

SI

FA

SOL

EL RELLOTGE DE SOL

Presentat el 5 de novembre de 2012

*Dedico aquest treball a la meva àvia per haver-me encomanat la seva admiració pels rellotges de sol.*

**Agraïments:**

Voldria agrair a les persones que han col·laborat d'alguna manera en la realització d'aquest treball, com ara la meva àvia Conxita Bou que m'ha portat a conferències on he après gran part del funcionament dels rellotges de sol, m'ha dut a diferents indrets per conèixer rellotges interessants, i m'ha facilitat alguns rellotges de sol portàtils amb els quals he experimentat la gnomònica; a la Societat Catalana de Gnomònica pels seus consells i per posar a la meva disposició la seva biblioteca, al meu tutor de recerca, que sempre ha estat disposat a resoldre els dubtes que he tingut sobre el meu treball, i també al meu xicot, Eloi Señé, que amb molta paciència m'ha ajudat a fer el rellotge de sol que acompanya aquest treball de recerca.

## Índex

1. Introducció i Objectius.....	5
2. Funcionament dels rellotges de sol.....	6-8
3. Tipus de rellotges de sol	
3.1. Escafé.....	9
3.2. Analemàtic.....	10-11
3.3. Bifilar.....	11
3.4. Horitzontal.....	11-12
3.5. Equatorial i Polar.....	12-14
3.6. Equatorial cilíndric.....	14
3.7. Equatorial esfèric.....	15
3.8. Quadrant de reflexió.....	15-16
3.9. Quadrant de difracció.....	16
3.10. Vertical orientat al sud.....	16
3.11. Vertical declinant a sud-est.....	17
3.12. Vertical declinant a sud-oest.....	17-18
3.13. Vertical orientat a l'est o a l'oest.....	18-19
3.14. Vertical orientat al nord.....	19-20
3.15. Rellotges de sol portàtils	
3.15.1 Equatorials.....	20-21
3.15.2 Díptic.....	21-22
3.15.3 Anular.....	22
3.15.4 Pastor.....	22
4. Passos per construir un rellotge de sol vertical	
4.1 El lloc on anirà col·locat és bàsic.....	23
4.2 Conèixer la declinació de la paret.....	23-24
4.3 Càlcul del migdia solar del lloc.....	25-26
4.4 Càlcul de l'azimut.....	26-28
4.5 Traçat de les línies horàries.....	28-29
4.6 Lema: la vessant humana d'un instrument científic...30	
4.7 Resultat final.....	31
5. Estudi d'alguns rellotges d'Osona	
5.1. Conjunt de dos rellotges equatorials.....	32-34

5.2.	“Àngel de la Concòrdia”, conjunt de cinc rellotges de diferents tipus.....	35-41
5.3.	Rellotge equatorial esfèric.....	42-43
5.4.	Rellotge vertical declinant sud-est.....	44-47
6.	Glossari.....	48-49
7.	Bibliografia.....	50-52

## **1. Introducció i Objectius del treball**

He triat els rellotges de sol com a tema del meu Treball de Recerca, perquè és un tema amb el qual he conviscut des de petita i que sempre m'ha agradat. Però també és cert que la comarca d'Osona és una de les més riques de Catalunya en patrimoni gnomònic; en tenim de tots tipus, de totes èpoques, fets amb tota mena de materials, i sobretot, ens podem sentir orgullosos d'explicar que la comarca s'ha vist afavorida per l'obra gnomònica de grans personatges com el pare Manuel Cazador (Torrent de Cinca, 1874 - Sant Julià de Vilatorrada, 1956), i d'altres quadranters moderns, com en Josep Ma Val o en Gabriel Guix, que segueixen fent créixer el patrimoni d'Osona amb els seus rellotges de sol creatius i de gran bellesa.

Els objectius que em proposo són exposar el funcionament dels rellotges de sol, explicar-ne una mica la història i els tipus més habituals, passar per a construir un rellotge de sol i, finalment, donar a conèixer alguns rellotges de la comarca d'Osona.

Mentre aprenc a construir un rellotge de sol, ho aniré descrivint pas a pas com un manual, el més detallat possible, de manera que qualsevol persona pugui construir un rellotge de sol vertical seguint senzilles indicacions.

Per donar a conèixer diversos rellotges d'Osona, ho presentaré en forma de fitxes tècniques a fi de recollir totes les dades de cada rellotge.

## 2. Funcionament dels rellotges de sol

El funcionament d'un rellotge de sol es basa en el moviment de la terra al voltant del sol. Per la nostra situació des de la terra, ens sembla que el que es mou és el sol, i que aquest moviment és força constant.

Sabem que la terra és una circumferència i que el sol «hi dóna un tomb» cada vint-i-quatre hores. Si una circumferència té 360 graus i els dividim per les 24 hores del dia, tenim que cada hora el sol recorre una distància aparent de 15 graus. Sabent això només caldria agafar mitja circumferència (l'altra mitja correspondria a la nit) i cada quinze graus marcar-hi una hora, clavar-hi una barra vertical al mig i anar llegint les ombres.

Tanmateix, no és tan senzill i el sol ens posa aviat els primers problemes. Comptem amb dos fets que fan variar substancialment la primera impressió de senzillesa que ens havíem fet. Per un costat l'òrbita de la terra al voltant del sol no és circular, sinó el·líptica, i per l'altra la terra no hi gira al voltant ben dreta sinó que està inclinada. Aquesta inclinació fa que quan ens fixem en el pas del sol, al llarg de l'any, el veiem fer el seu curs en un camí més alt i quan entrem a l'hivern el camí és més baix. En aquests dos moments el pas aparent del sol forma amb el pla de l'equador els angles màxims de  $23^{\circ}27'$  i de  $-23^{\circ}27'$  respectivament. Els dies que entrem a la primavera i a la tardor l'angle és de  $0^{\circ}$  o sigui que el pas del sol és totalment horitzontal a l'equador.

Tornant als rellotges de sol, el que acabem d'explicar ens ha de fer notar que la barra dreta al mig d'aquell primer rellotge que hem provat només ens marcaria les hores correctament un parell de dies l'any. Quan el sol pugés o baixés, l'ombra que projectaria sobre el rellotge aniria variant i la incorrecció aniria augmentant. Per tal d'evitar aquestes diferències en l'ombra que projecta l'estil, cal que aquest estigui col·locat paral·lel a l'eix de la terra.

Com que no estem a l'equador sinó que la nostra situació geogràfica forma amb l'equador un cert angle, anomenat latitud geogràfica, si volem posar l'estil paral·lel a l'eix terrestre (que forma amb l'equador un angle de  $90^{\circ}$ ) haurem d'inclinar-lo amb un angle que sumat a la nostra latitud ens doni els noranta

graus buscats. Aquest angle s'anomena colatitud. Això en el cas dels rellotges verticals; en els horitzontals, l'angle d'inclinació de l'estil o busca ha de ser igual al de la latitud.

Un cop fet això, si orientem el nostre rellotge exactament al sud geogràfic (no al magnètic) haurem fet ja un rellotge de sol correcte.

Tanmateix ara ens ve el principal problema en el disseny d'un rellotge de sol i és que gairebé no trobarem cap paret que estigui orientada exactament al sud geogràfic. Quan una paret està girada cap a llevant o cap a ponent, no tan sols canvia l'angle de la busca, sinó que també varien totes les hores. Per tal de calcular la nova orientació calen unes fórmules un xic complicades que no han estat sempre a l'abast de tothom. És per això que ens trobem la majoria de rellotges de sol mal calculats.

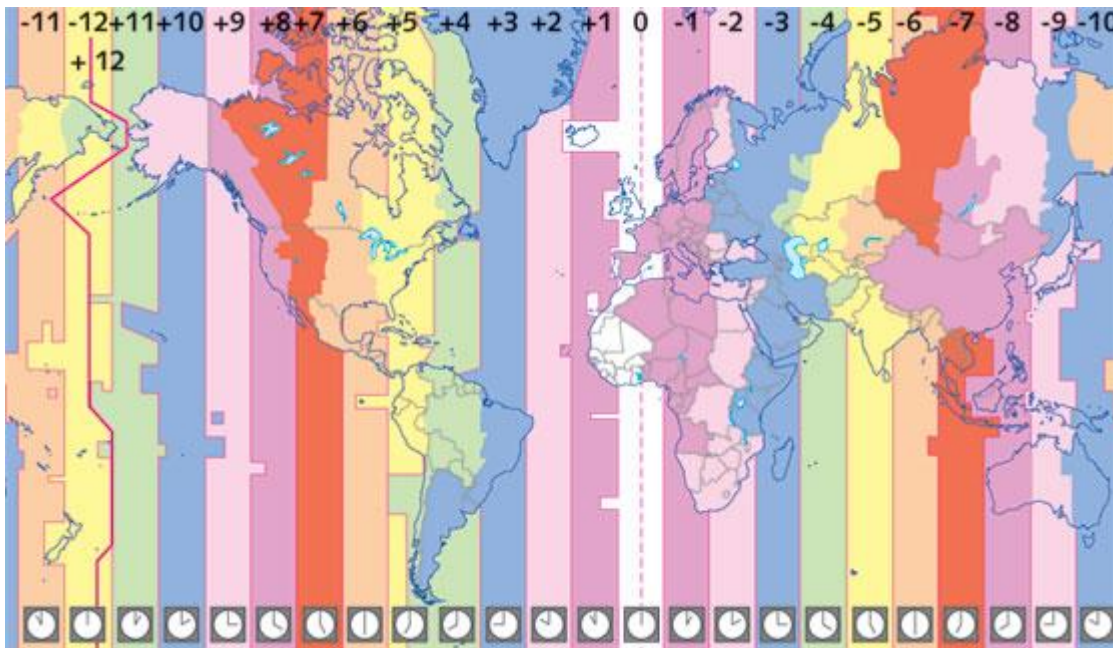


Figura 1. Fusos horaris

### **Pas de l'hora solar a l'hora oficial**

No s'acaben aquí els problemes per saber l'hora en un rellotge de sol. Des que la mesura del temps va prendre importància i les comunicacions es van accelerar, va fer-se necessari establir uns horaris fixes: són els fusos horaris.

Aquí ens regim pel fus horari que passa pel meridià 0° o de Greenwich. Tanmateix quan el sol passa pel punt de migdia a Barcelona, que es troba

sobre el meridià  $0^{\circ}$ , als pobles que ens trobem lleugerament a l'Est ja fa una estona que hi ha passat. Si hem dit que el sol recorre  $15^{\circ}$  en una hora, podem dir que recorrerà  $1^{\circ}$  en 4 minuts. Si sabem que Centelles, per exemple, es troba a  $2^{\circ} 13'$  de longitud Est, podem dir que quan a Centelles són les 12 hores civils, solament serien les 12 h. 9 min.

Una altra cosa que cal tenir en compte són les hores de diferència entre el temps civil i l'oficial, que a l'estiu s'avança dues hores i a l'hivern una

Però encara hi ha més. Com que l'òrbita de la terra no és circular sinó el·líptica i, a més, el sol no és al centre d'aquesta el·lipse, la velocitat de translació de la terra al llarg de l'any no és uniforme i, per tant, les hores solars no són gairebé mai exactament d'una hora. A primers de novembre i a mitjans de febrer les diferències són al voltant d'un quart d'hora. Aquesta informalitat del sol davant les nostres impecables i exactes hores mecàniques va ser la que va provocar, al generalitzar-se els rellotges mecànics, l'abandonament del quadrant solar com a eina de mesura del temps.



### 3. Tipus de Rellotges de sol

Encara que el rellotge de sol que destaco més en aquest treball és el rellotge vertical, voldria esmentar altres tipus de rellotge de sol.

El primer rellotge elaborat potser va ser un pal, el *gnòmon*, clavat verticalment en un terra més o menys horitzontal, damunt del qual es podria constatar el desplaçament de l'ombra. Més tard, sobre la superfície horitzontal es devien marcar els senyals corresponents al migdia i a altres moments determinats de la jornada, que, amb el temps, acabarien essent l'origen de les hores.

Un altre component s'afegí aviat a la funció del gnòmon, ja que si bé el recorregut del Sol de llevant a ponent indica l'hora, les diferents altures d'aquest astre, preses al llarg de les estacions de l'any, servien per donar idea de l'avançament del calendari anual. Així doncs, el gnòmon, com qualsevol rellotge de sol més evolucionat, es podia utilitzar simultàniament com a rellotge i com a calendari.

El rellotge més antic que es conserva prové de la cultura egípcia, concretament del regnat del faró Tuthmosis III (1501-1448 aC), que es conserva al Museu Egipci de Berlin. Es tracta d'un rellotge portàtil de pissarra verda format per dues peces muntades en forma de T.

A Catalunya el tipus de rellotge de sol més antic que es conserva és l'escafé, que és un disseny que es va utilitzar molt tant a Grècia com a Roma. Un dels exemplars d'escafé més ben conservats a casa nostra es troba en el Castell - Ecomuseu Urbà de Rubí, i fou trobat el 1972 en les excavacions de la finca de can Feliu, en el terme de Rubí.

#### 3.1. Escafé

El rellotge grec s'anomenava «scaphe» (bol) i consistia en un bloc on s'hi buidava una cavitat en forma hemisfèrica a l'extrem del qual es fixava la vareta que servia de busca. És essencial copsar la importància que té el fet de deduir que calia posar el gnòmon paral·lel a la direcció de l'eix terrestre: això feu que

els rellotges assenyalessin tot l'any les hores d'una durada constant convertint-los en instruments de mesura, realment. Els rellotges anteriors esdevenen gairebé curiositats ja que la busca vertical feia que les hores d'estiu fossin radicalment diferents que les de l'hivern. Cal també fer esment que els «scaphe» foren també els primers rellotges de sol que mesuraren l'hora segons la direcció de l'ombra i no, com fins aleshores, per la seva llargada.



Foto: el Castell - Ecomuseu Urbà de Rubí.

Figura 2. Escafè romà

### 3.2. Analemàtic

El rellotge de sol analemàtic no té cap element en relleu per fer ombra i és la mateixa persona la que ha de fer el paper de gnòmon del rellotge. La seva



Figura 3a. Rellotge Analemàtic

ombra és la que indica l'hora sobre la superfície en què es detallen els senyals horaris. La realització d'aquest rellotge és força senzilla; simplement consisteix en un paviment sobre un terra pla en què es representen les hores i una gràfica en el mig amb les dates del calendari, que tant

poden ser mensuals com zodiacals. Per fer la lectura correcta, l'observador s'ha

de situar sobre la data corresponent, com es veu a la foto.

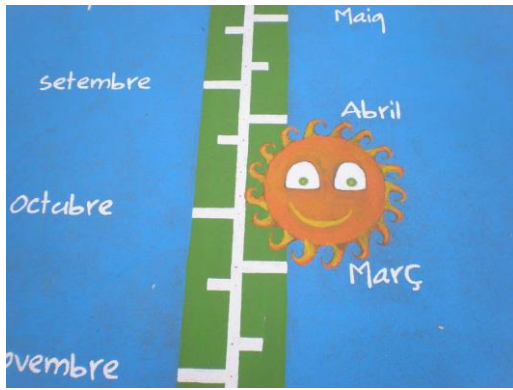


Figura 3b. Rellotge Analemàtic Detail

El rellotge de la fotografia es troba al Col·legi CEIP Horta Major, Alcoi.

### 3.3. Bifilar

El rellotge bifilar és un rellotge solar horitzontal que es caracteritza per mesurar el temps amb la intersecció de

l'ombra de

dues catenàries creuades en un suport de  
sa diferent cota. El rellotge no  
necessita gnòmon perquè utilitza  
dos barres (o filstibants)  
creuats ortogonalment (segons  
les direccions Nord-Sud i Est-Oest) i

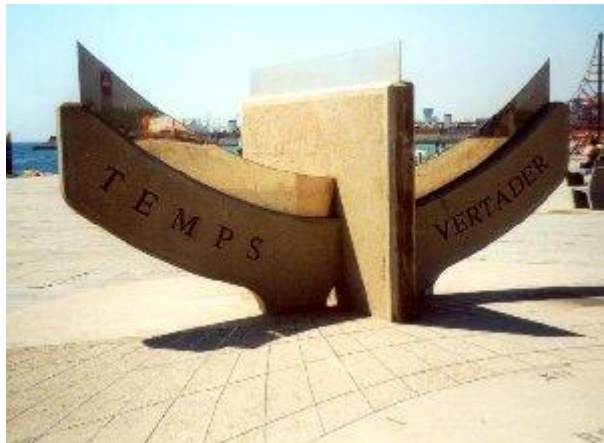


Figura 4. Rellotge Bifilar

fa ús de mètodes de  
geometria analítica per obtenir les equ

acions de la cruïlla d'ombres i l'escala horària que es representa a terra.

L'escala horària es converteixen

la  
d'un rellotge equatorial quan les cotes dels fils respecte al pla horitzontal del  
rellotge guarden una certa proporció amb el sinus de la latitud del lloc.

El rellotge de la fotografia es troba a la Vila Olímpica de Barcelona, Barcelonès.

### 3.4. Horitzontal

El quadrant horitzontal és aquell que està traçat sobre una superfície paral·lela a terra. La línia de les 12 es troba en direcció nord-sud i les línies de les 6

s'ubiquen en direcció est-oest. En aquest tipus de quadrant hi poden haver línies anteriors i posteriors a les 6, ja que el rellotge funciona des de la sortida del sol fins a la posta.



Figura 5. Rellotge Horitzontal

El gnòmon, enfocat cap a l'estel polar, surt de la intersecció de les línies horàries i està situat en un pla vertical que inclou la línia de les 12, és a dir, la línia del migdia s'ubica sota el gnòmon. Els angles entre les línies de les hores són desiguals i simètrics a cada costat de les 12, i la seva disposició depèn de la latitud. Finalment, l'angle entre el gnòmon i la línia del migdia és igual a la latitud. En els rellotges horitzontals les hores no van d'esquerre a dreta sinó de dreta a esquerre, igual que al de la cara nord, perquè ambdós gnòmons estan enfocats a l'estrella polar.

El rellotge de la foto es troba en el "Balcó del Mediterrani", a Tarragona.

### 3.5. Equatorial i polar

Entre un pla horitzontal i un de vertical, qualsevol inclinació és bona per traçar-hi un rellotge de sol. Hi ha, però, un cas concret en què la inclinació del quadrant coincideix amb l'angle de la colatitud local i, per tant, queda perpendicular al gnòmon. Com que el quadrant s'orienta com l'equador celeste, se li adjudica la denominació d'*equatorial*. Aquest tipus, que reproduïx la situació de la Terra, consta d'un cercle que representa l'equador i d'una barra central que reproduïx l'eix terrestre.

La superfície del quadrant solar situat en aquesta posició orienta la cara a l'estel polar, de la mateixa manera que hi apunta el gnòmon. Segons aquesta premissa, aquesta model també es podria anomenar *polar*. Tot i la varietat de denominacions, a la pràctica s'anomena *equatorial* el rellotge que conserva la forma esmentada, perpendicular al gnòmon, i els derivats en forma cilíndrica o esfèrica. En canvi, s'adjudica la denominació de *polar* als que han derivat cap a una forma plana, paral·lela al gnòmon. En aquest cas, les línies horàries són

paral·leles i simètriques respecte al migdia i el gnòmon, com sempre, ha d'apuntar al pol.

El rellotge de la fotografia es troba al barri de Gràcia de Barcelona i és un exemple d'equatorial amb el cercle que representa l'equador.

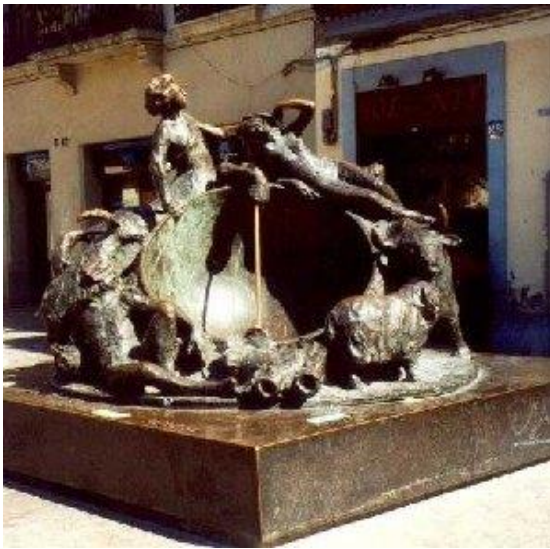


Figura 6. Rellotge Equatorial

La característica principal d'aquest equatorial és la posició del quadrant: el seu pla queda situat en la direcció paral·lela a l'equador celeste i, per tant, perpendicular al gnòmon.



Figura 7. Rellotge Equatorial

Un altre exemple clàssic d'equatorial es troba al Passeig de la Riera de Cardedeu. Construït per Josep Castell i Pubill l'any 1990 i dedicat a Joan Amades. En la línia de les 12 hi ha un analema i amb l'ombra de la bola del gnòmon es pot saber l'època de l'any.

El tipus que es coneix més darrerament amb el nom de *polar* podríem il·lustrar-lo amb la fotografia del rellotge de sol que hi ha al cim de les Agudes, al Montseny, que imita la forma d'un llibre obert. Com es veu, el rellotge *polar* consisteix en una superfície convenientment inclinada que segueix la direcció dels pols geogràfics orientada de cara al sud. Com que el gnòmon, o agulla indicadora, està

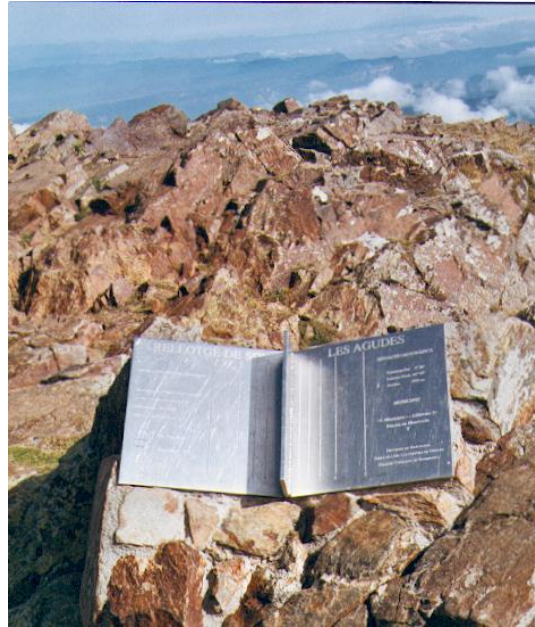


Figura 8. Rellotge Polar

paral·lel a l'eix de la Terra, ho està també respecte de la superfície del rellotge. El conjunt té l'aspecte d'una taula de ping-pong inclinada en la qual la xarxa fa el paper de gnòmon.

Dins dels rellotges equatorials n'hi ha de diferents tipus. En destaquem dos:

### 3.6. Equatorial cilíndric



Figura 9. Rellotge Equatorial Cilíndric

El rellotge de la fotografia es troba al port esportiu de Tarragona. El conjunt és de formigó armat, fet amb ciment blanc, i té forma de secció de cilindre buit. A la part interior, marca temps vertader amb l'escala inferior i temps mitjà amb la superior; totes les línies horàries estan indicades amb l'analema.

### 3.7. Equatorial esfèric



Figura 10. Rellotge Equatorial Esfèric

Aquest exemplar d'equatorial esfèric és de pedra i esculpit, i es troba al parc de la Ciutadella de Barcelona. L'hora indica la intersecció entre la zona il·luminada de l'esfera i la que queda a l'ombra; aquesta línia marca l'hora sobre els senyals de les hores que es troben esculpits en l'equador. És interessant observar el comportament d'aquesta ombra en èpoques distants, com l'hivern i l'estiu, en què també simula la variant il·luminació de la Terra, conseqüència de les estacions de l'any.

### 3.8. Quadrant de reflexió

Tot i que són poc comuns, existeixen precedents força remots de rellotges de sol traçats en les parets interiors d'un edifici. Per elaborar un rellotge de sol interior cal, però, desviar la trajectòria dels raigs del Sol de manera que entrin dins l'edifici; això s'aconsegueix amb un mirall situat a manera d'heliòstat fix que desvia els raigs solars i els adreça cap al sostre o cap a altres elements interiors de l'estança, en una determinada direcció. El desplaçament de la



Figura 11. Quadrant de Reflexió

imatge reflectida en l'interior de la cambra segueix simètricament el recorregut diari del Sol.

A la foto es veu el rellotge de reflexió construït per Francesc Clarà al seu domicili d'Olot. El mirall està situat estratègicament en la barana de la finestra del seu despatx, i la taca de sol es desplaça

pel sostre de l'habitació on hi ha dibuixat el rellotge. Per aprofitar al màxim les hores del dia, el mirall no està horitzontal, sinó inclinat.

### 3.9. Quadrant de difracció

Francesc Clarà també és autor d'aquest rellotge de difracció, construït amb material reciclat. Es tracta d'un CD en el qual la llum del sol, en difractar-se, marca una línia de color. La maqueta de la foto pertany a la col·lecció privada de F. Clarà.



Figura 12. Quadrant de difracció

### 3.10. Vertical orientat al sud

En els rellotges de sol verticals orientats al sud, les hores màximes d'insolació van de les 6 del matí a les 6 de la tarda, i les línies horàries presenten una perfecta simetria entre les del matí i les de la tarda. Les línies horàries de les 6 són horitzontals i no n'hi pot haver cap per sobre, ja que aleshores el Sol no toca la paret. La línia horària que marca el migdia, és a dir, les 12, és vertical.



Figura 13. Rellotge Vertical Orientat al Sud

Els angles entre les línies horàries no són tots iguals i la seva distribució depèn de la latitud, però com s'ha dit són simètrics a cada costat de les 12. El gnòmon està situat exactament sobre la línia del migdia i surt de la intersecció de les línies horàries. L'angle entre el gnòmon i la línia de les 12 és igual a la colatitud.

A la foto un rellotge orientat migdia de l'Ametlla del Vallès.



### 3.11. Vertical declinant a sud-est

El rellotge vertical declinant sud-est és aquell que està situat en una superfície vertical orientada a un punt ubicat entre aquests dos punts geogràfics. Com a



Figura 14. Rellotge Vertical Declinant a Sud-Est

tret diferencial té la línia de les 6 del matí que no és horitzontal i que la de les 6 de la tarda no hi pot ser. Hi pot haver línies anteriors a les 6 del matí, però cap per damunt de l'horitzontal del gnòmon. En aquest tipus de rellotges, hi ha una concentració més gran de línies horàries al costat esquerra del quadrant, ja que hi han de constar més hores del matí que no pas de la tarda.

El gnòmon, que surt de la intersecció de les línies horàries, està situat en un pla que segueix la direcció nord-sud. Per tant, queda ubicat a l'esquerra de la línia de les 12. L'angle entre el gnòmon i la línia de les 12 és igual a la colatitud. Els angles entre les línies horàries no són iguals i la seva distribució depèn de la latitud.

### 3.12. Vertical declinant a sud-oest

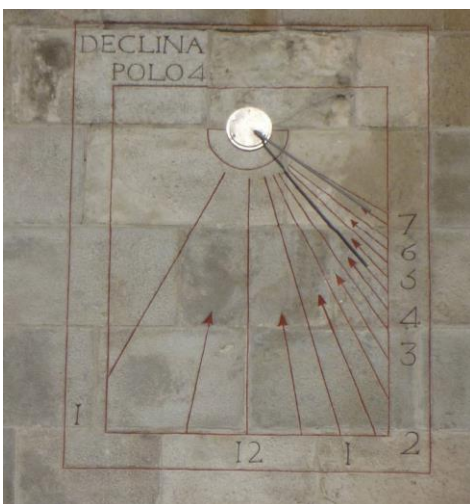


Figura 15. Rellotge Vertical Declinant a Sud-Oest

El cas dels rellotges de sol verticals orientats al sud-oest és simètric al tipus anterior (orientats sud-est). Per tant, la superfície en la qual s'ubica el quadrant s'orienta cap a un punt entre aquells dos cardinals. La línia horària de les 6 de la tarda no és horitzontal i la de les 6 del matí no hi pot constar. És possible trobar rellotges en què es detallin línies horàries posteriors a les 6 de la tarda,

però cap per damunt de l'horitzontal del gnòmon.

Es caracteritzen per tenir més línies horàries en el costat dret (de la tarda) i menys en el costat del matí. Com que està situat en un pla que segueix la direcció nord-sud, el gnòmon d'aquests rellotges queda a la dreta de la línia del migdia. L'angle entre el gnòmon i la línia de les 12 és igual a la colatitud, i, igual que en el cas anterior, els angles entre les diferents línies horàries són desiguals i la seva distribució és condicionada per la latitud.

### 3.13. Vertical orientat a l'est o a l'oest



Figura 16. Rellotge Vertical orientat a l'est

Els rellotges verticals perfectament orientats a l'est o a l'oest tenen les característiques següents: la busca és paral·lela a la paret i la línia de les 12 no existeix, ja que l'ombra del gnòmon es projecta fora de la paret. Cal

destacar que en un rellotge **vertical est** no hi pot haver

línies horàries de tarda, ja que el rellotge només funciona mentre el Sol toca en la paret; en el quadrant es marquen només les hores del matí. Les línies de les hores són paral·leles entre elles i estan inclinades respecte de l'horitzontal en un angle igual a la latitud. Les distàncies entre les línies segueixen una progressió geomètrica i la seva distribució en el quadrant no depèn de la latitud. A més, les distàncies entre les línies horàries són simètriques a cada costat de les 6 del matí. El gnòmon, paral·lel a la línia de les 6, està situat en un pla perpendicular al quadrant, que comprèn la línia de les 6 del matí. (Foto: Església dels Àngels de Barcelona, façana Est)

A diferència del model anterior, en els rellotges **verticals orientats a l'oest**, no s'hi col·loquen línies horàries anteriors al migdia. Les distàncies entre les línies són simètriques, però, en aquest cas, queden a cada costat de les 6 de la

tarda. El gnòmon i la línia de les 6 són paral·lels, però, en aquesta ocasió, el gnòmon s'ubica en un pla perpendicular al quadrant que inclou la línia de les 6 de la tarda. En el quadrant es reflecteixen les hores de la tarda.

A la foto està representat el rellotge de la plaça de la Guineu de Porrera, en què es veuen les línies horàries que van de la una del migdia a les 8 del

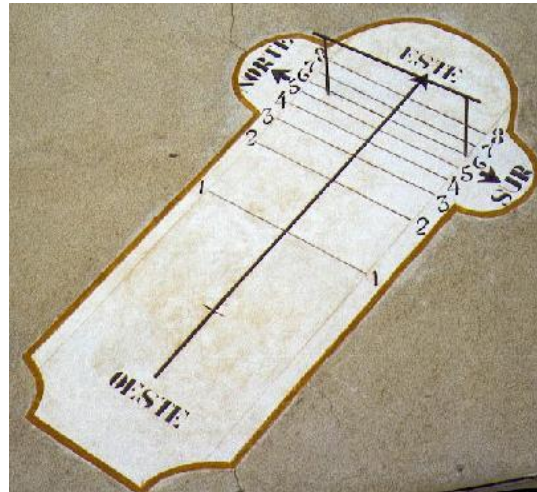


Figura 17. Rellotge Vertical orientat a l'oest

vespre. Els senyals anteriors a la 1 del migdia no hi figuren, ja que el Sol no toca a la façana fins passat el migdia. Per poder ser paral·lel a l'eix terrestre, el gnòmon s'ha de col·locar paral·lel a la paret.

### 3.14. Vertical orientat al nord

Una de les característiques principals del rellotge vertical orientat al nord és que el gnòmon surt de la paret apuntant cap al cel, concretament a l'estel polar; com sempre, el gnòmon se situa en un pla que segueix la direcció nord-sud. Un segon tret singular d'aquest model de rellotge és que només està en activitat

durant sis mesos a l'any i solament algunes hores del dia -al voltant de la sortida i de la posta de sol- ja que les hores de funcionament no podem ser més que aquelles en què el Sol toca en la paret des de l'equinocci de primavera fins al de tardor.



Figura 18. Rellotge Vertical orientat al Nord

En el quadrant d'aquest rellotge vertical consten línies horàries

anteriors a les 6 del matí i posteriors a les 6 de la tarda. A més, la línia del migdia no existeix ni les de les 8 del matí a les 4 de la tarda. La línia de les 6 és horitzontal. Les línies de les hores existents en el quadrant són simètriques respecte de la vertical del gnòmon.

Igual que els rellotges vertical declinants al sud, els angles entre les línies horàries no són iguals i la seva distribució està subordinada a la latitud. L'angle entre el gnòmon i la seva vertical inferior sobre la paret és igual a la latitud més  $90^\circ$ . (Foto: Església dels Àngels de Barcelona, façana Nord)

### 3.15. RELLOTGES DE SOL PORTÀTILS

Dins dels diferents tipus de rellotges de sol, els portàtils mereixen un tracte a part. Quan es pensa en un rellotge de sol, la imatge que se'ns presenta en primer lloc és un quadrant col·locat a la façana d'una casa de pagès. Tanmateix, la història dels rellotges de sol no seria completa si no es tinguessin en compte els rellotges movibles, és a dir, els de sobretaula i els de butxaca o portàtils. A Egipte ja se'n construïen i fins als caldeus, en el segle VI aC, no tornem a tenir notícies de rellotges de sol portàtils. Aquests construïren un rellotge sobre un quart de cercle que ja tenia en compte la diversitat d'altures de Sol durant l'any. Aquest fet fou molt important ja que així es perfeccionà la precisió de l'aparell, que es coneix amb el nom de quadrant, ja que té forma d'un quart de cercle.

#### 3.15.1. Equatorials



Figura 19. Rellotge Equatorial portàtil

Aquesta peça, que es conserva en el Museu Marítim de Barcelona, la forma un rellotge equatorial -per tant, universal- integrat en una caixa de fusta que serveix de protecció perfecta a l'hora de traslladar-lo. Per poder-lo orientar, duu una brúixola incorporada.

El tipus següent de rellotge equatorial, també de la col·lecció del Museu Marítim de Barcelona, va ser molt popular fins al segle XVIII. Es pot veure a la foto següent, que conserva els encaixos en què hi havia un pèndol plegable que facilitava la correcta col·locació.



El gravador va fer una feina magnífica a l'hora d'ornamentar l'exemplar. Igual que ara, antigament els rellotges tenien dues funcions: d'una banda, proporcionaven l'hora i, de l'altra, eren uns objectes valuosos que mostraven la posició del posseïdor. Segurament aquest exemplar es presentava en una caixa folrada de seda i amb brodats a la tapa. Aquests rellotges permetien saber l'hora amb una gran precisió.

Figura 20. Rellotge Equatorial portàtil

### 3.15.2. Díptic

Els díptics no són res més que dos rellotges de sol, un d'horitzontal i un de vertical, muntats dins d'una capsa que hom pot tancar i dur a la butxaca. Les dues parets de la capsa s'articulen per una frontissa i la seva màxima obertura ens ve donada per un fil que les uneix i que fa d'estil pels dos rellotges. Aquest fil té la llargada justa perquè formi, un cop obert, els angles precisos per a una correcta lectura de les hores. A la part horitzontal també s'hi posa una brúixola. Servint-nos d'ella cal orientar-



Figura 21. Rellotge Díptic

lo, ben pla, cap al sud (caldrà tenir en compte la desviació del pol magnètic), i l'ombra del fil ens marcarà la mateixa hora a tots dos rellotges.

### 3.15.3. Anular

El rellotge anular es compon d'un anell metàl·lic suspès per una cadena on hi ha gravats els mesos de l'any a la part exterior i les hores a la part interior.



L'anell té una part central mòbil amb un petit orifici. Cal situar aquest orifici a la data de l'observació, i tot mantenint el rellotge suspès per la cadena, orientar l'orifici de cara al sol. El

Figura 22. Rellotge Anular raig de sol que passarà pel forat caurà sobre un dels números gravats a l'interior: és l'hora solar local.

### 3.15.4. De pastor

Un dels rellotges de sol portàtils més popular, és el que s'anomena de pastor. Es tracta d'un cilindre amb una anella superior per a sostenir-lo. El cilindre està dividit verticalment en els mesos de l'any i unes corbes el creuen indicant-ne les hores. A la part superior hi ha un tap giratori del qual surt una tija que fa de gnòmon. Posant aquesta tija a l'alçada de la data del dia i orientant tot el cilindre al sol fins que l'ombra cau ben vertical, ens indica l'hora per l'extrem de l'ombra.



Figura 23. Rellotge de Pastor

## 4. Passos per construir un rellotge de sol vertical

### 4.1. El lloc on anirà col·locat és bàsic

Primer de tot triarem una paret on col·locar el rellotge; com més encarat al sud estigui més hores d'insolació tindrà, sempre que no hi hagin edificis, arbredes o altres impediments perquè arribin els rajos de sol de forma directa. En el meu cas, he triat la paret sud de la casa de la meua àvia que es troba al Serrat de l'Ametlla del Vallès. El faré damunt d'una placa de fusta i el col·locaré a la barana, com es pot veure en aquesta fotografia:

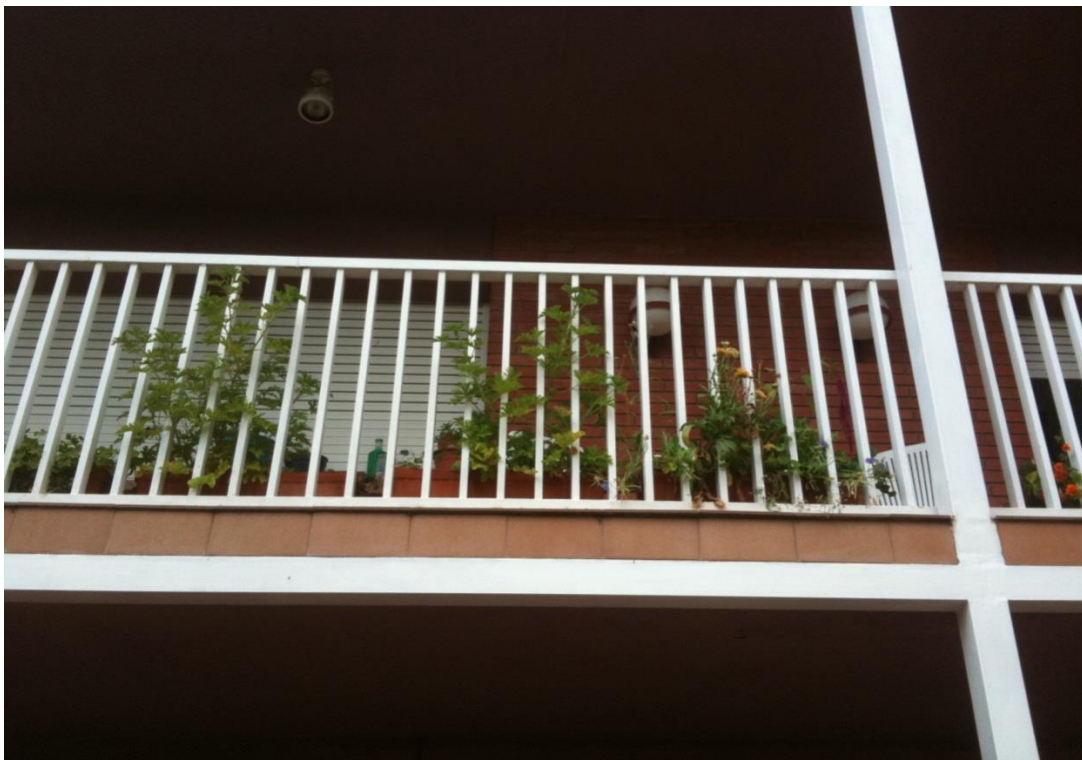


Figura 24. Situació del rellotge

### 4.2. Conèixer la declinació de la paret

El següent pas es calcular l'azimut, que és l'angle de la paret respecte al sud. Aquesta dada és fonamental per poder després fer el traçat correcte de les línies horàries, que s'hauran d'adaptar a la declinació que tingui la paret.

Per fer-ho necessitarem aquestes dades del lloc escollit:

**Longitud  $\lambda$**  (lambda), descriu la localització d'un punt determinat de la Terra respecte al Meridià de Greenwich. Els punts poden ser a l'est o a l'oest d'aquesta línia.

**Latitud  $\phi$**  (lletra grega *fi*), és la distància angular, mesurada sobre un meridià, entre una localització terrestre (o de qualsevol altre planeta) i l'Equador.

He trobat la longitud i la latitud per al meu rellotge mitjançant aquesta pàgina web:

<http://www.satsig.net/maps/lat-long-buscado-spanish.htm>



The screenshot shows a web browser window with the URL [www.satsig.net/maps/lat-long-buscado-spanish.htm](http://www.satsig.net/maps/lat-long-buscado-spanish.htm). The page has a navigation bar with links: "Cómo lo hago encuentre mi lat y long ?", "Latitud y longitud", "Cuál es mi latitud y longitud ?", and "Tooway satellite internet from El molino". The main content area features a satellite map of a wooded area with a red pin. Below the map, the coordinates are displayed: "Latitude = 41.6959, Longitude = 2.2473", "Lat = 41 degrees, 41.8 minutes North", and "Long = 2 degrees, 14.8 minutes East". There are also instructions in Spanish for determining latitude and longitude, and a search box for a specific location: "Centre el mapa alrededor" with the input "ametlla del vallés c/ eduard toldrà 58" and a "Go!" button. The page also includes a scale bar (100 ft / 50 m) and a note about pointing a satellite TV dish.

Figura 25. Pàgina web per trobar la Latitud i Longitud

**Latitud: 2° 14' 8" Est**

**Longitud: 2,247°  $\frac{4min}{1^{\circ}} = 8,987' = 8' 59''$**



### 4.3. Càlcul del migdia solar del lloc

El migdia solar és el punt del dia on el Sol assoleix el punt més alt sobre un determinat meridià. El migdia solar es pot calcular de forma senzilla mirant en el diari del dia l'hora de sortida i posta de Sol; se'n treu la mitjana i tenim un migdia solar aproximat. Però, per fer-ho més exacte utilitzarem un altre mètode en el qual necessitem una taula que ens mostra l'equació del temps, equació que s'obté tenint en compte la inclinació de l'eix de rotació de la terra sobre el pla de l'eclíptica i el fet de que el moviment de translació descriu una el·lipse amb aquesta anomenada equació s'obtenen uns valors que s'han de sumar a l'hora llegida en el rellotge de sol per obtenir l'hora vertadera:

Dia	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
1	-3:12	-13:33	-12:34	-4:08	+2:51	+2:25	-3:33	-6:16	-0:12	+10:05	+16:20	+11:11
2	-3:40	-13:41	-12:23	-3:50	+2:59	+2:16	-3:45	-6:13	+0:07	+10:24	+16:22	+10:49
3	-4:08	-13:48	-12:11	-3:32	+3:06	+2:06	-3:57	-6:09	+0:26	+10:43	+16:23	+10:26
4	-4:36	-13:55	-11:58	-3:14	+3:12	+1:56	-4:08	-6:04	-0:45	+11:02	+16:23	+10:02
5	-5:03	-14:01	-11:45	-2:57	+3:18	+1:46	-4:19	-5:59	-1:05	+11:20	+16:22	+9:38
6	-5:30	-14:06	-11:31	-2:40	+3:23	+1:36	-4:29	-5:53	+1:25	+11:38	+16:20	+9:13
7	-5:57	-14:10	-11:17	-2:23	+3:27	+1:25	-4:39	-5:46	+1:45	+11:56	+16:18	+8:48
8	-6:23	-14:14	-11:03	-2:06	+3:31	+1:14	-4:49	-5:39	+2:05	+12:13	+16:15	+8:22
9	-6:49	-14:16	-10:48	-1:49	+3:35	+1:03	-4:58	-5:31	+2:26	+12:30	+16:11	+7:56
10	-7:14	-14:18	-10:33	-1:32	+3:38	+0:51	-5:07	-5:23	+2:47	+12:46	+16:06	+7:29
11	-7:38	-14:19	-10:18	-1:16	+3:40	+0:39	-5:16	-5:14	+3:08	+13:02	+16:00	+7:02
12	-8:02	-14:20	-10:02	-1:00	+3:42	+0:27	-5:24	-5:05	+3:29	+13:18	+15:53	+6:34
13	-8:25	-14:19	-9:46	-0:44	+3:44	+0:15	-5:32	-4:55	+3:50	+13:33	+15:46	+6:06
14	-8:48	-14:18	-9:30	-0:29	+3:44	+0:03	-5:39	-4:44	+4:11	+13:47	+15:37	+5:38
15	-9:10	-14:16	-9:13	-0:14	+3:44	-0:10	-5:46	-4:33	+4:32	+14:01	+15:28	+5:09
16	-9:32	-14:13	-8:56	+0:01	+3:44	-0:23	-5:52	-4:21	+4:53	+14:14	+15:18	+4:40
17	-9:52	-14:10	-8:39	+0:15	+3:43	-0:36	-5:58	-4:09	+5:14	14:27	+15:07	+4:11
18	-10:12	-14:06	-8:22	+0:29	+3:41	-0:49	-6:03	-3:57	+5:35	+14:39	+14:56	+3:42
19	-10:32	-14:01	-8:04	+0:43	+3:39	-1:02	-6:08	-3:44	+5:56	+14:51	+14:43	+3:13
20	-10:50	-13:55	-7:46	+0:56	+3:37	-1:15	-6:12	-3:30	+6:18	+15:02	+14:30	+2:43
21	-11:08	-13:49	-7:28	+1:00	+3:34	-1:28	-6:15	-3:16	+6:40	+15:12	+14:16	+2:13
22	-11:25	-13:42	-7:10	+1:21	+3:30	-1:41	-6:18	-3:01	+7:01	+15:22	+14:01	+1:43
23	-11:41	-13:35	-6:52	+1:33	+3:24	-1:54	-6:20	-2:46	+7:22	+15:31	+13:45	+1:13
24	-11:57	-13:27	-6:34	+1:45	+3:21	-2:07	-6:22	-2:30	+7:43	+15:40	+13:28	+0:43
25	-12:12	-13:18	-6:16	+1:56	+3:16	-2:20	-6:24	-2:14	+8:04	+15:47	+13:11	+0:13
26	-12:26	-13:09	-5:58	+2:06	+3:10	-2:33	-6:25	-1:58	+8:25	+15:54	+12:53	-0:17
27	-12:39	-12:59	-5:40	+2:16	+3:03	-2:45	-6:25	-1:41	+8:46	+16:01	+12:34	-0:47
28	-12:51	-12:48	-5:21	+2:26	+2:56	-2:57	-6:24	-1:24	+9:06	+16:06	+12:14	-1:16
29	-13:03	-12:42	-5:02	+2:35	+2:49	-3:09	-6:23	-1:07	+9:26	+16:11	+11:54	-1:45
30	-13:14		-4:44	+2:43	+2:41	-3:21	-6:21	-0:49	+9:46	+16:15	+11:33	-2:14
31	-13:24		-4:26		+2:33		-6:19	-0:31		+16:18		-2:43

Figura 26. Equació del temps

On trobem els minuts que em de sumar o restar a l'hora segons el dia de l'any en què fem l'observació, i apliquem la fórmula següent:

$$t = 12h + (2h \text{ o } 1h) - \lambda - E \text{ (equació del temps)}$$

$$t = 12h + 1h - (8' 59'') - (- 8' 22'') * (-) = \text{retarda}$$

$$t = 13h - 8' + 8' - 59'' + 22''$$

$$\mathbf{t = 12h + 59' + 23''}$$

Per tant, el càlcul del migdia solar (per a la latitud i longitud on es troba la casa on anirà col·locat el rellotge) el dia 18 de març 2012, que és quan es va fer l'observació, dóna el següent resultat:

**Longitud:** 8' 59" Est

**Latitud:** 41° 14' 8" Nord

**Migdia Solar:** 12:59:23h

#### 4.4. Càlcul de l'azimut

Un cop tenim aquestes dades hi ha diferents maneres de calcular l'azimut:

- utilitzant una brúixola (marca el nord magnètic que no és el mateix que el nord geogràfic; per tant, és poc precís).
- mètode de l'ombra rasant
- utilitzar el "Google" amb l'eina de mesurar distàncies.  
(mesurar amb un transportador d'angles, poc precís)
- mètode del pèndul o de la plomada

Aquest últim és el que he utilitzat jo:

Es necessita un transportador d'angles, un escaire, un retolador i una plomada o pèndul.

El primer pas, com es veu a la foto, és dibuixar a la paret, amb l'ajuda d'una plomada, una línia que sigui perpendicular al terra, per poder després col·locar l'escaire recte.



**Figura 27. Calculem l'azimut 1**

Després col·loquem el transportador d'angles, si pot ser amb un nivell perquè estigui ben recte.



**Figura 28. Calculem l'azimut 2**

Llavors deixem que la plomada caigui per davant del transportador com es veu a la següent fotografia.



**Figura 29. Calculem l'azimut 3**

Finalment, quan el sol arriba al punt més alt del dia, és a dir, al migdia solar (en el nostre cas, a les 12:59:23 h, com hem vist) hem de fer coincidir l'ombra que

fa la plomada, que ara cau per davant del transportador, amb la línia perpendicular que hem traçat a la paret.

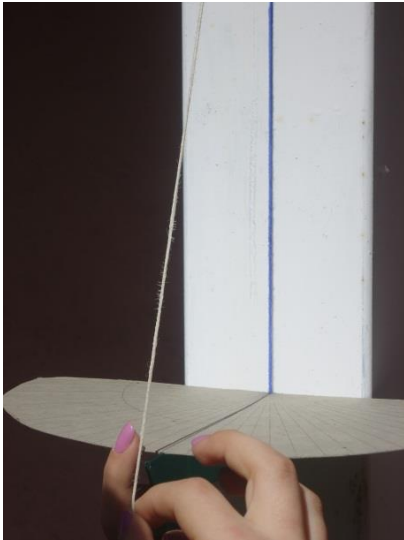


Figura 30. Calculem l'azimut 3

Els meus avis volien que la casa fos construïda totalment de cara al sud. Amb la meua observació he pogut comprovar que efectivament és així, ja que vaig obtenir un azimut de 0. Això no hauria passat si la paret hagués declinat est o oest, ja que el transportador ens hauria assenyalat un determinat angle, que és el que ens hauria determinat un disseny asimètric de les línies horàries del quadrant. En el nostre cas, doncs, es tractarà d'un rellotge de sol encarat totalment al sud, en què les línies horàries hauran de ser totalment simètriques, de 6 del matí a les 6 de la tarda.

#### 4.5. Traçat de les línies horàries

A partir de la següent fórmula:

$$\text{TAN } \alpha = \text{COS } \text{LAT} / (\text{COTAN } H \times \text{COS } \text{OR} \pm \text{SIN } \text{OR})$$

$\alpha$ : angle Beta

**COTAN**: Cotangent

**TAN**: Tangent

**LAT**: Latitud

**H**: Angle línia horària, cada 15°

**COS**: Cosinus

**OR**: Orientació paret o azimut

**SIN**: Sinus

elaborem una taula de dades com la que trobem a continuació per aconseguir els angles en graus de cada línia horària dibuixar-ho damunt del rellotge.

HORA	GRAUS	RADIANTS	COSINUS (LAT)	CONTAN (H)	COSINUS (OR)	SINUS (LAT)	SINUS (OR)	TANGENT (ALFA)	ANGLE EN RAD	ANGLE EN GRAUS
6	90	1,571	0,752	0,000	1,000	0,659	0,000	#####	1,571	90,000
7	75	1,309	0,752	0,268	1,000	0,659	0,000	2,807	1,229	70,388
8	60	1,047	0,752	0,577	1,000	0,659	0,000	1,303	0,916	52,485
9	45	0,785	0,752	1,000	1,000	0,659	0,000	0,752	0,645	36,943
10	30	0,524	0,752	1,732	1,000	0,659	0,000	0,434	0,410	23,469
11	15	0,262	0,752	3,732	1,000	0,659	0,000	0,201	0,199	11,393
12	0	0,000	0,752		1,000	0,659	0,000			
13	15	0,262	0,752	3,732	1,000	0,659	0,000	0,201	0,199	11,393
14	30	0,524	0,752	1,732	1,000	0,659	0,000	0,434	0,410	23,469
15	45	0,785	0,752	1,000	1,000	0,659	0,000	0,752	0,645	36,943
16	60	1,047	0,752	0,577	1,000	0,659	0,000	1,303	0,916	52,485
17	75	1,309	0,752	0,268	1,000	0,659	0,000	2,807	1,229	70,388
18	90	1,571	0,752	0,000	1,000	0,659	0,000		1,571	90,000

Figura 31. Gràfic angles línies horàries

Un cop tenim els angles en graus, marquem les línies des del vèrtex (pol) d'on sortirà el gnòmon, amb l'ajut d'un transportador d'angles el més precís possible. No ens oblidem de dibuixar els números i col·locar el gnòmon tenint en compte la seva inclinació que es calcula amb la "90 - Latitud" o Colatitud, l'angle complementari a la latitud, que en aquest cas són 49°.

El meu rellotge donarà **l'hora solar del lloc**, que no és la mateixa hora que l'oficial. Per tant, a més de conèixer els minuts que se li han de sumar o restar segons l'equació del temps, i de tenir també en compte l'hora d'estiu o d'hivern, se li haurà de sumar sempre 9 minuts a l'hora solar per obtenir l'hora oficial, ja que es troba a 2° 14' 8" a l'est del meridià de Greenwich i cada quart de grau equival a 1 minut.

#### 4.6. Lema: la vessant humana d'un instrument científic

Tot i que es opcional molts rellotges de sol tenen un lema. A Catalunya n'hi ha de molt diferents i enginyosos, escrits amb diferents llengües, com el català, el llatí, el castellà, el francès o l'occità.

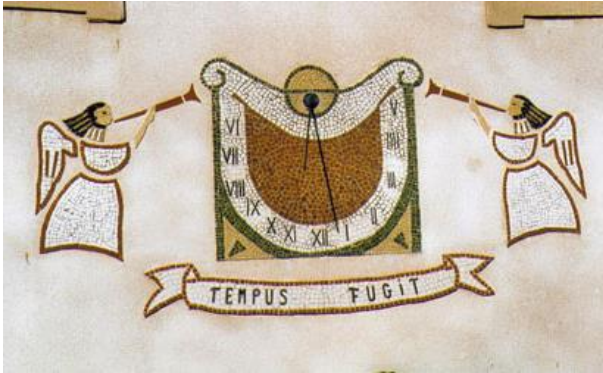


Figura 32. Església de Sant Joan Bautista, Vilanova d'Escornalbou



Figura 33. Plaça de l'Església, Seva

Són bastant recurrents els tòpics literaris com Carpe Diem o Tempus Fugit, però el que va davant en la llista de lemes en català és el conegut "Jo sense sol i tu sense feels dos no valem res". És un lema genuí de les terres catalanes, que no conec en cap altre idioma, contràriament al que passa amb altres lemes que trobem repetits per Europa en diferents llengües.

Tanmateix, per al meu rellotge he fet un lema utilitzant el llenguatge musical, jugant amb el nom de les notes "Si Fa Sol" per indicar que si fa sol el rellotge ens donarà l'hora.

A mi m'agrada molt la música i aquest lema el trobo molt original i que dóna molta alegria al quadrant, tot i que has de saber una mica de música per poder-lo llegir i comprendre'n el significat. Si més no, també té de bo que el català és l'únic idioma que ens permet jugar amb el doble significat d'aquestes tres notes musicals.

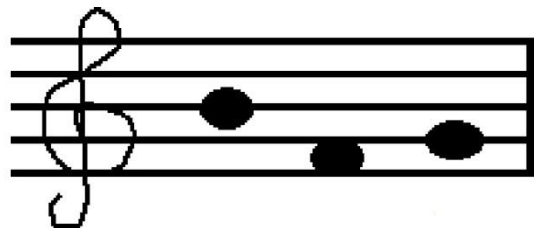


Figura 34a. Croquis del lema

#### 4.7. Resultat final



**Adreça:** C/Eduard Toldrà, Ametlla del Vallès

**Posició geogràfica:** Longitud: 2°14'8" Est , Latitud: 41° 14' 8" Nord

**Tipus:** Vertical orientat al Sud

**Lema:** "Si Fa Sol"

**Material:** Aglomerat antihumitats, esmalt rosa i acer inoxidable setinat.

**Autor:** Mariona Capdevila

**Data:** 2012

Figura 34b. Resultat final, Rellotge de sol propi

## 5. Estudi d'alguns rellotges de la comarca d'Osona

Amb la intenció de donar a conèixer millor alguns rellotges de la comarca d'Osona he triat dos conjunts: un al Recinte Firal el Sucre, de Vic, i l'altre a Sant Julià de Vilatorrada, anomenat Àngel de la Concòrdia. El primer consta de dos rellotges equatorials, i el segon integra cinc tipus diferents de rellotge de sol. Aquests dos conjunts ja constitueixen per si mateixos 7 dels rellotges de sol d'Osona i, a més, ens il·lustren diverses maneres de fer un quadrant, que és un dels objectius del present treball, però també voldria incloure en aquest petit recull de rellotges de la nostra comarca, dos que m'han semblat molt interessants per motius diferents.

Presentaré els rellotges estudiats en forma de fitxes tècniques.

### 5.1. Conjunt de dos rellotges equatorials

**Adreça:** Recinte Firal El Sucre. Vic. C/ Historiador Ramon d'Abadal i Vinyals 5.

**Posició geogràfica:** Latitud: 41.926850° Longitud: 2.247267°

Ben conservat.

**Autor:** Guix, Gabriel

**Material:** Pedra i acer inoxidable.

**Lema:** No en té

Aquest conjunt de dos rellotges em va cridar l'atenció bàsicament perquè la seva construcció va ser una iniciativa de l'Agrupació Astronòmica d'Osona, juntament amb l'ajuntament de Vic. Què té a veure una agrupació d'aficionats a l'astronomia amb els rellotges de sol? Vaig saber que l'autor d'aquest rellotge és el topògraf Gabriel Guix, soci d'aquesta agrupació, i que no és el primer rellotge de sol que fa o restaura. Em vaig interessar pel nexa que uneix l'estudi de la gnomònica i l'astronomia i vaig quedar agradablement sorpresa en descobrir que tenen tant a veure l'una amb l'altra, i de saber que en molts països, l'estudi de la gnomònica s'aixopluga en els departaments de Física i Astronomia de les seves Universitats. Vaig comprendre que l'estudi de la mesura del temps prenent de base un modest i gairebé oblidat instrument com



el rellotge de sol, era una idea fantàstica per desenvolupar en escoles i Instituts, i vaig començar a entendre millor perquè tenim un rellotge de sol a la paret del nostre Institut.



Figura 35a. Rellotge equatorial 1

Es tracta d'un conjunt format per dos rellotges **equatorials**: el de l'esquerra a la foto, orientat al Nord, funciona els dies de primavera i estiu i el segon, a la dreta de la foto, orientat al Sud, funciona els dies de tardor i hivern.

L'única decoració que té el rellotge és la pedra de color més clar en la part interior dels quadrants, tot seguint el

recorregut de les hores marcades; el suport és d'acer inoxidable i el rellotge de pedra; tot el conjunt està inclinat a raó de la colatitud local. Té un gnòmon de vareta que comparteixen els dos quadrants, un per la part superior (cara Nord) i un per la inferior (cara Sud).

### Descripció del rellotge de la cara Nord:

És un rellotge circular orientat al Nord. Les línies horàries van de les 4 del matí



Figura 36b . Rellotge equatorial

a les 8 de la tarda, en cicles de 12 d'hores, amb una separació cada una de  $15^\circ$ . Numeració aràbiga. La línia de les 12 és vertical (\*). Calculat per assenyalar les hores astronòmiques, és a dir l'hora vertadera local. Cal destacar que en ser la cara nord les hores van de dreta a esquerra, al contrari dels encarats a migdia. Com en tots els rellotges equatorials, a la

cara Nord es poden llegir les hores a la primavera i a l'estiu.

### **Funcionament:**

L'ombra que projecta el gnòmon apunta cap a les marques horàries i ens diu **l'hora solar del lloc**. Aquest rellotge com he dit abans no serveix per a tot l'any, sinó que funciona només per a la primavera i l'estiu.

(\*) Quan la línia de les 12 és vertical, ens indica que el quadrant ha estat calculat per a l'hora local i, per tant, per obtenir l'hora oficial, a més de tenir en compte l'equació del temps i l'horari d'estiu o hivern, sempre haurem de restar 1 minut per cada quart de grau de diferència amb el meridià de Greenwich; en aquest cas gairebé 8 minuts.

### **Descripció del rellotge de la cara Sud:**



Figura 35c. Rellotge equatorial

Orientació Sud. En tractar-se d'un rellotge bessó al de la cara Nord, la seva forma és també circular, i les línies horàries també assenyalen de les 4 del matí a les 8 de la tarda, en cicles de 12 d'hores, amb una separació cada una de  $15^\circ$ . La numeració, aràbiga. La línia de les 12 és vertical. Aquesta cara del conjunt equatorial ens mostra les

hores a la tardor i a l'hivern.

### **Funcionament:**

L'ombra que projecta el gnòmon apunta cap a les marques horàries i ens diu **l'hora solar del lloc**. Aquest rellotge no serveix per a tot l'any, sinó que funciona només per a la tardor i a l'hivern.

-----

## 5.2. “Àngel de la Concòrdia”, conjunt de cinc rellotges de diferents tipus

**Adreça:** C. Martí i Pol, Pavelló esportiu municipal.- Sant Julià de Vilatorrada

**Posició geogràfica:** Latitud: 41.924983° Longitud: 2.327467°

**Lema:** Sóc del Sol l'enamorat, estimo qui l'ha creat, i a tu, que em mires estàtic, si endevines per quin fat girem ell i jo oposats, et prendré per catedràtic.

**Autors:** Josep Maria Val i Lluís Badosa



Figura 36a. Rellotge Vertical orientat al Nord

Es tracta d'una escultura de grans dimensions, anomenada Àngel de la Concòrdia, que és molt interessant perquè està formada per diferents parts molt ben definides que actuen cadascuna d'elles com a rellotge de sol.

Aquest conjunt, a banda de la seva bellesa i indiscutible interès, també em va cridar l'atenció per un altre motiu. Llegint La Busca de Paper -la revista que edita la Societat Catalana de Gnomònica- en el seu número 68 (primavera 2011), vaig trobar un article signat per l'autor d'aquest conjunt, en Josep Ma Val Soriano, en què explicava que a la gènesi d'aquest projecte hi havia un treball de batxillerat! "Tot va començar quan la meva filla i un amic estaven estudiant i van haver de fer un treball per acabar el batxillerat. Es van proposar fer un projecte sobre rellotges de sol i un estudi sobre els rellotges de sol que podien localitzar dins la comarca d'Osona, d'on és el seu amic i on passem els caps de setmana la meva família i jo." Més tard, i com a conseqüència d'una visita que va fer en Lluís Badosa, el pare del noi que compartia el treball de batxillerat amb la filla d'en Josep Ma Val, a la catedral de Chartres a França, on hi ha l'Àngel de Migdia, va sortir la idea d'unir l'escultura amb el rellotge de sol. Modelant i calculant, en Lluís Badosa dissenyant la "carrosseria" i en Josep Ma Val calculant el "motor", fent servir les seves expressions, es va aconseguir crear l'anomenat Àngel de la Concòrdia. Es va preparar una maqueta i es va presentar a l'ajuntament de Sant Julià de Vilatorrada, aprofitant que s'estava reorganitzant un espai lúdic en el qual s'havia inaugurat un poliesportiu i s'estava treballant en la remodelació del camp de futbol. L'ajuntament va aprovar el projecte i el dia 21 de juliol de 2007 es va inaugurar.

No pretenc ni molt menys que el meu treball pugui arribar a ser una font d'inspiració tan efectiva com la d'aquests nois, però sí que m'agrada ressaltar que qualsevol idea en què s'hi posi entusiasme pot arribar a donar uns fruits inesperats, per humil que sigui.

L'Àngel de la Concòrdia està format per cinc rellotges de sol: un **esfèric**, un **vertical declinant sud-oest**, un **vertical declinant sud-est**, un **analemàtic**, i un **horitzontal**.

## Descripció del rellotge de sol tipusequatorial esfèric

**Material:** Acer inoxidable

**El cap de l'àngel és un rellotge equatorial esfèric**, col·locat per tant amb la mateixa inclinació que la Terra. La graduació de les hores està exactament sobre la línia de l'equador de l'esfera, és a dir que són perpendiculars a l'eix de la Terra. L'hora es llegeix per la línia que separa la part il·luminada de



Figura 36b. Rellotge equatorial esfèric

l'esfera i la part que queda a l'ombra. Aquesta línia marca l'hora sobre els senyals de les hores que es troben en l'equador.



Figura 36c. Rellotge equatorial esfèric

**Les marques horàries representen els cabells de l'àngel.**

## Descripció del rellotge de sol tipus vertical declinant Sud-Oest

**Material:** Acer corten i acer inoxidable

**L'ala dreta de l'àngel és un rellotge vertical, de forma artística, que declina sud-oest.**

Senyala les hores i les mitges hores de les 12 del migdia a les 7 del vespre, en cicles de 12 hores. Té numeració aràbiga. Està fet d'una planxa d'acer de 2 m d'ample i una alçada en la part més alta de 5'30 m, que representa l'ala. Sobre aquesta planxa s'hi ha col·locat una placa d'acer inoxidable on hi han gravades les línies horàries i les línies del calendari que senyalen els solsticis i equinoccis. El gnòmon està fet d'acer inoxidable i té forma triangular. Està soldat a l'ala de l'àngel formant un angle de 45 graus. L'aresta que marca l'hora i l'època de l'any té una longitud de 2,35 m.



Figura 36d. Rellotge vertical declinant Sud-Oest

## Descripció del rellotge de sol tipus vertical declinant Sud-Est

**Material:** Acer corten i acer inoxidable

De forma simètrica a la seva ala dreta, l'ala esquerra de l'àngel és un rellotge de sol vertical declinant sud-est.



Senyala les hores i les mitges hores de les 5 del matí a les 12 del migdia. Té numeració aràbiga. Està fet d'una planxa d'acer de 2 m d'ample i una alçada en la part més alta de 5'30 m, per representar l'ala. Sobre aquesta planxa s'hi ha col·locat una

Figura 36e. Rellotge vertical declinant Sud-Est

placa d'acer inoxidable on hi han gravades les línies horàries i les línies del calendari que senyalen els solsticis i equinoccis. El gnòmon està fet d'acer inoxidable i té forma triangular. L'hora i l'època de l'any venen indicades per l'ombra de la punta del triangle.

## Descripció del rellotge de sol tipus analemàtic

**Material:** Acer corten i acer inoxidable

Situat davant de l'escultura de l'àngel, s'ha construït a terra un rellotge **analemàtic**. Està format per una gran planxa el·líptica (3,32x4,80 m. en els eixos) d'acer corten. Al voltant de la planxa es troben els números de les hores retallats sobre planxa circular d'acer corten de 30 cm de diàmetre. A la planxa gran se li ha retallat les dates de l'any per situar-se a sobre i, en acer inoxidable, s'hi han col·locat les dates dels canvis de les èpoques zodiacals. En

un dels faristols de què s'ha dotat el conjunt, s'explica la forma de procedir per consultar l'hora en aquest tipus de rellotge, que, com ja sabem, és el propi observador qui ha d'actuar de gnòmon situant-se sobre la marca corresponent al signe del zodíac en què es fa la lectura.



Figura 36f. Rellotge analemàtic

Senyala les hores de les 4 del matí a les 8 del vespre, en cicles de 12 hores; té numeració àràbiga.

Es tracta sens dubte del rellotge més interactiu del conjunt ja que demana la participació directa dels visitants per poder donar l'hora.

### **Descripció del rellotge de sol tipus horitzontal**

**Material:** Acer corten i acer inoxidable

L'ombra de l'escultura forma una mena d'estela a la part posterior, que és on s'ha dissenyat el rellotge **horitzontal**.

Com es pot intuir, el rellotge horitzontal de l'Àngel de la Concòrdia té una característica que el distingeix dels horitzontals més comuns. En aquest rellotge no hi ha un element que, aixecant-se de terra, faci de gnòmon projectant la seva ombra, sinó que les hores, dibuixades entre les onze i les tretze en la part ombrívola del quadrant, són assenyalades per **la llum que**



**deixa passar la separació del vèrtex de les dues planxes dels dos rellotges verticals declinants, és a dir, les ales de l'Àngel.**



Figura 36g. Rellotge horitzontal

Disposa de corbes de declinació solar per determinar l'època de l'any en què ens trobem quan fem l'observació, la qual queda senyalada per l'ombra que talla el raig de llum, i que és projectada per una esfera que, per la part davantera, representa **les mans de l'Àngel**.



Figura 36h. Rellotge horitzontal



Figura 36i. Rellotge horitzontal

### 5.3. Rellotge equatorial esfèric

**Adreça:** Col·legi del Roser, Av. Puig i Cunyer, 20, Sant Julià de Vilatorça

**Posició geogràfica:** Latitud: 41.928611° Longitud: 2.319444°

**Material:** Pedra i totxo

**Autor:** Pare Manuel Cazador

**Data:** 1930/1940, aprox.



**Figura 37a.** Rellotge equatorial esfèric

Aquest rellotge es troba en la part Est del recinte del Col·legi del Roser. Tècnicament l'hem de descriure com un equatorial esfèric, on com ja sabem, l'hora ve indicada per l'ombra pròpia de la Terra, projectada sobre l'esfera, en el canvi de zona il·luminada a zona no il·luminada. Com l'exemplar que hem vist en el parc de la Ciutadella, de Barcelona, les xifres que indiquen les hores són romanes; té senyals per a les mitges hores i els quarts.

El mèrit d'aquest rellotge és òbviament el fet de ser obra del Pare Manuel Cazador, insigne meteoròleg, astrònom i agrònom. Va néixer a Torrent de

Cinca l'any 1874, estudià a Fraga, i amb 14 anys entrà a la congregació religiosa dels fills de la Sagrada Família. L'any 1897 era destinat al Col·legi d'Orfes de Sant Julià de Vilatorça, avui esdevingut Col·legi del Roser.

El pare Cazador també va estudiar física i química a la Universitat de Barcelona i astronomia a l'Escola de Nàutica de la mateixa ciutat. El mateix any 1897 ja va fundar l'Observatori Meteorològic del Col·legi Granja de Vilatorça. Va participar en projectes amb el Dr. Eduard Fontserè, director del Servei Meteorològic de Catalunya. La tasca meteorològica que va dur a terme des del seu observatori al Col·legi de St. Julià va ser reconeguda arreu. La seva passió per la ciència el va dur a interessar-se per l'agricultura i també per l'astronomia. La seva petjada científica és molt important, però de ben segur no prou coneguda per tothom com es mereix.

És un honor per als osonencs que els treballs del Pare Cazador fossin totalment desenvolupats en la nostra comarca, i he volgut posar èmfasi en aquest aspecte en escollir aquest rellotge per al meu resum, una obra científica important, feta a la primera meitat del segle passat, i que gràcies als responsables del Col·legi del Roser, avui dia es manté perfectament conservada.

Amb motiu de la commemoració del 120è aniversari del naixement del pare Cazador, l'any 1994 es va construir una còpia d'aquesta peça, de la qual n'és autor en Gabriel Guix. Aquest monument es va col·locar en el Passeig Mn. Cinto Verdaguer, en la cruïlla del carrer M. Cazador, de Sant Julià de Vilatorça.



Figura 37b. Rellotge equatorial esfèric

#### 5.4. Rellotge vertical declinant sud-est



Figura 38a. Rellotge vertical declinant Sud-

**Adreça:** Mas Blanc.

Comunitat Monàstica de Santa Maria del Mas Blanc Ctra. C-1413b  
(Centelles-St.Feliu) km.10  
Sant Martí de Centelles

**Material:** Pols de marbre

**Autor:** No es coneix

**Data:** 1930/1940, aprox.

**Lema:** Nisi signo serenas

Es tracta d'un rellotge vertical, amb la decoració esgrafiada que l'envolta, molt ben conservat. Declina sud-est; té marques horàries a les hores de les 6 del matí a les 5 de la tarda, en cicles de 24 hores, numeració àrabica. La línia de les 12 és vertical, amb un sol al pol. Gnòmon de vareta acabat amb un nòdul, inscripció MCMXXVI, L'ornamentació és remarcable, amb motius de camp i cacera esgrafiats a tres colors.

No hi ha dubte que es tracta d'un exemplar de rellotge de sol que sobresurt estèticament, però no és això només el que m'atrau d'aquest rellotge, sinó el fet que fos una font d'inspiració per al poeta Màrius Torres.

A la primavera de 1935, Màrius Torres va agafar una infecció gripal que s'allargà durant diverses setmanes, i que al desembre del mateix any va manifestar-se com a tuberculosi, malaltia que finalment el duria a la mort. Abans d'acabar l'any va haver d'ingressar al sanatori antituberculós de Puig d'Olena, al terme de Sant Quirze de Safaja. Al sanatori va fer diverses coneixences, entre les quals Maria Planas, propietària i gerent del sanatori, i les germanes Esperança i Mercè Figueres, que esdevingueren les que el poeta anomenà "les tres amigues".



Figura 38b. Màrius Torres i "les tres amigues".

La família de Màrius es va haver d'exiliar l'any 1939, i Màrius, degut a la seva malaltia, romangué ingressat al sanatori on va desenvolupar una brillant i intensa tasca literària. La seva situació era precària, però comptava amb el suport moral i afectiu del Grup de Puig d'Olena.

El poema que Màrius Torres dedicà a la seva bona amiga Maria Planas data d'aquesta època. Es tracta del poema catalogat amb el n. 62, inspirat en el rellotge de sol del Mas Blanc (en el terme de Sant Martí de Centelles), propietat de la Maria, i on Màrius va passar els darrers mesos de la seva vida abans de tornar al sanatori, on poc després va morir. El diàleg místic que té lloc en el poema "Rellotge de Sol", neix d'una resposta al lema que figura en el quadrant (Només senyalo les hores serenes).



Figura 38c. Mercè Figueres i Màrius Torres al peu del rellotge



Figura 38d. Rellotge de sol

En aquestes fotos comparo la vitalitat que dóna la conversa entre Mercè Figueres i Màrius Torres, a l'esquerra, al peu del rellotge de sol, i la buidor que es fa present a la foto de la dreta, on una reproducció en ceràmica del poema "Rellotge de Sol", que es va descobrir el 1992 dins dels actes commemoratius del 50è aniversari de la mort del poeta, sembla que vulgui suavitzar-ne l'absència.

El poema va adreçat al rellotge de sol del Mas Blanc, com si parlés amb ell. Més que parlar-hi, com si li volgués respondre a allò que el rellotge diu (en el lema): **Nisi signo serenas** (és a dir: només senyalo les (hores) serenas). El poema és una rèplica al lema si ens fixem en l'estrofa final. I la dedicatòria, "A la Maria", és adreçada a la Maria Planas, la propietària del Sanatori de Puig d'Olena on ell s'estava, i també del Mas Blanc (aquest ja en terres d'Osona), i on va residir una temporada convidat per aquesta senyora.

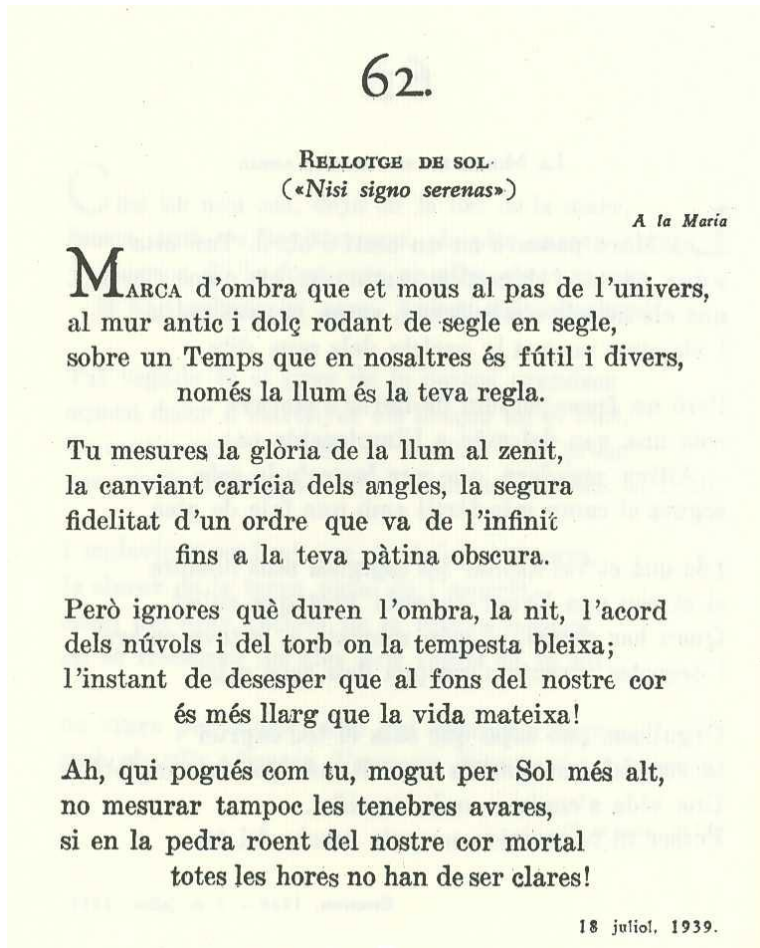


Figura 37e. Poema de Màrius Torres

El Mas Blanc fou donat per Maria Planas al Bisbat de Vic i en l'actualitat és la seu de la Comunitat Monàstica de Santa Maria del Mas Blanc

Aquest és el valor que hi trobo en aquest quadrant, que darrere seu hi ha una preciosa història, d'amor i d'amistat, i un motiu d'inspiració per a una de les figures cabdals de la nostra literatura.

## 6. Glossari

**Azimut:** És l'angle que té forma de vuit i és la base dels rellotges de sol més precisos. És el resultat de la superposició de la fotografia del sol en diferents dies i la mateixa hora oficial.

**Colatitud:** És l'angle complementari a la latitud.

**Declinació:** És l'angle format entre els raigs de sol quan incideixen sobre la terra i el pla de l'equador. Es tracta d'un angle que varia al llarg de l'any, degut a la inclinació de l'eix de rotació de la terra envers a l'eclíptica.

**Declinació d'una paret:** L'angle que forma la paret amb la direcció Est-Oest. Per exemple, una paret orientada al sud té una declinació  $0^{\circ}$ .

**Equació del temps:** Equació que s'obté tenint en compte la inclinació de l'eix de rotació de la terra sobre el pla de l'eclíptica i el fet de que el moviment de translació descriu una el·lipse amb aquesta anomenada equació s'obtenen uns valors que s'han de sumar a l'hora llegida en el rellotge de sol per obtenir l'hora vertadera.

**Fus horari:** Cadascun dels 24 fusos geomètrics convencionals d'una amplitud de  $15^{\circ}$ , que es divideix la superfície de la terra i els punts dels quals tenen la mateixa hora civil.

**Gnòmon:** Barreta rígida que indica l'hora en els rellotges de sol amb l'ombra. A Catalunya també es coneix com a "busca".

**Gnomònica:** Segons la definició el diccionari de la R.A.E. de la Llengua, és la ciència que tracta i ensenya la manera de fer rellotges solars. Tal vegada aquesta definició es quedi curta, doncs també hi podem incloure més artillugis, com ara, astrolabis, nocturlabis, rellotges de Lluna... Els primers no tenen res a



veure amb el sol i els segons no reben directament la llum solar, sinó la reflectida per la Lluna.

**Hora oficial:** És l'horari civil dels diferents països.

Tenint l'hora solar podem calcular l'hora oficial aplicant la fórmula següent:

Hora oficial = Hora solar vertadera ±

Correcció per la longitud del lloc on es troba el rellotge +

Correcció governamental ±

Correcció de l'equació del temps

**Hora solar vertadera:** És la que marca un rellotge solar al que no se li ha aplicat cap correcció.

**Latitud:** Distància angular des d'un punt de l'esfera terrestre a l'equador.

**Línies horàries:** Les que indiquen l'hora en un rellotge de sol. Basades en el canvi d'orientació en relació amb una línia fixa (la meridiana) corresponent al moviment diürn.

**Línies zodiacals:** Les que indiquen l'època de l'any en els rellotges de sol. Canvi de longitud de l'ombra, que depèn de l'època de l'any, degut a la variació de la declinació del Sol.

**Longitud:** Distància angular des d'un punt de l'esfera terrestre al meridià de Greenwich.

**Meridians:** Cercles imaginaris màxims a la terra que passen pels pols.

**Quadrant:** Superfície sobre la que es projecta l'ombra de l'estil. Els antics constructors de rellotges de sol eren anomenats quadranters.

**Quadranter:** Ofici, persona que construeix quadrants.

## 7. Bibliografia

- Pàg. 7, Fig. 1, fusos horaris  
<http://sanostraclassa.blogspot.com.es/2012/05/diferents-mapes-amb-els-fusos-horaris.html> 18/03/12
- Pàg. 10, Fig. 2, Escafé romà. Foto: E. Farré. WEB:  
<http://www.gnomonica.cat> 12/09/12
- Pàgs. 10-11, Figs. 3a i 3b, Rellotge analemàtic: Foto D,. Mira. WEB:  
<http://www.gnomonica.cat>12/09/12
- Pàg. 11, Fig. 4, rellotge bifilar: Foto M. Dalmau. WEB:  
<http://www.gnomonica.cat>12/09/12
- Pàg. 12, Figura 5. Rellotge Horitzontal: Foto J. Serra. WEB:  
<http://www.gnomonica.cat>12/09/12
- Pàg. 13, Figura 6. Rellotge Equatorial. Foto M. Dalmau. WEB:  
<http://www.gnomonica.cat>12/09/12
- Pàg. 13, Figura 7. Rellotge Equatorial. Foto A. Martí. WEB :  
<http://www.gnomonica.cat>12/09/12
- Pàg. 14: Figura 8. Rellotge Polar. Foto C. Bou. WEB :  
<http://www.gnomonica.cat>12/09/12
- Pàg. 14 Figura 9. Rellotge Equatorial Cilíndric. Foto E. Farré. WEB :  
<http://www.gnomonica.cat>12/09/12
- Pàg. 15 Figura 10. Rellotge Equatorial Esfèric. Foto E. Farré. WEB :  
<http://www.gnomonica.cat>12/09/12
- Pàg. 15 Figura 11. Quadrant de reflexió. Foto F. Clarà. "Visc dins d'un rellotge de sol". La Busca de Paper n. 72, estiu 2012 12/09/12
- Pàg. 16 Figura 12. Quadrant de difracció. Foto F. Clarà. "Visc dins d'un rellotge de sol". La Busca de Paper n. 72, estiu 2012 12/09/12

- Pàg. 16 Figura 13. Rellotge Vertical Orientat al Sud. Foto S. Alventosa.  
WEB : <http://www.gnomonica.cat12/09/12>
- Pàg. 17 Figura 14. Rellotge Vertical Declinant a Sud-Est. Foto A. Mora.  
WEB : <http://www.gnomonica.cat12/09/12>
- Pàg. 17 Figura 15. Rellotge Vertical Declinant a Sud-Oest. Foto J. Ventura. WEB : <http://www.gnomonica.cat12/09/12>
- Pàg. 18 Figura 16. Rellotge Vertical orientat a l'est. Foto M. Dalmau.  
WEB : <http://www.gnomonica.cat12/09/12>
- Pàg. 19 Figura 17. Rellotge Vertical orientat a l'oest. Foto M. Dalmau.  
WEB : <http://www.gnomonica.cat12/09/12>
- Pàg. 19 Figura 18. Rellotge Vertical orientat al Nord. Foto M. Dalmau.  
WEB : <http://www.gnomonica.cat12/09/12>
- Pàg. 20-21. Figures 19 i 20. Rellotges equatorials portàtils. "Rellotges de sol de Catalunya" Ed. Efadós 2004. 12/09/12
- Pàg. 21. Figura 21. Rellotge Díptic. Foto M. Capdevila 16/09/12
- Pàg. 22. Figura 22. Rellotge Anul·lar. Foto M. Capdevila 16/09/12
- Pàg. 22 Figura 23. Rellotge de Pastor. Foto M. Capdevila 16/09/12
- Pàg. 23 Figura 24. Situació del rellotge. Foto M. Capdevila 16/09/12
- Pàg. 24. Figura 25. Pàgina web per trobar la Latitud i la Longitud. WEB <http://www.satsig.net/maps/lat-long-buscado-spanish.htm17/04/12>
- Pàg. 25: Figura 26. Equació del temps. WEB : <http://www.gnomonica.cat14/03/12>
- Pàgs. 27i 28. Figures 27, 28, 29, 30. Calculem l'azimut. Fotos. C. Bou 18/03/12
- Pàg. 28. Fórmules utilitzades: Llibre "24 rellotges i altres instruments per a la mesura del temps" Autors: Eduard Farré i Olivé / Carme Segura i Capellades Editorial: 6 Instruments Guix Pàgina 64-5

- Pàg. 29. Figura 31 Càlculs línies horàries. Gràfic M. Capdevila 12/06/12
- Pàg. 30. Figura 32 Vilanova d'Escornalbou. Foto. M. Dalmau WEB :  
<http://www.gnomonica.cat12/09/12>
- Pàg. 30 Figura 33. Seva. Foto. M. Dalmau WEB :  
<http://www.gnomonica.cat12/09/12>
- Pàg. 30 Figura 34a Croquis del lema M. Capdevila 6/09/12
- Pàg. 31 Figura 34b. Resultat final, Rellotge de sol propi. Foto M. Capdevila 6/10/12
- Pàgs. 33 i 34. Figures 35a, b i c. Rellotge del Sucre. Totes tres són de A. Martí. WEB : <http://www.gnomonica.cat16/09/12>
- Pàgs. 35 a 41. Figures 36a,b,c,d,e,f,g,h,i. Angel de la Concòrdia. Totes són de J.Ma Val. "L'Àngel de la Concòrdia". La Busca de Paper n. 68, Primavera 2011.
- PÀG. 42. Figura 37a Col·legi Roser, equatorial esfèric. Foto F. Masnou. WEB <http://www.gnomonica.cat16/09/12>
- Pàg. 43. Figura 37b Passeig Mn. Cinto Verdaguer St. Julià de Vilatorça. Foto A. Martí. WEB <http://www.gnomonica.cat16/09/12>
- Pàg. 44. Figura 38a Rellotge de sol del Mas Blanc. Foto C. Bou. "Marius Torres, un referent". La Busca de Paper n. 67, Tardor/Hivern 2010. 16/09/12
- Pàg. 45. Figura 38b Màrius Torres i "les tres amigues". Foto cedida per la Universitat de Lleida. . "Marius Torres, un referent". La Busca de Paper n. 67, Tardor/Hivern 2010. 16/09/12
- Pàg. 45. Figura 38c Màrius Torres i Mercè Figures sota el rellotge de sol del Mas Blanc. Foto cedida per la Universitat de Lleida. "Marius Torres, un referent". La Busca de Paper n. 67, Tardor/Hivern 2010. 16/09/12
- Pàg. 46. Figura 38d Mas Blanc. (Foto de l'indret on eren el Marius i la Mercè a la foto del costat). Foto C. Bou. "Marius Torres, un referent". La Busca de Paper n. 67, Tardor/Hivern 2010. 16/09/12
- Pàg. 47. Figura 37e Poema 62 de Màrius Torres: "Rellotge de Sol". WEB: <http://marius.udl.cat/bitstream/handle/10459.2/904/1017.pdf?sequence=116/09/12>