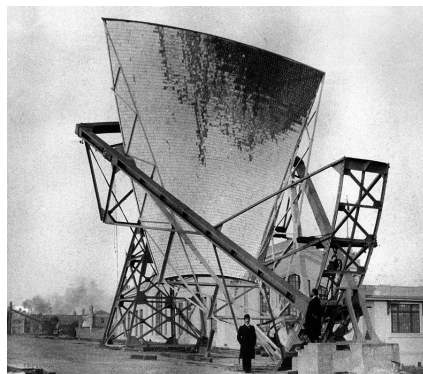


Fig. 11 - El pirheliòfor instal·lat per a l'exposició de Saint Louis

L'Exposició Universal de *Saint Louis* va celebrar-se del 30 d'abril a l'1 de desembre de 1904. La instal·lació i l'ajustament del pirheliòfor duraran de l'abril a l'octubre. El resultat és excel·lent, amb una zona focal de 15 cm de diàmetre per a una distància mitjana entre mirall i focus de 10 m.

Des de les primeres experiències, l'èxit es fa palès. En les setmanes següents, els diaris nord-americans es fan ressò d'aquest èxit: *"El ferro es va fondre en menys d'un minut; l'argila refractària es va fondre en uns tres minuts; i la magnesi, una de les substàncies més refractàries, que necessita uns 3.500 °C per fondre's, es va reduir a l'estat líquid en uns vint minuts."*¹⁵ El pare Himalaya estimava que la temperatura assolida va ser superior a 3.500 °C, però sabem avui que el magnesi es fon a 2.850 °C.

Amb aquests resultats extraordinaris i un èxit popular, el pare Himalaya rep els màxims guardons de l'Exposició Universal: el gran premi, dues medalles d'or i una de plata.¹⁶

Després de la cloenda de l'Exposició, s'organitza un viatge d'estudi pels Estats Units per als premiats. Però durant aquest temps, la terra i els pavellons són abandonats i saquejats pels habitants dels voltants. En tornar, el pare Himalaya trobarà el seu pirheliòfor vandalitzat; el rellotge havia desaparegut, així com tots els miralls. En no disposar dels mitjans financers necessaris per a les reparacions, les restes del pirheliòfor van ser abandonades al lloc. Aquest serà el final de les investigacions del pare Himalaya en el camp de l'energia solar concentrada.

Romandrà un temps als Estats Units, on treballarà en particular en el camp dels explosius, abans de tornar a Portugal.

Es va convertir en membre de l'Acadèmia de Ciències de Portugal el 1908, va treballar fins al 1920 en diversos temes relacionats amb els recursos naturals i les energies renovables. Tornà a Amèrica, primer als Estats Units i després a l'Argentina, on va viure des del 1927 fins al 1932. De tornada a Portugal, va morir el 21 de desembre de 1933 a Viana do Castelo en el més gran anonimat.

Jacinto Rodrigues, historiador del pare Himalaya

La història dels forns solars del pare Himalaya havia estat oblidada i segurament s'oblidaria encara sense la intervenció d'un investigador portuguès, Jacinto Rodrigues.

Professor a la facultat d'Arquitectura de la Universitat de Porto des del 1986, va fer estudis de llicenciatura i va impartir classes a França. Als anys 70 va descobrir per casualitat l'obra del seu il·lustre compatriota i en va començar a reconstruir la història.

El 1995, les investigacions de Jacinto el van portar a Sureda on, amb l'ajuda d'alguns habitants del poble va trobar les restes del forn solar del *coll del Boc*, a sobre de l'ermita de *Nostra Senyora del Castell*. Durant la mateixa estada, és als arxius del bisbat de Perpinyà on descobreix articles de premsa local del 1900 sobre les experiències del pare Himalaya. Després d'uns quants anys d'investigació addicional, Jacinto Rodrigues va publicar, el 1999, el seu gran treball *A Conspiração Solar do Padre Himalaya*.¹⁷ Aquest llibre de prop de 300 pàgines, il·lustrat notablement, retrata la vida del pioner portuguès de l'energia solar, precursor del desenvolupament sostenible, i descriu les etapes de la investigació històrica que en va permetre la redacció.

El llibre de Jacinto té tant d'èxit al seu país que en neix un projecte de cinema documental. El director, Jorge António, va anar a Sureda el juny del 2003 per filmar algunes escenes amb Jacinto. Els seus interlocutors de 1995 hi contribueixen. La pel·lícula, titulada *A Utopia do Padre Himalaya*, s'estrenarà dos anys després.¹⁸

Els Amics del Pare Himalaya de Sureda

La filmació d'aquesta pel·lícula va fer que un grup de surellencs s'adonés que un esdeveniment important havia tingut lloc al seu municipi un segle abans. Sota l'empenta d'Antoine Sanchez, el principal interlocutor de Jacinto Rodrigues a Sureda, un petit grup s'organitzà per donar valor al lloc del forn solar. La plataforma i els voltants havien estat esborrats i es van reconstruir els murs de pedra seca a partir de l'octubre de 2003 (figura 12). Després, el juny del 2004, s'inaugurà un plafó commemoratiu amb motiu del centenari de l'atorgament al pare Himalaya del gran premi de l'Exposició Universal de *Saint Louis* del 1904.



Fig. 12 - Emplaçament del coll del Boc després d'esborrar el 2003



Fig. 13 - Model presentat per Antoine Sanchez i Amand Darbon

A petició de Jacinto Rodrigues, una delegació surellenca va ser convidada per les autoritats d'Arcos de Valdevez, lloc natal del pare Himalaya, per als dies de commemoració d'aquest esdeveniment organitzat el desembre del 2004. Després, l'agost de 2005, un grup de surellencs va fer el viatge a Arcos, on visità els llocs on vivia el pare Himalaya, en particular la casa familiar. En tornar, els membres del grup decideixen crear una associació per perpetuar la memòria del científic portuguès. Es fundarà el 21 d'octubre de 2005, amb el nom d'Els Amics del pare Himalaya de Sureda, (APH), presidida per Antoine Sanchez. L'any següent, el consell d'administració de l'associació va proposar reconstruir el forn solar que el pare Himalaya havia experimentat el 1900 a l'emplaçament original. Aquesta decisió segueix en la realització d'un model a escala 1/10a del forn solar, perfectament funcional:¹⁹ el concentrador és mòbil en dos eixos, compost per facetes metàl·liques, com l'original, i es van poder assolir temperatures d'uns 900 °C al seu focus. Va ser sovint l'element que va convèncer els interlocutors de la viabilitat del projecte (figura 13).

Les etapes de la reconstrucció

L'APH, de fet, s'enfrontà a tres problemes:

- trobar els fons necessaris per a la construcció del forn solar;
- establir els plans per a la realització de l'aparell;
- obtenir un terreny per a la seva implantació.

Aquest últim punt fou el que més ràpidament es va resoldre. Era evident que una reconstrucció a l'emplaçament original del coll del Boc no era convenient. És un terreny privat de difícil accés, cosa que complicaria la construcció i limitaria l'audiència a les visites públiques.

L'ajuntament de Sureda va oferir llavors un terreny amb una adequada exposició al sud, accessible per pista i ja equipat amb subministrament d'aigua potable, a les altures del *Mas del Ca*. El 2009, va atribuir aquesta terra a l'APH per construir-hi el seu forn solar.

La reconstitució dels plànols de l'aparell resultà molt més difícil. En no trobar-se cap plànol d'època, Jacinto Rodrigues proporcionà a l'APH tota la documentació que tenia: quatre fotos i un esquema extret d'una patent. Claude Parisel, professor d'arquitectura de la Universitat de Mont-real, proposà una solució.²⁰ Es basava en una tècnica, anomenada *perspectiva inversa*, que estima les dimensions d'una estructura a partir de fotografies i un nombre limitat de dades dimensionals, el diàmetre del rail en aquest cas. Després d'alguns intercanvis d'informació i fotografies, Claude Parisel proporcionà a l'APH un document complet que contenia les dimensions principals de la rèplica que s'havia de realitzar. Aquesta informació va servir de base per al llarg treball de desenvolupament dels plànols de l'aparell.²¹

Amb els plànols del forn solar és possible modelitzar-ne el comportament per predir les actuacions. Dos estudiants de l'escola Sup'ENR Perpinyà van realitzar aquests càlculs durant l'estiu del 2014.²² Sembla, doncs, que les temperatures susceptibles de ser assolides seran molt superiors a les que havia obtingut el pare Himalaya el 1900.

De les tres tasques identificades a l'origen del projecte, la més llarga fou la de recaptar els fons necessaris per a la construcció de l'aparell. Van necessitar no menys de vuit anys d'esforç perquè els líders de l'APH aconseguissin aquest resultat.

El 2006, l'APH va organitzar reunions de presentació amb les autoritats locals dels municipis veïns, el departament, la regió i, fins i tot, amb la representació nacional. Es va posar en contacte amb empresaris privats, fundacions i es posà en marxa una subscripció pública. Mentrestant, l'APH utilitzava totes les finestres possibles, conferències, congressos, per difondre informació sobre el projecte. Finalment, el 2014, les promeses de finançament van assolir la quantitat del pressupost de la reconstrucció.

Tasques subcontractades

Si l'APH va establir els plans de realització del forn solar, òbviament, la fabricació d'elements estructurals i miralls s'havia de subcontractar. El desembre de 2014, el consell d'administració de l'APH va confiar aquesta tasca a la societat Philippe Goudin, que va encarregar les subassemblees a l'empresa Creametal.

L'estructura utilitzada per sostenir i orientar el concentrador era d'acer protegida per una capa de pintura negra. Els elements es van muntar per reblat calent, segons les tècniques emprades el 1900. Els miralls del forn solar del pare Himalaya consistien en làmines metàl·liques, presumiblement fetes d'aliatge base de coure (bronze o llautó). Per a la rèplica, es va decidir utilitzar un acer inoxidable resistent a les atmosferes salines, i la xapa enrotllada quedava reforçada per dos perfils de secció rectangular. La fabricació va durar de gener a juny de 2015.

Mentrestant, l'emplaçament del *Mas del Ca* va ser arreglat per l'ajuntament de Sureda. La parcel·la de 900 m² presenta una superfície plana amb una base proveïda amb barana circular, una tanca perimetral amb dues entrades i una escala d'accés des de la carretera.

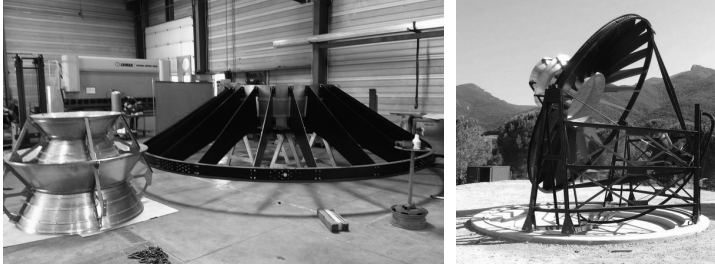


Fig. 14 - Estructura del forn solar. 1) Taller Creametal 2) Instal·lació al Mas del Ca

L'estructura del forn es va entregar el juny de 2015, en dos camions que es van aturar a l'entrada de la pista d'accés a l'emplaçament. Per als darrers 400 metres de carretera forestal, amb molts revolts i pendents elevats en alguns llocs, es va utilitzar un carretó elevador telescòpic per transportar el material. La companyia Goudin va instal·lar els diferents elements sobre el carril amb l'excepció del gresol i dels miralls.

Finalització de la instal·lació

La zona focal del forn solar l'ocupa una naveta que conté un gresol de formigó refractari capaç de resistir temperatures de fins a 1.750 °C.

El darrer pas, el més llarg i complex, consisteix en la instal·lació i l'ajustament de 260 miralls en forma de facetes tronco còniques. La curvatura de cada mirall s'ajusta inserint volanderes entre els reforços perfilats i la xapa corbada i controlada després mitjançant una plantilla. Els miralls s'instal·len després a l'estructura a la qual s'uneixen mitjançant escaires que permeten l'ajustament. Tots els miralls estan coberts amb una tapa, excepte el que cal ajustar. Amb el concentrador alineat al sol, el punt reflectit ha d'estar centrat en el blanc al centre del gresol. Aleshores es torna a tancar el mirall ajustat, descobrim el següent i així successivament. Quan s'han ajustat tots els miralls, s'eliminen les tapes de tots els miralls. Aquesta operació va durar de setembre de 2015 a maig de 2016 amb un dia d'ajustament cada setmana.

La primera prova de validació es va dur a terme el 4 de juny de 2016. Aquell dia es va perforar una placa d'acer de 4 mm de gruix col·locada al focus amb un diàmetre de 2 cm. Per tant, es va assolir una temperatura d'almenys 1.530 °C.

Instal·lació de l'equipament

Tots els treballs anteriors havien requerit l'ús d'una sala de taller instal·lada en un contenidor. A fi i efecte que fos adequat per rebre-hi públic visitant, calia disposar de nous espais. Per a aquest propòsit s'instal·laren dos prefabricats nous:

- per a l'acollida del visitants, situat a l'entrada, amb la venda d'entrades, begudes i records, així com per a videoprojeccions;
- per a serveis, tant de lavabo, amb un WC sec, com per a l'emmagatzematge de models

demonstratius i bateries elèctriques alimentades per quatre panells fotovoltaics instal·lats al sostre.

Algunes zones ombrejades i arreglades per a presentacions públiques completen el conjunt (figura 15).

L'equipament, inclòs el forn solar Himalaya 1900 i els locals associats, es va inaugurar oficialment el 29 de setembre de 2016.



Fig. 15 - Vista aèria del Mas del Ca



Fig. 16 - El forn solar en demostració

Programa d'activitats relacionades amb el forn solar

La rèplica del forn solar Himalaya 1900 té com a objectiu fomentar el treball del pare Himalaya i, més generalment, les aplicacions tèrmiques de l'energia solar. Les visites guiades ofereixen un vídeo biogràfic del pare Himalaya, experiments didàctics sobre models i una demostració del forn solar (figura 16). S'organitzen segons dues fórmules:

- en temporada alta (juliol-agost), visites cada dia excepte caps de setmana;
- en temporada baixa (març-juny i setembre-novembre), visites en grup només amb reserva.

L'emplaçament del *Mas del Ca* també serveix d'escenari per a diades internacionals de demostració de cuina solar. Cada edició ha servit per mostrar dissenys de diferents cuines solars aportades per experts de diferents països (Portugal, Espanya, el Regne Unit, Alemanya, Suïssa i França). L'APH també organitza tallers per a la fabricació de cuines solars, a l'interior o a l'exterior.

Conclusió

Entre el 1899 i el 1904, el pare Himalaya va dissenyar i construir concentradors solars altament innovadors. Volem ressaltar tres contribucions remarcables en el camp de l'energia solar concentrada:

- la lent metàl·lica, composta per anells paraboloides homofocals;
- el piheliòfor, concentrador paraboloides fora de l'eix, amb seguiment automàtic;
- la combustió de nitrogen atmosfèric per via solar.

La rèplica del seu forn solar de 1900, instal·lat al *Mas del Ca* de Sureda, és allà per perpetuar la memòria d'aquest gran pioner de les energies renovables.

Agraïment

L'autor vol agrair al professor Jacinto Rodrigues les nombroses converses sobre el pare Himalaya i l'aportació de documents originals, així com a tots els membres de la comissió científica de l'APH, que han contribuït a la recollida d'informació i a la revisió del contingut d'aquest article.

Notes

- 1 - J. RODRIGUES *A Conspiração Solar do Padre Himalaya*. Edição Árvore, Porto, 1999.
- 2 - M. A. G. HIMALAYA *Utilisation industrielle de la chaleur du Soleil*. Text en francès sense data, col·lecció J. Rodrigues.
- 3 - *Utilisation industrielle de la chaleur du soleil*, ibid.
- 4 - *Saint Louis Republic*, 6 de novembre de 1904.
- 5 - Patent francesa núm. 292360 *Appareil pour l'obtention de hautes températures par les radiations solaires*, presentat el 7 de setembre de 1899.
- 6 - Un mes després de presentar aquesta patent, el pare Himalaya diposita una segona patent que descriu un forn per obtenir temperatures altes sense utilitzar energia solar. Patent francesa núm. 293512, "Systeme de four pour l'obtention des hautes températures" presentat el 20 d'octubre de 1899.
- 7 - Aquesta opció sembla que li va ser suggerida per Étienne Bazeries, soldat retirat, antic especialista en criptologia, i originari de Port Vendres.
- 8 - *Utilisation industrielle de la chaleur du soleil*, ibid.
- 9 - *Saint Louis Republic*, 6 de novembre de 1904.
- 10 - *Utilisation industrielle de la chaleur du soleil*, ibid.
- 11 - *Utilisation industrielle de la chaleur du soleil*, ibid.
- 12 - Patent francesa núm. 307699v *Appareil pour l'utilisation industrielle de la chaleur du soleil et l'obtention de hautes températures*, presentat el 31 de gener de 1901.
- 13 - *Saint Louis Republic*, 6 de novembre de 1904.
- 14 - Carta del pare Himalaya al seu germà Gaspar, 17 de maig de 1903 (vegeu ref.1, p. 92).
- 15 - *The American Physician*, vol. XXXI, 1905.
- 16 - *New York Times*, 12 de març de 1905.
- 17 - J. RODRIGUES *A Conspiração Solar do Padre Himalaya*, ibid.
- 18 - *A Utopia do Padre Himalaya*, produït per Lx Filmes i dirigit per Jorge António, 2005.
- 19 - Aquest model va ser construït per Amand Darbon, professor de física i entusiasta de models. Es va convertir en membre de l'APH el 2006 i va jugar un paper molt actiu en el projecte de reconstrucció.
- 20 - C. PARISEL *La reconstitution du four solaire du padre Himalaya, construit en 1900*.
<http://www.claudeparisel.com/monwiki/data/Projets/Four/Livre-1.pdf>
- 21 - Claude Parisel havia estat contactat per René Le Gall, membre de l'APH. És ell qui dibuixarà tots els elements del concentrador, configurant-se cada faceta reflectora per obtenir un rendiment òptim, així com tots els elements de l'estructura i l'orientació del suport.
- 22 - Vegeu els informes de pràctiques de quart any *Modélisation du four solaire de Sorède*, per Chaimae Faska, i *Modélisation du champ de température - Four solaire de Sorède*, per Emilien Duverger. Jean-Jacques Serra, membre de l'APH, va assegurar la supervisió científica dels estudiants.