EL CLIMA
El soleamiento

- Generalidades sobre el clima
- La energía Solar.
- Movimiento de la Tierra.
- Coordenadas Terrestres y Celestes.
- Recorrido aparente del Sol.
- Cartas solares.
- Obstrucciones solares y aplicaciones
- Ejercicios y gráficos,
- Bibliografía
- Anexos: Cálculo informático. Hora solar y relojes de sol. Cita de Vitrubio.

Generalidades sobre el clima (resumen del tema)

El clima es la descripción del **ambiente exterior** en un lugar determinado. Los parámetros físicos que definen el ambiente exterior se denominan **elementos** del clima, destacando:

- Temperatura del aire
- Humedad del aire
- Viento
- Soleamiento
- Nubosidad
- Meteoros (lluvia, nieve, nieblas...)

Las causas que provocan los elementos climáticos en un lugar determinado se denominan **factores** del clima, entre las que podemos mencionar:

- Latitud del lugar
- Altitud y relieve
- Tipo de terreno, masas de agua o vegetación
- Obstrucciones solares y eólicas

Los climas se definen según sus variables espaciales y temporales. La escala geográfica permite la clasificación de **climas y microclimas**, considerando al microclima como la definición del clima de un lugar muy concreto, que permite la determinación detallada y ampliada de parámetros ambientales característicos:

El estudio temporal del clima se realiza por medio de **técnicas estadísticas**, por su carácter variable y aleatorio, para poder determinar sus valores medios y extremos, y además, para definir las fluctuaciones en ciclos diarios o anuales.

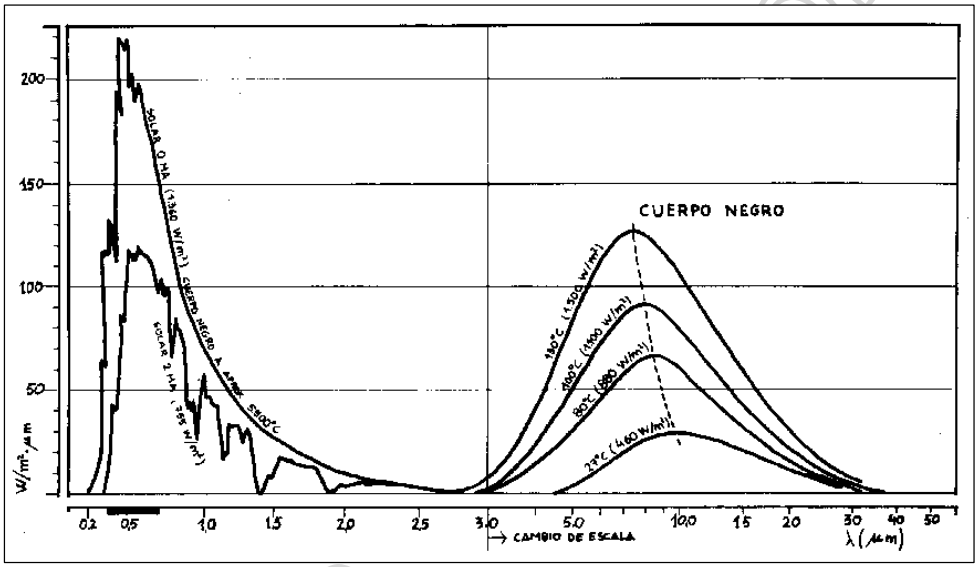
Introducción a la tecnología B

Creditos:
ayudantes alumnos:
Gabriel Lecuona, Rafael Méndez, Diego Conti, Manuel Salinas, Manuel Rosados

La energía solar

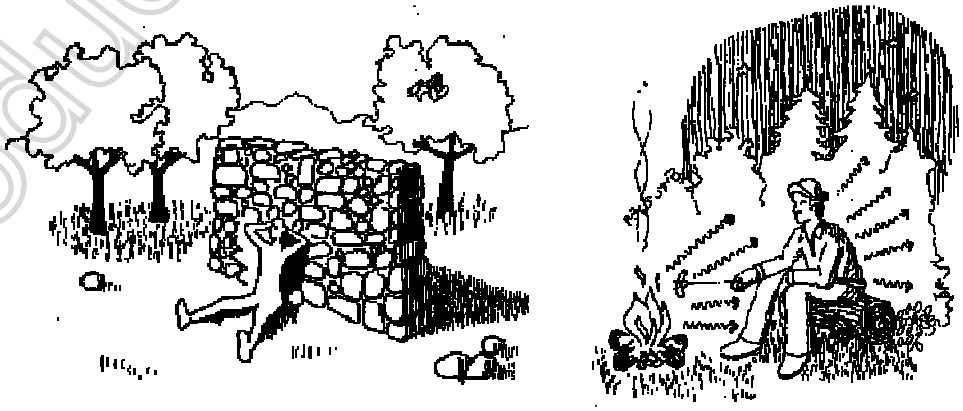
El Sol es el motor del clima. La energía solar captada por la tierra, y posteriormente disipada como irradiación infrarroja, determina el calentamiento o enfriamiento del aire, la cantidad de agua evaporada o precipitada, y las diferencias de presión que provocan vientos y brisas.

La radiación solar se genera por la superficie incandescente (5.700 ºCentigrados) del Sol, una estrella "enana" de 1,4 millones de Km de diámetro. La radiación recorre 150 millones de Km hasta llegar al exterior de la atmósfera de la Tierra, incidiendo con una intensidad constante de **I_0 = 1353 W/m² = 1163.58 Kcal/m2 = 0.1454 m3 de gas natural** , llamada *constante solar* de la radiación extraterrestre.



Espectro de la radiación emitida por el sol, la recibida en la superficie de la tierra, y la emitida por superficies a baja temperatura.

La Radiación solar que llega a la superficie de la tierra no suele superar los 1000 W/m², debido a la absorción y reflexión de la atmósfera, y a la inclinación de los rayos solares. Toda la energía radiante absorbida por la cara soleada de la tierra se equilibra con la irradiación infrarroja que toda la superficie de la tierra reenvía al espacio.



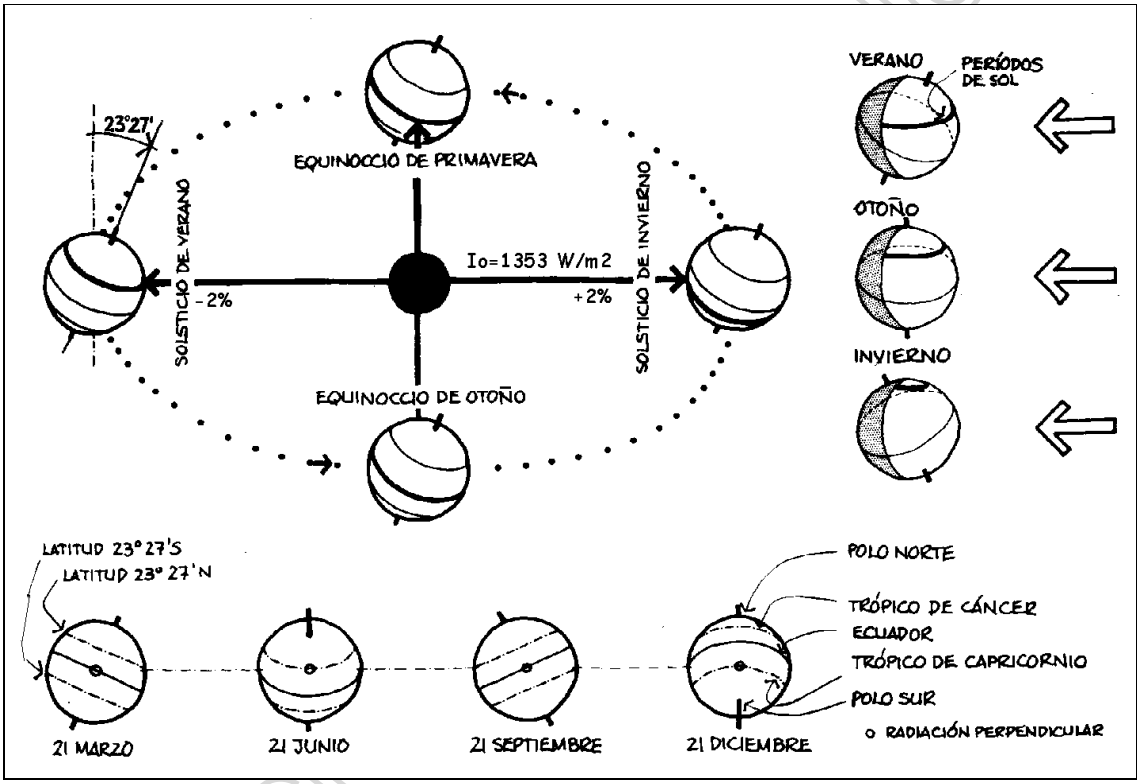
Ejemplos de captación solar e irradiación nocturna

Introducción a la Tecnología B

Creditos:
ayudantes alumnos:
Gabriel Lecuona, Rafael Méndez, Diego Conti, Manuel Salinas, Manuel Rosados

Movimiento de la Tierra

La tierra realiza una órbita anual casi circular en torno al sol. Como curiosidad, la ligera excentricidad de la órbita hace que en diciembre se reciba casi un 4% más de radiación que en junio. La tierra realiza una rotación diaria sobre sí misma, con la importante característica que **el plano del Ecuador no es paralelo al plano de la elíptica**, sino que forman un ángulo constante de unos **23,5º**. O lo que es lo mismo, **el eje de rotación de la tierra tiene una inclinación de 23,5º con respecto al plano de la elíptica** o de traslación alrededor del sol.



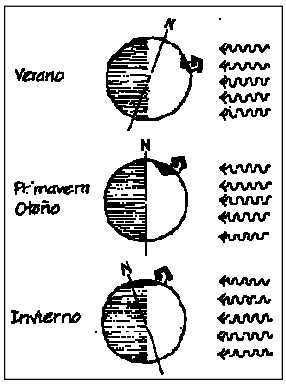
La **declinación** δ es el ángulo que forma el rayo solar con el plano del ecuador en cada época del año, determinando las estaciones climáticas. En el caso del hemisferio sur, las principales fechas estacionales son:

Equinoccio de primavera	21 de septiembre	Declinación δ = 0º
Solsticio de verano	21 de diciembre	Declinación δ = +23,5º
Equinoccio de otoño	21 de marzo	Declinación δ = 0º
Solsticio de invierno	21 de junio	Declinación δ = -23,5º

Introducción a la Tecnología B

Creditos:
ayudantes alumnos:
Gabriel Lecuona, Rafael Méndez, Diego Conti, Manuel Salinas, Manuel Rosados

El **solsticio de verano** es el día con más horas de sol y con el máximo soleamiento del hemisferio, aunque las temperaturas máximas se retarden aproximadamente un mes, desfase producido por el almacenamiento de calor en la tierra.



En los **equinoccios** la noche dura igual que los días, y ambos hemisferios reciben igual cantidad de soleamiento, marcando el cambio de estación.

El **solsticio de invierno** es el día más corto y con soleamiento mínimo, con temperaturas mínimas a finales de enero. En el hemisferio sur el proceso es idéntico pero con un desfase de 6 meses.

Coordenadas terrestres

Cualquier punto de la tierra se puede localizar por sus coordenadas globales, denominadas **Latitud** (φ) y **Longitud** (**L**), correspondientes a su paralelo y meridiano respectivamente.

La **latitud** φ se mide por su elevación en grados respecto al **ecuador**, considerando el **polo norte** como φ=90º N y el **polo sur** como φ=90º S.
Son paralelos de referencia del hemisferio norte:

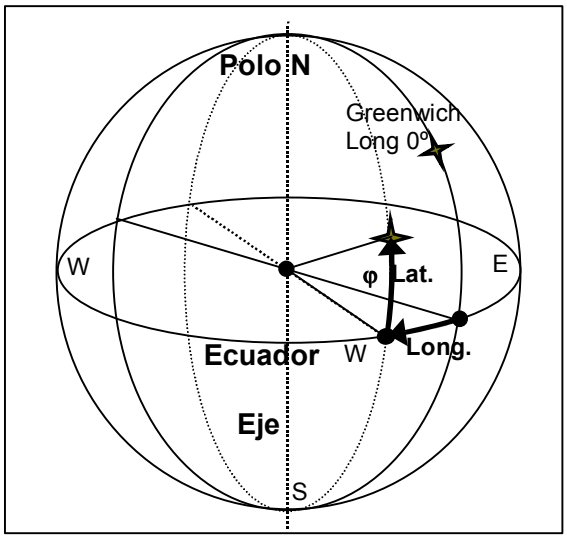
Paralelos	**Latitud φ**	**Características**
Polo Norte	90º N	A partir del equinoccio de otoño (hemisferio Sur) luce el sol durante 6 meses (verano Ártico).
Círculo polar Artico	66.5º N (90-23.5)	En el solsticio de verano (hemisferio Norte) luce el sol las 24 horas (sol de medianoche)
Trópico de Cáncer	23.5º N	En el solsticio de verano (hemisferio Norte) el sol está en posición cenital (radiación perpendicular al suelo)
Ecuador	0º N/S	En los equinoccios al mediodía el sol está en el cenit.

Son paralelos de referencia del hemisferio sur:

Paralelos	**Latitud φ**	**Características**
Polo Sur	90º S	A partir del equinoccio de primavera (hemisferio Sur) luce el sol durante 6 meses (verano Antártico).
Círculo polar Antártico	66.5º S (90-23.5)	En el solsticio de verano (hemisferio Sur) luce el sol las 24 horas (sol de medianoche)
Trópico de Capricornio	23.5º S	En el solsticio de verano (hemisferio Sur) el sol está en posición cenital (radiación perpendicular al suelo)
Ecuador	0º N/S	En los equinoccios al mediodía el sol está en el cenit.

Introducción a la tecnología B

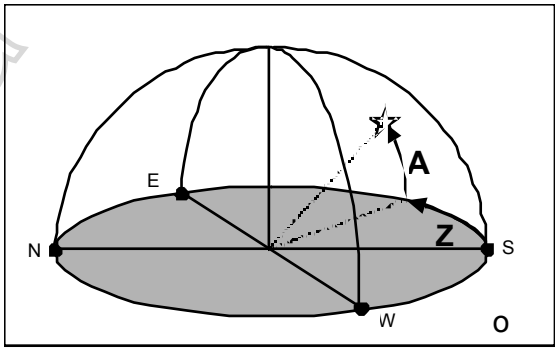
Creditos:
ayudantes alumnos:
Gabriel Lecuona, Rafael Méndez, Diego Conti, Manuel Salinas, Manuel Rosados



La **longitud** es el ángulo que forma el meridiano del lugar con el meridiano 0º de referencia que pasa por Greenwich (Londres). La longitud media de canarias es de 15º Oeste. Es de interés para calcular el mediodía local (instante en que el sol tiene la altura máxima) a partir de la hora solar media, común para un uso horario de 15º de ancho (360º / 24 horas = 15 º/hora).

Como resumen, sólo falta indicar la **altitud** de un lugar junto con sus coordenadas terrestres para situar cualquier punto de la tierra. Como ejemplo, la Facultad de Arquitectura de Córdoba se localiza en:
Lat = 31°25'09.48"S, Long = 64°11'17,67"O, Alt= 410m.

Coordenadas Celestes



Para el estudio del soleamiento en la arquitectura y el urbanismo interesa recuperar el concepto antropocéntrico del universo, suponiendo que el sol realiza su recorrido por una bóveda celeste, del cual somos el centro.

Los puntos singulares de la bóveda o **hemisferio celeste** serían el punto más alto **cenit** (*nadir* sería el punto opuesto), y el plano del horizonte con las orientaciones principales (**N, S, E y W**).

Las coordenadas celestes permiten localizar cualquier punto del hemisferio por su **Altura (A)** sobre el horizonte y su **Azimut (Z)** o desviación al este u oeste del Norte.

Recorrido aparente del sol

EQUINOCCIOS: El recorrido solar, el 21 de marzo y septiembre, se caracteriza porque el **Orto** (Amanecer) coincide con el **Este**, a las 6:00 horas, y el **Ocaso** (puesta de sol) con el **Oeste,** a las 18:00 horas, con una duración total de 12 horas (equinoccio = igual noche).

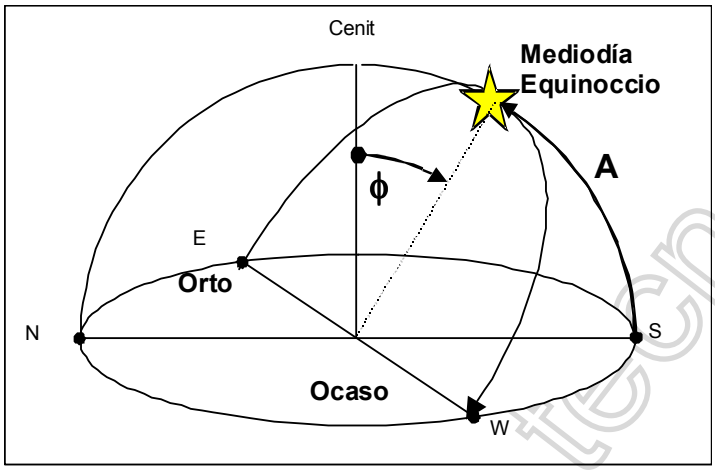
Otro dato fundamental es que al **mediodía** (12:00 hora solar) el sol se halla sobre el **Norte**, con **Azimut Z = 0**, y formando con el **Cenit** un ángulo igual a la Latitud **φ,** de manera que se puede calcular la **altura solar** como **A = 90 - φ**.

Introducción a la tecnología B

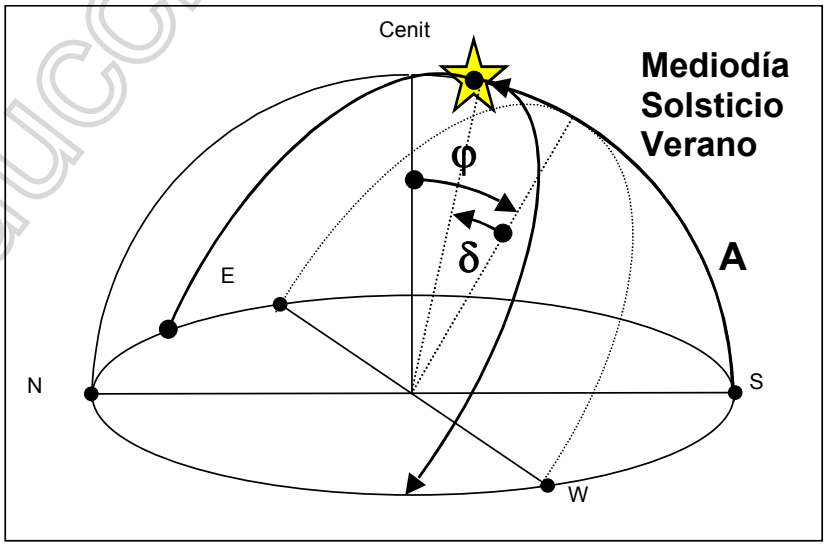
Creditos:
ayudantes alumnos:
Gabriel Lecuona, Rafael Méndez, Diego Conti, Manuel Salinas, Manuel Rosados

Los recorridos solares diurnos son arcos de **círculo** perfectos, cuyo eje coincide con el de la tierra. El sol recorre 360º en 24 horas, correspondiendo a cada hora un ángulo horario **ω=15º.** Los equinoccios son los únicos días que el recorrido diurno es de **12 horas** exactas, como se verá a continuación.

Como ejemplo para Córdoba, con una latitud de 31º25" S, el 21 de marzo y septiembre al mediodía la altura del sol será **A = 90 - 31 = 59º**.



SOLSTICIO DE VERANO: El recorrido solar del 21 de diciembre se caracteriza porque al **mediodía** (12:00 hora solar), cuando el sol se halla sobre el **Norte**, se forma con el **Cenit** un ángulo igual a **la Latitud φ menos la declinación (δ = + 23,5º),** de manera que se puede calcular la **altura solar** como **A = 90 - φ + 23,5º**. Como ejemplo para Cordoba, con una latitud de 31º S, el 21 de diciembre al mediodía la altura del sol será **A = 90 - 31 + 23,5 = 82,5º**, casi en el cenit.El recorrido solar diurno es un arco de círculo paralelo al recorrido equinoccial, que al estar mas levantado sobre el horizonte provoca que **el día dure más de 12 horas**. En el caso de Cordoba, el día llega a durar 14 horas. Por último, el azimut del **Orto** (Amanecer) se produce entre el **Este** y el **Noreste**, exactamente a Z=117º E, y el azimut del **Ocaso** (puesta de sol) se produce **mas allá del oeste**, a Z=117º W.



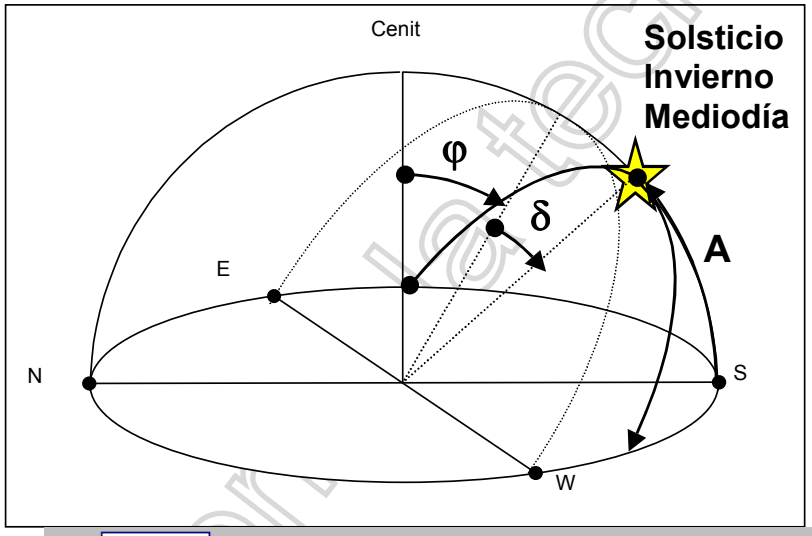
Introducción a la tecnología B

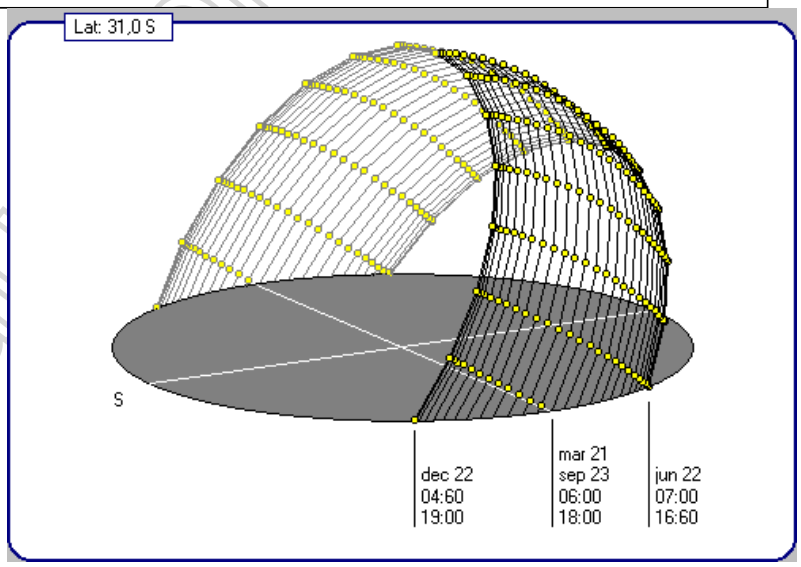
Creditos:
ayudantes alumnos:
Gabriel Lecuona, Rafael Méndez, Diego Conti, Manuel Salinas, Manuel Rosados

SOLSTICIO DE INVIERNO: El recorrido solar del 21 de junio se caracteriza porque al **mediodía** (12:00 hora solar), cuando el sol se halla sobre el **Norte**, se forma con el **Cenit** un ángulo igual a **la Latitud φ + la declinación (δ = + 23,5º),** de manera que se puede calcular la **altura solar** como **A = 90 - φ - 23,5º**. Como ejemplo para Cordoba, con una latitud de 31º S, el 21 de diciembre al mediodía la altura del sol será **A = 90 - 31 - 23,5 = 35,5º**, más cerca del horizonte que del cenit.

El recorrido solar diurno es un arco de círculo paralelo al recorrido equinoccial, pero mas próximo al horizonte, provocando que **el día dure menos de 12 horas**, que en el caso de Cordoba el día no llega a durar 10 horas.

Por último, el azimut del **Orto** (Amanecer) se produce entre el **Este** y el **Sudeste**, exactamente a Z=62º E, y el azimut del **Ocaso** (puesta de sol) se produce **antes del oeste**, a Z=62º W.





Introducción a la Tecnología B

Creditos:
ayudantes alumnos:
Gabriel Lecuona, Rafael Méndez, Diego Conti, Manuel Salinas, Manuel Rosados

Sitios de interes donde podas bajar software vinculado al estudio del soleamiento, cartas solares, protecciones, etc.

http://www.labeee.ufsc.br/downloads/tabela_software.html

http://ecotect.com/

http://editorial.cda.ulpgc.es/ambiente/

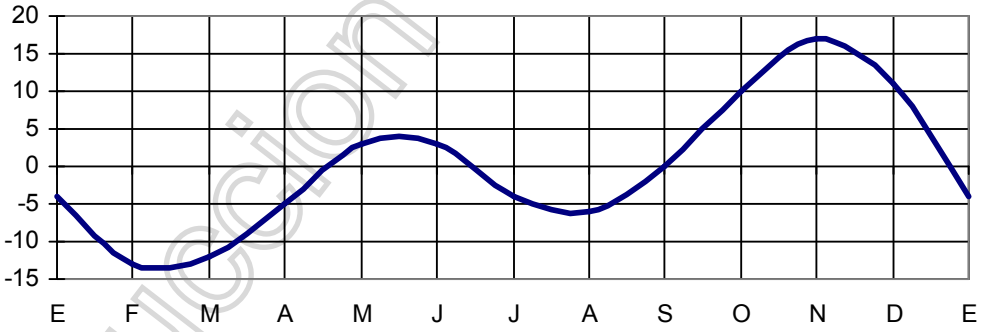
La hora solar y los relojes de sol

Nuestros relojes marcan la **hora legal**, que suele diferir bastante de la **hora solar real**, es decir, aquella cuyo mediodía coincide con la culminación del recorrido solar, que es precisamente la que indican los relojes solares.

Para determinar la **hora solar real** a partir de la **hora legal** se precisa el siguiente proceso:

Hora solar = hora legal + C + L + E

Siendo:
C = Cambio horario estacional, de -1:00 horas en invierno y de -2:00 horas en verano
L = 0:04 (Longitud central de la zona horaria - Longitud del lugar) [minutos]
E = Ecuación del tiempo, según la tabla adjunta, por la variación de órbita terrestre.



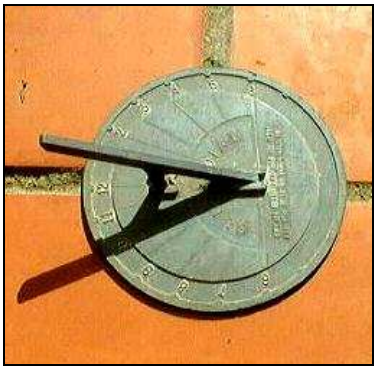
Por ejemplo, la hora solar real a las 12:00 hora legal del 1 de agosto en Fuerteventura, con longitud 14º W, sería:

Hora solar = 12:00 - 2:00 + 0:04 (15º-14º) - 0:06 = 9:58 horas

Los **relojes de sol** son sencillos de construir, ya que sólo precisan de una varilla o ***nomón*** perfectamente orientada de sur a norte, con una inclinación sobre la horizontal igual a la latitud del lugar, es decir, paralela al eje de la tierra. La sombra gira exactamente 15º cada hora, en cualquier época del año, y al mediodía solar real indicará la dirección norte-sur.

Introducción a la tecnología B

Creditos:
ayudantes alumnos:
Gabriel Lecuona, Rafael Méndez, Diego Conti, Manuel Salinas, Manuel Rosados



Hay que tener precaución con la orientación de la brújula magnética, que no coincide con la real debido a la declinación magnética, que varía según las regiones y los años. En Canarias, el norte real está desviado unos 10º al este del norte magnético.

Introduccion a la tecnología B

Creditos:
ayudantes alumnos:
Gabriel Lecuona, Rafael Méndez, Diego Conti, Manuel Salinas, Manuel Rosados

Cita de Vitrubio

Fue arquitecto de Julio César durante su juventud, y al retirarse del servicio entró en la arquitectura civil, siendo de este periodo su única obra conocida, la basílica de Fanum (en Italia). Es el autor del tratado sobre arquitectura más antiguo que se conserva y el único de la Antigüedad clásica, De Architectura, en 10 libros (probablemente escrito entre los años 23 y 27 adC). Inspirada en teóricos helenísticos, la obra trata sobre órdenes, materiales, técnicas decorativas, construcción, tipos de edificios, hidráulica, mecánica y gnomónica (Libro IX).
Extracto de "Compendio de los diez libros de arquitectura de Vitrubio" de la versión en francés de Claudio Perrault, traducido al castellano por Joseph Castañeda (Madrid, 1761).

DE VITRUVIO. LIBRO PRIMERO. CAPÍTULO TERCERO. ARTÍCULO SEGUNDO:
De la Posición de los Edificios

Después de haber elegido un paraje sano, se debe delinear ó demarcar las calles, conforme al aspecto mas ventajoso del Cielo. La mejor posición será de modo que los aires no enfilen las calles en aquellos parajes en que fuesen muy fríos y extraordinariamente impetuosos.	La posición de una Ciudad depende de su situación relativa al Cielo Y respecto a los aires
El aspecto de las Casas particulares se hace cómodo por medio de aberturas que de varios modos se practican en ellas para recibir aire y darles luces, conforme á la condición de las piezas que tiene la Fabrica. Y así las Despensas, Bodegas, Graneros, y generalmente todas las piezas destinadas para encerrar y guardar algunas cosas, deben exponerse hacia el Septentrion y recibir poco Sol.	La posición de las Casas y de sus partes pende de dos cosas, á saber: I. De sus calidades y usos, según los cuales se deben situar diversamente. Lugares para encerrar frutos
La variedad de los destinos que se da á las partes que componen las Fabricas piden también variedad en su posición. Las Piezas ó Salas en que comían los antiguos en tiempo de Invierno y sus Baños miraban ácia el Poniente de Invierno, cuya posición las hacia mas calientes, respecto de herirlas el Sol en aquella misma hora de día en que acostumbraban servirse de ellas	Salas de comer en Invierno y Baños
Las Bibliotecas deben estar al Levante, porque su uso pide la luz de la mañana: además que los Libros, si miran hacia esta parte, no se maltratan tanto como en las Bibliotecas que miran hacia el Mediodía y Poniente, en donde están mas sujetos á gusanos y á cierta humedad que los enmohece.	Bibliotecas
Las Piezas ó Salas de comer en la Primavera y en el Otoña deben mirar al Oriente, para que estando al abrigo de la mayor fuerza del Sol, que es al tiempo que se pone, se hallen templadas cuando es preciso servirse de ellas.	Salas de comer en Primavera y Otoño
Los cuartos de Verano mirarán al Septentrional, para que estén mas frescos.	cuartos de Verano
Este aspecto no es menos propio para los Gabinetes de Pinturas y Obradores de Pintores; pues la igualdad de la luz que se goza en ellos en cualquier hora del día mantiene los colores siempre en un mismo estado.	Los Gabinetes de Pinturas y Obradores de Pintores
No menos atención merecen los diversos Países, en que los Edificios, por los excesos de calor ó frío, requieren situaciones, posiciones y disposiciones diversas. En los Países Septentrionales deben estar la Casas abovedadas, tener pocas aberturas, y estar vueltas hacia las partes del Mundo en donde mas reuna el calor; y al contrario, en las Regiones calurosas y Meridionales deben tener grandes aberturas que miran al Septentrional, para que el arte y la industria remedien las incomodidades que tienen los sitios por naturaleza	II. De la naturaleza de los Países

Introducción a la tecnología B

Creditos:
ayudantes alumnos:
Gabriel Lecuona, Rafael Méndez, Diego Conti, Manuel Salinas, Manuel Rosados

Universidad Nacional de Córdoba

FACULTAD DE ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO

Introducción a la Tecnología B

Introduccion a la tecnologia B

Creditos:
ayudantes alumnos:
Gabriel Lecuona, Rafael Méndez, Diego Conti, Manuel Salinas, Manuel Rosados