

ASOLEAMIENTO EN LA CIUDAD DE LA PAZ

Condicionado por la gran altitud, proximidad a la Cordillera Real y continentalidad de la ciudad de La Paz, el clima de ésta hace que los beneficios que proporciona el Sol, como fuente de luz y de calor, constituyan un importante factor de la calidad de vida urbana y que, al estar reconocido por la normativa existente el derecho al asoleamiento de los edificios habitables y de los espacios públicos, es necesaria la difusión del conocimiento de la técnica necesaria para calcular el asoleamiento y la proyección de sombras, con el objeto de lograr la mejor orientación de urbanizaciones, lotes y edificios.

DIAGRAMA SOLAR

TABLAS Y DIAGRAMAS PARA EL CÁLCULO DEL ASOLEAMIENTO EN LOS EDIFICIOS, PROYECCIÓN DE SOMBRAS Y PROYECTOS DE CALEFACCIÓN SOLAR.

INSTRUCCIÓN DE USO RÁPIDO PARA CONOCER LAS POSIBILIDADES DE ASOLEAMIENTO DE UN LOTE, CASA O DEPARTAMENTO EN DIFERENTES EPOCAS DEL AÑO.



**CÁLCULO PARA LOS 16° 30' DE LATITUD SUR
Y LOS 68° 08' DE LONGITUD OESTE**

VÁLIDO PARA LA CIUDAD DE EL ALTO

APLICABLE CON BUENA APROXIMACIÓN ENTRE LOS 16° Y 17°

CON DIFERENCIAS INSIGNIFICANTES EN LOS RESULTADOS ES APLICABLE EN LOCALIDADES Y LUGARES CON LATITUD CASI IGUAL ($\pm 10'$) Y CON MERIDIANO CERCANO COMO: DESAGUADERO, TARACO, GUAQUI, TIWANAKU, PUCARANI, LAJA, TAMBILLO, VIACHA, ACHOCALLA, MALLASA, JUPAPINA, ANANTA, LIPARI, HUAJCHILLA, LAS CARRERAS, MECAPACA, PALCA, YANACACHI, LAMBATE, OCOBAYA, CHULUMANI, IRUPANA Y CIRCUATA.

Arq. Urb. Carlos Calvimontes Rojas

REGISTRO DE DERECHO DE AUTOR
N° 1-1-114/98
DEPOSITO LEGAL N° 4-2-981-98

SE PUEDE EMPLEAR CON RESULTADOS MUY APROXIMADOS Y ÚTILES EN LOCALIDADES CON LATITUD POCO DIFERENTE (ENTRE $\pm 10'$ Y $\pm 30'$) COMO: COPACABANA, SANTIAGO DE HUATA, SAN PEDRO, SAN PABLO, JESÚS DE MACHACA, ACHACACHI, HUARINA, PEÑAS, CALAMARCA, ZONGO, COLLANA, COHONI, SAPAHAQUI, CARACATO, COROICO, CONCORDIA, CORIPATA, ARACA, CAJUATA E INQUISIVI.

NORMATIVA SOBRE EL ASOLEAMIENTO EN LA CIUDAD DE LA PAZ

Con el propósito de que mejore la calidad de la vida urbana, la normativa urbanística de la ciudad de La Paz establece las condiciones de asoleamiento que se debe tomar en cuenta en la edificación, para su efecto tanto en los locales habitables como en los espacios públicos, bajo los siguientes criterios:

Asoleamiento de edificios de vivienda. Los edificios destinados a vivienda, cualquiera sea su localización en la ciudad y las pertinentes normas de intensidad del uso del suelo, deben ser proyectados y ubicados en el lote de tal forma que se asegure el asoleamiento, por un tiempo mínimo de cuatro horas en el solsticio de invierno, de las 10:00 a las 14:00 horas, especialmente de las áreas destinadas a dormitorios y, en ese mismo tiempo, su sombra proyectada deberá permitir igual asoleamiento en los edificios de vivienda vecinos.

Asoleamiento en agrupaciones de vivienda. En el caso de conjuntos habitacionales, con condominio de las áreas libres de edificación, el diseño de los edificios deberá asegurar el asoleamiento de cada uno de ellos, como si se tratara de unidades en predios distintos, por un tiempo mínimo de cuatro horas en el solsticio de invierno, de las 10:00 a las 14:00 horas, especialmente de las áreas destinadas a dormitorios y, en ese mismo tiempo, su sombra proyectada deberá permitir igual asoleamiento en los otros edificios de vivienda de la agrupación.

Asoleamiento de edificios comerciales. El diseño de los edificios de oficinas y comercio, debe buscar el asoleamiento de la mayor superficie posible de sus fachadas durante un tiempo mínimo de dos horas en el solsticio de invierno, de las 11:00 a las 13:00 horas y, en ese mismo tiempo, su sombra proyectada deberá permitir igual asoleamiento en los edificios vecinos.

Asoleamiento de edificios de uso mixto. El diseño de edificios de uso mixto, de vivienda, oficinas y comercio, debe contemplar tanto la normativa sobre el asoleamiento de los de vivienda como la de los de oficina y comercio, en la parte que corresponda a cada diferente uso y, en ese mismo tiempo, su sombra proyectada deberá permitir igual asoleamiento en los edificios vecinos de uso mixto.

Asoleamiento de espacios públicos. Complementariamente a las normas sobre la intensidad del uso del suelo, el diseño de los edificios, indiferentemente de su uso y localización en la ciudad, deberá determinar que, por su sombra proyectada en el día del solsticio de invierno, se asegure el total asoleamiento de las superficies destinadas a parques y plazas, desde las 10:00 hasta las 14:00 horas.

Al estar estrechamente relacionada la consideración de los beneficios del Sol como fuente de energía lumínica, asoleamiento, y de energía térmica, insolación, y además como por la escasa latitud de La Paz es reducida la diferencia de la incidencia solar para el estudio de cada una de esas formas de energía, solamente se hace referencia al asoleamiento, excepto cuando se trata de la diferencia específica entre ambas.

EXPOSICIÓN AL SOL

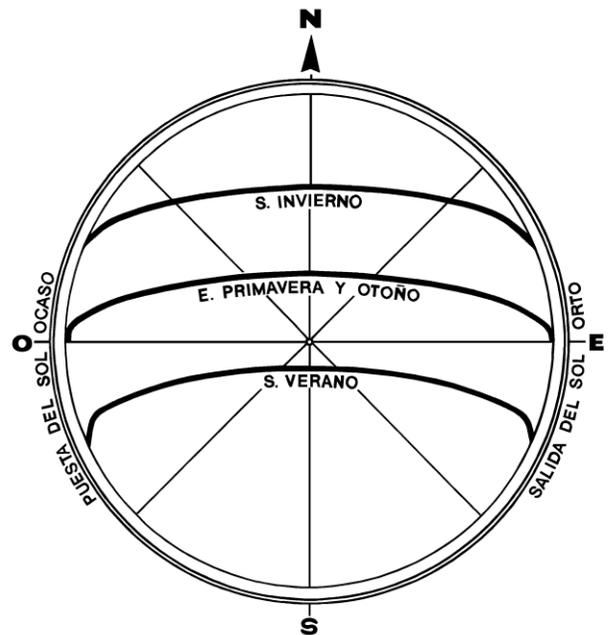
La tierra recibe en forma constante casi la totalidad de su energía lumínica y térmica como radiación del Sol. La luz y el calor en un lugar determinado dependen del ángulo de incidencia de los rayos solares, la calidad atmosférica y la duración del día. La ciudad de La Paz, por su latitud geográfica, incluso en el día menos favorecido del año (correspondiente al solsticio de invierno), tiene buenas condiciones para recibir la energía solar y, por su altura y continentalidad, cuenta con una atmósfera en general muy clara. Pero, por su emplazamiento en un sistema de valles relativamente estrechos, tiene algo disminuida la duración del día.

PRESENCIA DEL SOL

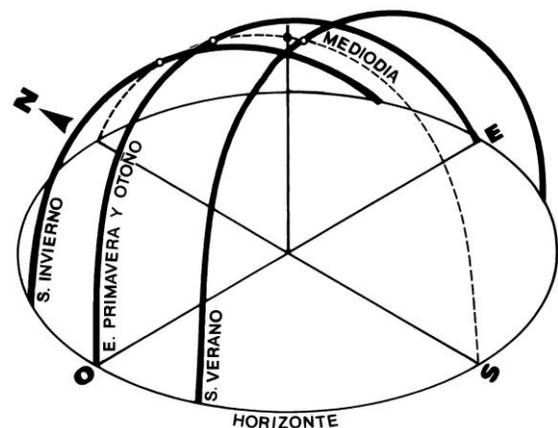
EL Sol se manifiesta en el recorrido que realiza en la bóveda celeste, pero ese recorrido es aparente pues más bien es la rotación de la tierra la que hace que un lugar se mueva en relación con el Sol, que se considera fijo en el firmamento. Para determinar la presencia del Sol interesa conocer su posición en el cielo en una oportunidad dada y que para cada sitio depende de: su ubicación geográfica (latitud), el día del año (fecha) y el momento del día (hora). En el diagrama solar, según la latitud empleada en el cálculo, se tiene la línea que representa el recorrido aparente del Sol y la posición de éste en cada hora del día, para las fechas representativas de cada estación y las intermedias entre ellas.

ORIENTACIÓN DE LA VIVIENDA

Dentro de la franja geográfica, de los 16° a los 17° de latitud Sur, donde es útil el empleo del diagrama solar de la ciudad de La Paz, se debe tomar en cuenta que si se trata de lugares con temperaturas bajas o moderadas, como en el Altiplano y en la ciudad de La Paz, es recomendable que, según las posibilidades de cada terreno, los dormitorios tengan Sol en la mañana, con orientación entre el sudeste y el Norte; las habitaciones para estar y comer Sol en la tarde, entre el Norte y el sudoeste; y las de servicio tengan la orientación menos favorecida, entre el sudeste y el sudoeste. En cambio, en lugares de clima cálido, como los Yungas, es conveniente evitar el Sol cuando todavía está bajo al comenzar la mañana, entre el sudeste y el noreste, y cuando se ubica en una posición semejante al terminar la tarde, entre el noroeste y sudoeste. Es decir, se debe preferir las orientaciones hacia el noreste y el noroeste para los dormitorios, y entre el sudeste y el sudoeste para las demás habitaciones.



RECORRIDO APARENTE DEL SOL



HORAS DE ASOLEAMIENTO DIARIO Y ANUAL TEÓRICO SEGUN LA ORIENTACIÓN DE UN PARAMENTO VERTICAL

EXPOSICIÓN DEL PARAMENTO	A Z I M U T	EQUINOCCIO PRIMAVERA 21 SEPTIEMBRE	SOLSTICIO VERANO 21 DICIEMBRE	EQUINOCCIO OTOÑO 21 ENERO	SOLSTICIO INVIERNO 21 JUNIO	HORAS DE ASOLEAMIENTO ANUAL
N	00°	12 h 00'	00 h 00'	12 h 00'	11 h 00'	3.194
NE	45°	07 h 00'	06 h 00'	07 h 00'	08 h 00'	2.555
E	90°	06 h 00'	06 h 30'	06 h 00'	05 h 30'	2.190
SE	135°	05 h 00'	07 h 00'	05 h 00'	03 h 00'	1.825
S	180°	00 h 00'	13 h 00'	00 h 00'	00 h 00'	1.186
SO	225°	05 h 00'	07 h 00'	05 h 00'	03 h 00'	1.825
O	270°	06 h 00'	06 h 30'	06 h 00'	05 h 30'	2.190
NO	315°	07 h 00'	06 h 00'	07 h 00'	08 h 00'	2.555

CÁLCULO RÁPIDO DEL ASOLEAMIENTO

- Después de haber puesto el diagrama solar en posición horizontal, orientarlo con el empleo de la brújula de tal manera que la aguja del instrumento tenga la misma dirección que la flecha que señala el Norte en el diagrama.
- Sin modificar la orientación del diagrama, colocar una hoja de papel o una escuadra, en la forma que muestra el ejemplo A: con un lado paralelo a la fachada expuesta al Sol y el lado perpendicular a ella muy cerca a la brújula, para ver cuál es la orientación de la fachada o lado de la pared expuesta al Sol.
- Si la orientación de la fachada coincide con una de las ocho principales que figuran en la tabla adjunta, se puede conocer de inmediato el asoleamiento teórico de esa fachada, en las fechas de los solsticios de invierno y de verano, y de los equinoccios de primavera y otoño, que es en cada caso el representativo de la estación correspondiente, y el número total de horas que recibe durante el año.

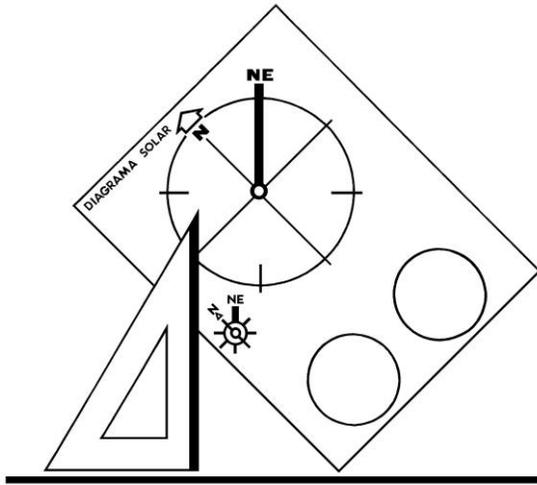
Cuando una fachada o lado de una pared no tenga una orientación que permita el empleo de la tabla, o se trate de las fechas intermedias calculadas en el diagrama, para averiguar el número de horas que recibe o puede recibir en diferentes fechas del año se obtendrá resultados mediante la realización de las siguientes operaciones:

- Sin modificar la orientación del diagrama colocar encima de él una hoja de papel o regla, con la misma orientación de la fachada cuyas condiciones de asoleamiento se quiere conocer, poniendo uno de sus bordes de tal manera que tenga algún punto que coincida con el centro del diagrama, como en el ejemplo B.
- Medir el asoleamiento de una fachada en una fecha determinada, contando el número de horas y sus fracciones que se vean sobre el borde de la hoja de papel o regla, en la totalidad o parte de la línea que corresponda a ese día. Se debe proceder de igual forma para cada otra fecha como en el ejemplo.
- Repetir todas las operaciones anteriores para cada una de las otras fachadas si se desea conocer sus particulares condiciones de asoleamiento.

En cualquier caso, se use o no la tabla, se debe tomar en cuenta que el número calculado de horas de asoleamiento es teórico pues - aparte de referirse a un día completamente claro - no considera la posible presencia de cerros, edificios o árboles vecinos que pueden disminuir el asoleamiento sobre todo al empezar la mañana y al terminar la tarde, pues las horas que señala el diagrama para los momentos de aparición o puesta del Sol, están determinadas como si los alrededores del lugar fueran planos.

EJEMPLO A

ORIENTACIÓN DE LA FACHADA AL NORDESTE



FACHADA

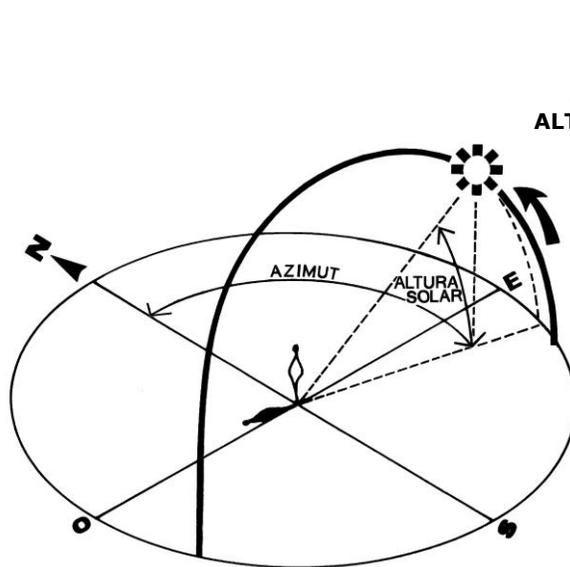
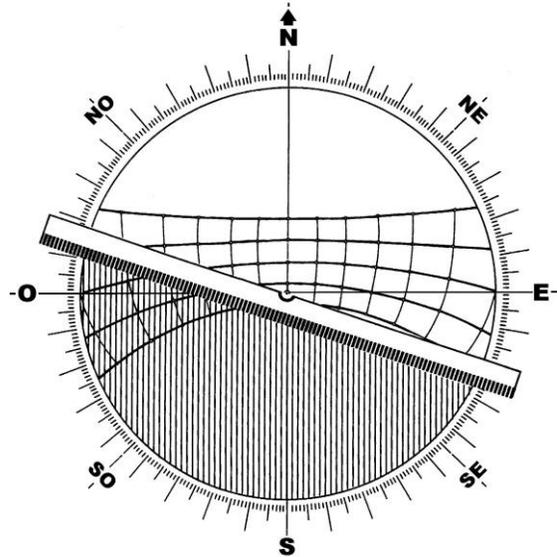
USO GENERAL DEL DIAGRAMA

- Con el empleo de la brújula, orientar el plano de la planta del edificio según el Norte que en él esté señalado.
- Colocar encima del plano el diagrama y, sin mover el plano, orientar el diagrama de tal manera que la flecha que señala el Norte en él tenga la misma dirección que la que señala la aguja de la brújula.
- Encontrar el punto correspondiente al momento del día (hora) en la línea representativa del recorrido aparente del Sol correspondiente a la fecha que se haya elegido.
- Como se indica en el ejemplo de los gráficos, según la orientación de cada paramento o fachada, cuyas condiciones de asoleamiento se desea conocer, leer el azimut, la altura solar y aplicar los datos obtenidos.

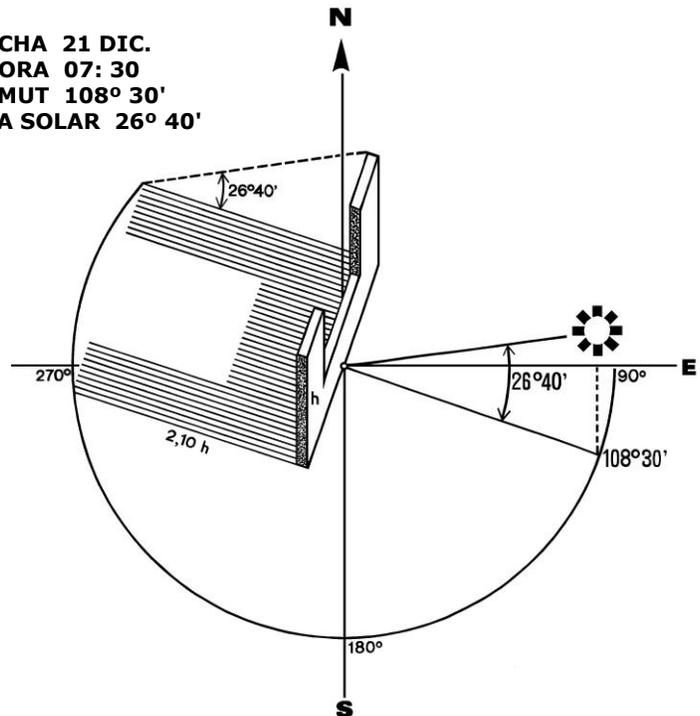
EJEMPLO B

NUMERO DE HORAS POR DIA

SOLSTICIO DE INVIERNO	11
5 DE MAYO Y 5 DE AGOSTO	10 1/2
EQUINOCCIOS DE PRIMAVERA Y DE OTOÑO	9
5 DE NOVIEMBRE Y 5 DE FEBRERO	7 1/4
SOLSTICIO DE VERANO	3



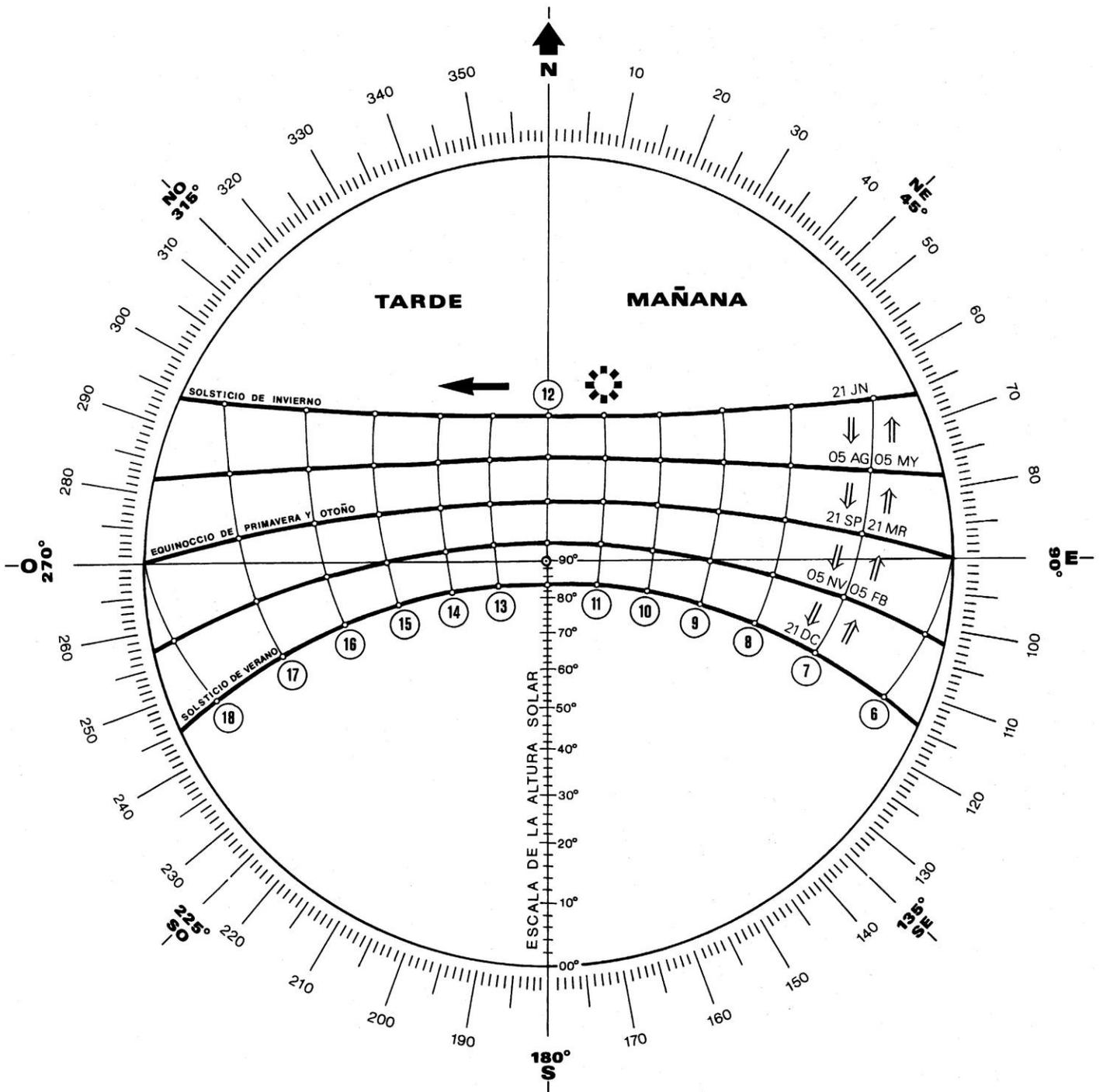
FECHA 21 DIC.
HORA 07:30
AZIMUT 108° 30'
ALTURA SOLAR 26° 40'



PARA UN CALCULO DE PRECISION SE DEBERA HACER INTERPOLACIONES CON LOS DATOS DE LA TABLA CORRESPONDIENTE. EN EL CASO DEL EJEMPLO SE OBTENDRIA LOS SIGUIENTES RESULTADOS:
AZIMUT 108° 32 ' ALTURA SOLAR 26° 44' Y LONGITUD DE LA SOMBRA POR UNIDAD DE ALTURA 2,1334

DIAGRAMA SOLAR

LATITUD SUR 16° 30'



CONDICIONES DEL ASOLEAMIENTO EN FECHAS SIGNIFICATIVAS

(ENTRE PARÉNTESIS LOS MINUTOS QUE SE DEBE SUMAR A LA HORA VERDADERA PARA OBTENER LA HORA LOCAL)

SOLSTICIO DE VERANO

21 DE DICIEMBRE (31')

HORA VERDADERA	AZIMUT	ALTURA SOLAR	LONGITUD DE LA SOMBRA POR UNIDAD DE ALTURA
ORTO 05:30:28	114° 31'	00° 00'	∞
06:00	112° 35'	06° 29'	8,7910
07:00	109° 31'	19° 55'	2,7596
08:00	107° 33'	33° 34'	1,5073
09:00	106° 55'	47° 19'	0,9225
10:00	108° 41'	61° 01'	0,5538
11:00	118° 41'	74° 18'	0,2811
12:00	180° 00'	83° 03'	0,1219
13:00	241° 19'	74° 18'	0,2811
14:00	251° 14'	61° 01'	0,5538
15:00	253° 05'	47° 19'	0,9225
16:00	252° 27'	33° 34'	1,5073
17:00	250° 29'	19° 55'	2,7596
18:00	247° 25'	06° 29'	8,7910
OCASO 18:29:32	245° 29'	00° 00'	∞

FECHAS INTERMEDIAS

5 DE NOVIEMBRE (16')

5 DE FEBRERO (47')

HORA VERDADERA	AZIMUT	ALTURA SOLAR	LONGITUD DE LA SOMBRA POR UNIDAD DE ALTURA
ORTO 05:45:54	102° 14'	00° 00'	∞
06:00	101° 15'	03° 19'	17,2973
07:00	97° 24'	17° 30'	3,1716
08:00	93° 46'	31° 49'	1,6121
09:00	90° 09'	46° 11'	0,9595
10:00	84° 38'	60° 33'	0,5647
11:00	73° 46'	74° 42'	0,2736
12:00	00° 00'	85° 13'	0,0853
13:00	286° 14'	74° 42'	0,2736
14:00	275° 22'	60° 33'	0,5647
15:00	269° 51'	46° 11'	0,9595
16:00	266° 14'	31° 49'	1,6121
17:00	262° 36'	17° 30'	3,1716
18:00	258° 45'	03° 19'	17,2973
OCASO 18:14:06	257° 46'	00° 00'	∞

EQUINOCCIO DE PRIMAVERA
EQUINOCCIO DE OTOÑO

21 DE SEPTIEMBRE (25')

21 DE MARZO (40')

HORA VERDADERA	AZIMUT	ALTURA SOLAR	LONGITUD DE LA SOMBRA POR UNIDAD DE ALTURA
ORTO 06:00	90° 00'	00° 00'	∞
07:00	85° 39'	14° 22'	3,9036
08:00	80° 41'	28° 39'	1,8305
09:00	74° 09'	42° 21'	1,0842
10:00	63° 48'	56° 08'	0,6711
11:00	43° 20'	67° 51'	0,4072
12:00	00° 00'	73° 30'	0,2962
13:00	316° 40'	67° 51'	0,4072
14:00	296° 12'	56° 08'	0,6711
15:00	285° 51'	42° 21'	1,0842
16:00	279° 19'	28° 39'	1,8305
17:00	273° 21'	14° 22'	3,9036
OCASO 18:00	270° 00'	00° 00'	∞

FECHAS INTERMEDIAS

5 DE MAYO (29')

5 DE AGOSTO (38')

HORA VERDADERA	AZIMUT	ALTURA SOLAR	LONGITUD DE LA SOMBRA POR UNIDAD DE ALTURA
ORTO 06:14:06	77° 46'	00° 00'	∞
07:00	74° 15'	10° 41'	5,3042
08:00	68° 30'	24° 19'	2,2136
09:00	60° 31'	37° 19'	1,3122
10:00	48° 20'	49° 03'	0,8676
11:00	28° 40'	58° 07'	0,6221
12:00	00° 00'	61° 46'	0,5367
13:00	331° 20'	58° 07'	0,6221
14:00	311° 40'	49° 03'	0,8676
15:00	299° 29'	37° 19'	1,3122
16:00	291° 30'	24° 19'	2,2136
17:00	285° 45'	10° 41'	5,3042
OCASO 17:45:54	282° 14'	00° 00'	∞

SOLSTICIO DE INVIERNO

21 DE JUNIO (34')

HORA VERDADERA	AZIMUT	ALTURA SOLAR	LONGITUD DE LA SOMBRA POR UNIDAD DE ALTURA
ORTO 06:29:32	65° 29'	00° 00'	∞
07:00	63° 08'	06° 35'	8,6653
08:00	57° 13'	19° 04'	2,8920
09:00	48° 54'	30° 36'	1,6912
10:00	37° 04'	40° 27'	1,1730
11:00	20° 33'	47° 27'	0,9180
12:00	00° 00'	50° 03'	0,8376
13:00	339° 27'	47° 27'	0,9180
14:00	322° 56'	40° 27'	1,1730
15:00	311° 06'	30° 36'	1,6912
16:00	302° 47'	19° 04'	2,8920
17:00	296° 52'	06° 35'	8,6653
OCASO 17:30:28	294° 31'	00° 00'	∞



C Á L C U L O D E L D I A G R A M A S O L A R

La posición del sol en un momento dado se define por el azimut, ángulo medido en el sentido horario a partir del Norte hasta la proyección del plano vertical de esa posición del Sol en el plano circular cerrado por el horizonte; la hora, expresada en tiempo verdadero; la altura solar, ángulo formado por el rayo de Sol con su proyección en el plano horizontal; y la declinación, distancia angular del Sol con el ecuador terrestre, que varía entre los 23° 27' N y 23° 27' S, dependiendo del día considerado.

Se tomó los 16° 30' como latitud de cálculo del asoleo de La Paz, debido a que esa línea pasa por el extremo Sur del Paseo de El Prado, punto céntrico de la ciudad. El paralelo adoptado pasa también por la Plaza Triangular de Miraflores y por otros significativos lugares de referencia en la ciudad. El cálculo es enteramente válido para la ciudad de El Alto que está en la misma latitud, a la altura de la encrucijada vial entre ambas ciudades, en la Ceja de El Alto.

Las horas y medidas para la tarde son simétricas a las de la mañana, ya que se expresan en tiempo verdadero. Se calculó los valores de la altura solar, del azimut, y las horas de salida y puesta del sol, para los equinoccios de primavera y otoño, para los solsticios de verano e invierno, y para fechas intermedias entre los equinoccios y los solsticios, mediante las fórmulas de la trigonometría esférica de Gauss.

Con los resultados obtenidos se trazó el diagrama solar por el método de la proyección estereográfica que consiste en representar los movimientos aparentes del Sol sobre un plano, suponiendo que la tierra se mantiene estacionaria y el Sol se mueve en arcos entre los extremos norte y Sur. A pesar de que dichos arcos aparentes son paralelos (como se muestra en los gráficos correspondientes), para facilitar la lectura del diagrama se empleó una escala logarítmica para la graduación que corresponde a la altura solar. El centro del diagrama solar representa la posición del observador o el punto de coincidencia con la línea de base del paramento expuesto al Sol, y la circunferencia exterior el horizonte verdadero o matemático, es decir plano, por lo que la orografía puede hacer variar sus valores.

IMPLICACIONES Y POSIBILIDADES

Para una mayor precisión en la proyección de sombras, en las tablas figura la siguiente información desde el orto hasta el ocaso y para cada hora verdadera: el azimut, la altura solar y la longitud de la sombra por unidad de altura. En los casos de fechas y horas no consideradas en el cálculo del diagrama solar, se puede hacer las interpolaciones necesarias.

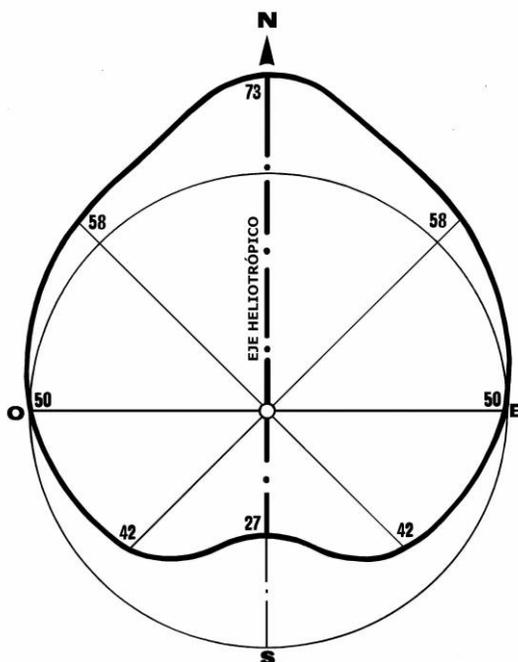
Si se trata de calcular el número de horas de asoleamiento efectivo con cielo totalmente despejado, se debe tomar en cuenta la localización del terreno o edificio en relación con la línea del cielo u horizonte natural, formado por los bordes de los cerros vecinos u otros obstáculos a los rayos solares, en la posición del orto y del ocaso según la fecha, para determinar la diferencia angular con el horizonte verdadero y restar el tiempo de demora de aparición del Sol o de adelanto de su puesta.

Del diagrama solar también se puede deducir el asoleamiento diario y el medio anual teórico, teniendo en cuenta que durante los meses de invierno y verano los días experimentan leves variaciones, por lo que el día del solsticio respectivo puede considerarse típico para cada una de esas estaciones; y que, en las estaciones de primavera y otoño, la variación entre los días es grande pero, por caer hacia la mitad de estos periodos, es aceptable la posición equinoccial.

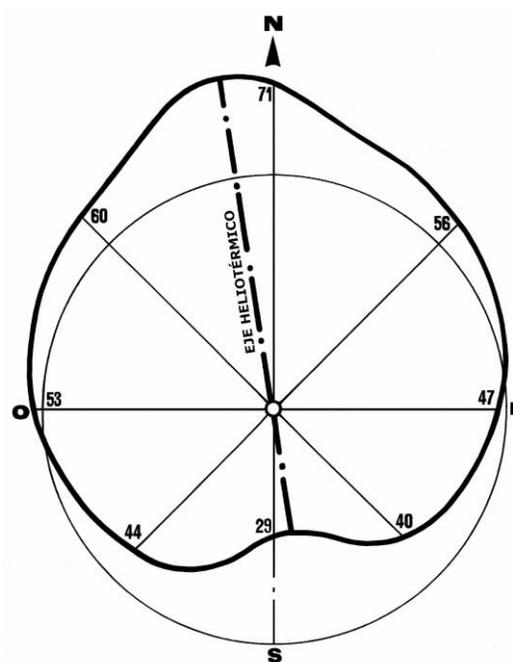
DIFERENCIA ENTRE ASOLEAMIENTO E INSOLACIÓN

La variación de la temperatura ambiental –aparte de las diferencias estacionales– sigue con retraso a la luz del Sol en las primeras horas de la mañana, por la persistencia de la temperatura nocturna y, por lo tanto, en las horas de la tarde se tiene mayor temperatura. Por su poca latitud, en la ciudad de La Paz hay una reducida diferencia entre la distribución del asoleamiento o de energía lumínica, simétrica en relación con el eje Norte-Sur, y la de la insolación o de energía térmica, también simétrica pero con un eje desplazado pocos grados del anterior. La diferencia porcentual estimada que se muestra en los gráficos, sobre la incidencia lumínica y térmica anual, en general no afecta mayormente a los edificios orientados según el asoleamiento del lugar, pero podría ser tomada en cuenta cuando sea necesario aprovechar o evitar la mayor temperatura de la tarde.

ASOLEAMIENTO ANUAL (%)



INSOLACION ANUAL (%)



NEBULOSIDAD Y ASOLEAMIENTO EN LA CIUDAD DE LA PAZ ¹

MESES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
NEBULOSIDAD PROMEDIO EN % DEL TIEMPO DIURNO	65	63	57	43	31	28	27	28	31	32	54	61	46
ASOLAMIENTO PROMEDIO EN HORAS POR MES	140	131	163	200	245	242	256	260	212	223	178	158	2,408
ASOLEAMIENTO PROMEDIO EN HORAS POR DÍA	5,04	5,63	6,19	6,76	8,06	7,49	8,86	8,37	7,86	8,18	7,32	5,66	

DIFERENCIA MENSUAL ENTRE LA HORA OFICIAL Y LA HORA SOLAR VERDADERA EN LA PAZ ²

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
41'38" (36'-46')	46'27" (46'-45')	40'49" (45'-37')	32'24" (36'-30')	29'12" (29'-30')	33'24" (31'-36')	38'18" (37'-39')	36'27" (39'-36')	27'06" (32'-22')	18'18" (21'-16')	17'48" (16'-21')	28'18" (22'-35')

La diferencia señalada es el promedio mensual y, entre paréntesis, se indica las diferencias al inicio y al final de cada mes. En todos los casos el cambio de una cifra a otra es progresivo, ascendente o descendente, excepto en febrero que a medio mes acusa una diferencia de 47'. El promedio anual de las diferencias mensuales es de 32'32" que es la diferencia estándar entre la hora civil u oficial de Bolivia y la hora solar media local, considerando solamente la diferencia entre el meridiano patrón del huso horario nacional (60° de longitud Oeste) y el meridiano 68°08' que corresponde a La Paz.

Según la fecha de que se trate, a la hora oficial que es la que marca el reloj se le debe restar los minutos que corresponden a cada mes para obtener, en forma aproximada, la hora solar verdadera local. A la inversa, a cada hora solar verdadera señalada en el diagrama solar y en las tablas, se le debe sumar los minutos de diferencia establecidos para obtener la hora oficial. Sin embargo, para los efectos prácticos es innecesario hacer el indicado ajuste, más aún si se considera que los resultados del cálculo trigonométrico, matemáticamente correcto, pueden diferir de los que, además, consideran variables propias de la astrofísica, ya que en la determinación de la diferencia entre la hora oficial y la hora solar verdadera influyen: la variación de las estaciones, la inclinación del eje de la tierra, la latitud y, sobre todo, en la ciudad de La Paz los 32'32" antes señalados.

DIFERENCIA ENTRE LA HORA DE TRÁNSITO Y LAS 12 DEL MEDIODÍA SEGÚN LA HORA OFICIAL EN LA PAZ EN FECHAS SIGNIFICATIVAS ²

5 FEBRERO	21 MARZO E. OTOÑO	5 MATO	21 JUNIO S. INVIERNO	5 AGOSTO	21 SEPTIEMBRE E. PRIMAVERA	5 NOVIEMBRE	21 DICIEMBRE S. VERANO
47'	40'	29'	34'	38'	25'	16'	31'

La 'hora del tránsito', es el momento en el que el Sol cruza el meridiano local. La 'altura' al momento del tránsito está calculada con respecto al horizonte; en ese momento el Sol atraviesa el meridiano local, por lo que su dirección es Norte o Sur dependiendo de si es invierno o verano

¹ Según la información proporcionada en 1976 por el P. Ramón Cabré S.J., entonces Director del Observatorio San Calixto.

² Según la información proporcionada en 2004 por el Sr. Rubber Muñoz, técnico del Planetario Max Schreier de la UMSA.