

**MINISTERIO DE EDUCACION  
VICEMINISTERIO DE GESTION INSTITUCIONAL  
OFICINA DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA**

# **GUÍA DE APLICACIÓN DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA EN LOCALES EDUCATIVOS**

**LIMA - PERU  
2008**

Ministro de Educación:

**ING. JOSÉ ANTONIO CHANG ESCOBEDO**

Viceministro de Gestión Institucional:

**PROFESOR VICTOR RAUL DIAZ CHAVEZ**

Jefe de la Oficina de Infraestructura Educativa OINFE:

**ING. LUIS ALBERTO HUAYLINOS MARAVI**

Coordinador del Equipo de Estudios, Normas y Diseño de la OINFE:

**ARQ. JOSÉ MIGUEL NÚÑEZ IDIÁQUEZ**

Supervisión y Monitoreo:

**ARQ. VILMA ILIANA VERASTEGUI LEDESMA**

**ARQ. LUIS FERNANDO ESPINOZA CASTILLO**

Elaboración:

**ARQ. DAVID GUILLERMO MARTIN RAYTER ARNAO**

## GUÍA DE APLICACIÓN DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA EN LOCALES EDUCATIVOS (ARQUITECTURA PROPIA DEL LUGAR Y CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÚ)

### Índice

<b>1</b>	Introducción.....	4			
<b>2</b>	Limitaciones.....	4			
<b>3</b>	Conceptos Generales.				
	3.1 Ubicación geográfica.....	5			
	3.2 El clima.....	6			
	3.2.1 Mapas de variables climáticas.....	6			
<b>4</b>	Variables bioclimáticas Generales del Perú				
	4.1 Clasificación climática del Perú.....	12			
	4.2 Descripción de zonas climáticas y Recomendaciones específicas de Diseño.....	13			
	4.2.1 Zona 1 (Desértico Marino).....	14			
	4.2.2 Zona 2 (Desértico).....	18			
	4.2.3 Zona 3 (Interandino Bajo).....	22			
	4.2.4 Zona 4 (Meso andino).....	26			
	4.2.5 Zona 5 (Alto andino).....	32			
	4.2.6 Zona 6 (Nevado).....	36			
	4.2.7 Zona 7 (Ceja de Montaña).....	40			
	4.2.8 Zona 8 (Subtropical Húmedo).....	46			
	4.2.9 Zona 9 (Tropical Húmedo).....	51			
	4.3 Recomendaciones generales de diseño.....	56			
	4.3.1 Clases de Microclimas.....	56			
	4.3.2 Recomendaciones generales de diseño en los microclimas.....	57			
	4.3.3 Recomendaciones generales de diseño para salones de clase respecto a la conformación espacial y proporciones.....	58			
	4.3.4 Recomendaciones generales de diseño para salones de clase respecto al terreno.....	59			
<b>5</b>	Arquitectura sostenible - Diseño Bioclimático de un local educativo.....	60			
	5.1 Nociones generales.....	60			
	5.1.1 Aula Bioclimática.....	60			
	5.1.2 Costos.....	60			
	5.1.3 Funcionamiento.....	60			
	5.1.4 Ahorro.....	61			
	5.1.5 Materiales.....	61			
	5.1.6 Elementos.....	63			
	5.1.7 Radiación Solar.....	64			
	5.2 Criterios de diseño Bioclimático con sistemas pasivos.....	65			
	5.2.1 Sistemas pasivos de calentamiento.....	66			
	5.2.2 Sistemas pasivos de enfriamiento.....	68			
	5.3 Criterios de diseño Bioclimático en función del viento.....	71			
	5.4 Criterios de diseño Bioclimático en función del terreno.....	73			
<b>6</b>	Control Solar y de los fenómenos climatológicos; Ambiente interior y Energías renovables				
	6.1 Tablas de azimut y altura.....	75			
	6.2 Proyección cilíndrica.....	79			
	6.2.1 Topografía y obstrucciones.....	83			
	6.2.2 Diseño de aleros y parasoles.....	86			
	6.2.3 Determinación de sombras exteriores.....	88			
	6.3 Iluminación.....	89			
	6.3.1 Niveles de Iluminación (iluminancia).....	89			
	6.3.2 Iluminación Natural.....	90			
	6.3.3 Iluminación artificial.....	95			
	6.4 Ventilación.....	96			
	6.4.1 Vientos en el Perú.....	96			
	6.4.2 Tipos de Ventilación.....	97			
	6.4.3 Recomendaciones para el diseño en función de la ventilación.....	99			
	6.5 Acústica.....	100			
	6.5.1 Fuentes de ruido en Locales educativos.....	100			
	6.5.2 Propiedades acústicas de las aulas.....	100			
	6.5.3 Recomendaciones para el diseño en función de la acústica.....	103			
	6.6 Recomendaciones generales respecto al control de las precipitaciones pluviales.....	104			
	6.7 Materiales.....	106			
	6.7.1 Conductividad térmica de los materiales.....	106			
	6.8 Uso de energías renovables.....	110			
	6.8.1 Energía Solar.....	110			
	6.8.2 Energía Eólica.....	111			

## **1. INTRODUCCION**

El concepto de diseño bioclimático en locales educativos, se desarrolla como una necesidad de tener en cuenta el clima y su entorno, proponiendo un método de acondicionamiento ambiental basado en el análisis de las condiciones climáticas de los diferentes lugares y contrastarlas con las demandas de confort de los estudiantes peruanos.

Una concepción Bioclimática Arquitectónica, actualiza soluciones que están presentes en las edificaciones rurales tradicionales, pero con el uso de nuevas herramientas y tecnologías, que permiten pasar de edificaciones que surgen intuitivamente y van evolucionando en el tiempo, a diseños donde se puede saber antes de la construcción su comportamiento frente a las condiciones ambientales.

Cuando se diseña un local educativo, uno de los aspectos primordiales es lograr integrar el bienestar térmico, la ventilación, la iluminación natural y el aislamiento acústico, siendo esencial para el aprendizaje y la productividad. Para ello es necesario conocer las variables bioclimáticas, con miras a un desarrollo sostenible.

Se plantea contar con técnicas de acondicionamiento ambiental pasivo adaptadas al entorno, optimizando el aprovechamiento de los factores climáticos, como el sol, la temperatura, el viento y la radiación; cuando sean favorables y su modificación o protección cuando sean perjudiciales.

## **2. LIMITACIONES**

La guía proporciona los criterios de diseño más importantes y está dirigida a profesionales de la arquitectura e ingeniería, que cuentan con conocimientos mínimos respecto al diseño bioclimático. Por lo tanto la guía no puede dar respuesta a todas las variables que se pueda dar en un proyecto. Siendo sus limitaciones las siguientes:

- Esta guía se orienta al diseño de nuevas edificaciones, aunque sus criterios pueden aplicarse a proyectos de rehabilitación con cierta precaución.
- Esta guía se desarrolla para los diferentes climas del Perú. Al no existir un mapa climático oficial con fines estrictamente arquitectónicos, se ha utilizado la sectorización primaria propuesta por Rayter – Fuster - Zúñiga (Mapa Climático para diseño arquitectónico -2005).
- Esta guía se puede aplicar en locales de dimensiones normales, de construcción convencional y sin grandes cargas térmicas interiores.
- Los usuarios deben tener un conocimiento básico de acondicionamiento ambiental.

- Las recomendaciones se proponen como reglas prácticas y sencillas, por lo que el proyectista será el responsable final de las decisiones del diseño y/o construcción.
- Para obtener resultados más detallados o exactos será preciso recurrir a un consultor experto y a herramientas informáticas, así como a información climática de la zona específica de estudio. Dando énfasis en condiciones de clima extremo.
- No contar con información detallada de todas las estaciones metereológicas del SENAMHI

### 3. CONCEPTOS GENERALES

#### 3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El Perú, presenta por su ubicación geográfica, una gran variedad de climas, los cuales es producto de la interacción de las siguientes variables:

	PRINCIPALES VARIABLE DE MODIFICACION CLIMATICA	CAUSAS – EFECTOS
1	<b>Cordillera de los Andes.</b>	Debido a la orientación y configuración: Actúa como una barrera por sus 5,000 mts. de altura, aislándonos del sistema eólico de la amazonía, dividiendo el país en tres regiones fisiográficas
2	<b>Latitud</b>	Variación de inclinación de incidencia Solar. Latitud entre 0 y 18 Grados Sur. - Radiación diferenciada. Variación en Diseño de elementos de Protección y/o Aprovechamiento Solar
3	<b>Anticiclón del Pacífico Sur</b>	Neblina en la costa, por inversión térmica
4	<b>El Anticiclón del Atlántico Sur</b>	Fuertes fríos en la región Sub Oriental de la Selva
5	<b>Ciclón Ecuatorial</b>	Fuertes Precipitaciones en la Región Nor Occidental de la Selva
6	<b>Corriente Peruana ó de Humbolt</b>	Genera el clima árido de la costa, alternando entre en el día y la noche las brisas de mar y las brisas de tierra. (Anabático - Catabático). La manifestación más notoria son "Las Paracas" en Ica.
7	<b>Fenómeno del Niño</b>	Modificación temporales cíclicas de condiciones climáticas de la zona norte de la costa. Fuertes precipitaciones
8	<b>Placa de Nazca</b>	Movimientos Sísmicos



## 3.2 EL CLIMA

Los climas pueden clasificarse tomando como referencia varios criterios, entre ellos los más utilizados internacionalmente son:

**Thornthwite:** Toma como criterio para su clasificación la “evaporación potencial” lo que genera el balance hídrico. Determinando que el Perú posee 28 de los 32 climas del Mundo. Sin Embargo esta clasificación es más apropiada para fines Agrícolas.

**Köppen:** Se basa en la distribución de la Vegetación. Donde el Perú tiene 8 de los 11 climas del Mundo. Las características se detallan en el cuadro adjunto.

Dentro de Las clasificaciones nacionales las más sobresalientes son las 8 regiones naturales de Pulgar Vidal y la Clasificación de Carlos Nicholson.

### 3.2.1. Mapas de variables climáticas

A continuación se presentan una serie de mapas que servirán de manera complementaria, y muestran a nivel referencial las variables climáticas que afectan al territorio nacional:

- **Mapa de Clasificación climática de Köppen.-** el conocimiento de esta clasificación permite relacionar recomendaciones aplicadas en otros países, que cuenten con una clasificación similar al de la ubicación del proyecto. Esto es útil sobre todo cuando por razones de la formación académica recibida no se tenga un conocimiento profundo del tema.
- **Mapa de temperatura media anual.-** permite conocer los valores de temperatura para su comparación con los niveles de confort y así poder determinar los criterios de ventilación y el nivel de aislamiento térmico.
- **Mapa de Radiación solar anual.-** permite conocer en que partes del territorio se podría tener un mejor aprovechamiento respecto al uso de colectores solares o calefacción pasiva, y en que casos se requiere protegernos de la misma para evitar un sobre calentamiento.
- **Mapa de precipitaciones Anuales.-** la información permite tener una referencia respecto a la protección y definición de pendientes en techos.
- **Mapa de altimetría.-** señala la altura sobre el nivel del mar, y su relación con la temperatura.

**Climas en el Perú según Köppen**

<b>A</b>	<b>Climas lluviosos tropicales</b>	<b>El mes más frío tiene una temperatura superior a los 18 °C</b>
Af	Clima de selva tropical lluviosa	El mes más seco caen más de 60 milímetros. de lluvia
Aw	Clima de sabana tropical	Por lo menos hay un mes en el que caen menos de 60 milímetros. de lluvia

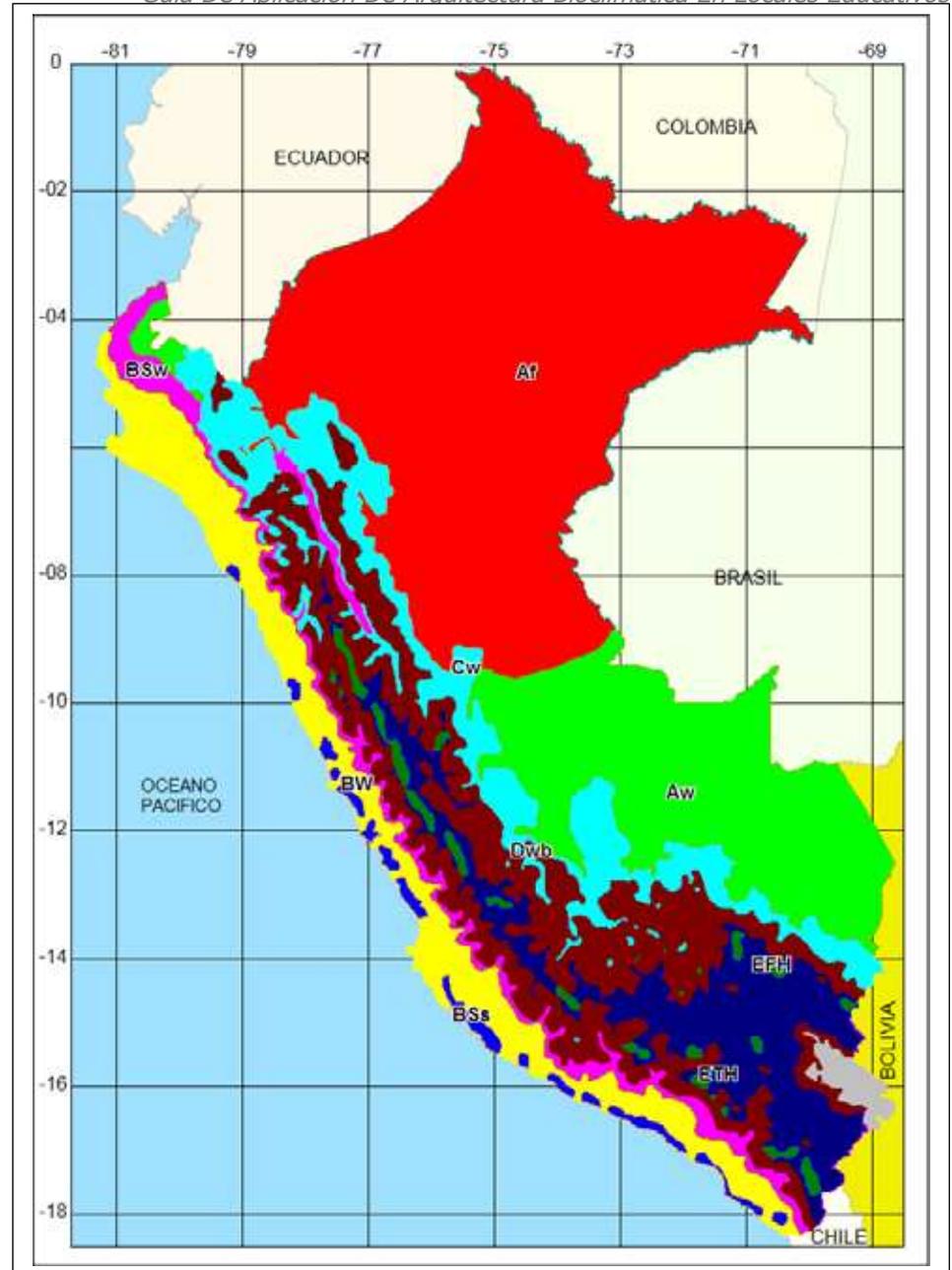
<b>B</b>	<b>Climas de terreno seco (sin precipitaciones)</b>	<b>La evaporación excede las precipitaciones. Siempre hay déficit hídrico</b>
BS	Clima de estepa	Clima árido continental
BW	Clima desértico	Clima árido con precipitaciones anuales inferiores a 400 milímetros. (*)

<b>C</b>	<b>Climas templados y húmedos</b>	<b>Temperatura media del mes más frío es menor de 18 °C y superior a -3 °C y al menos un mes la temperatura media es superior a 10 °C.</b>
Cw	Clima templado húmedo con estación invernal seca	El mes más húmedo del verano es diez veces superior al mes más seco del invierno

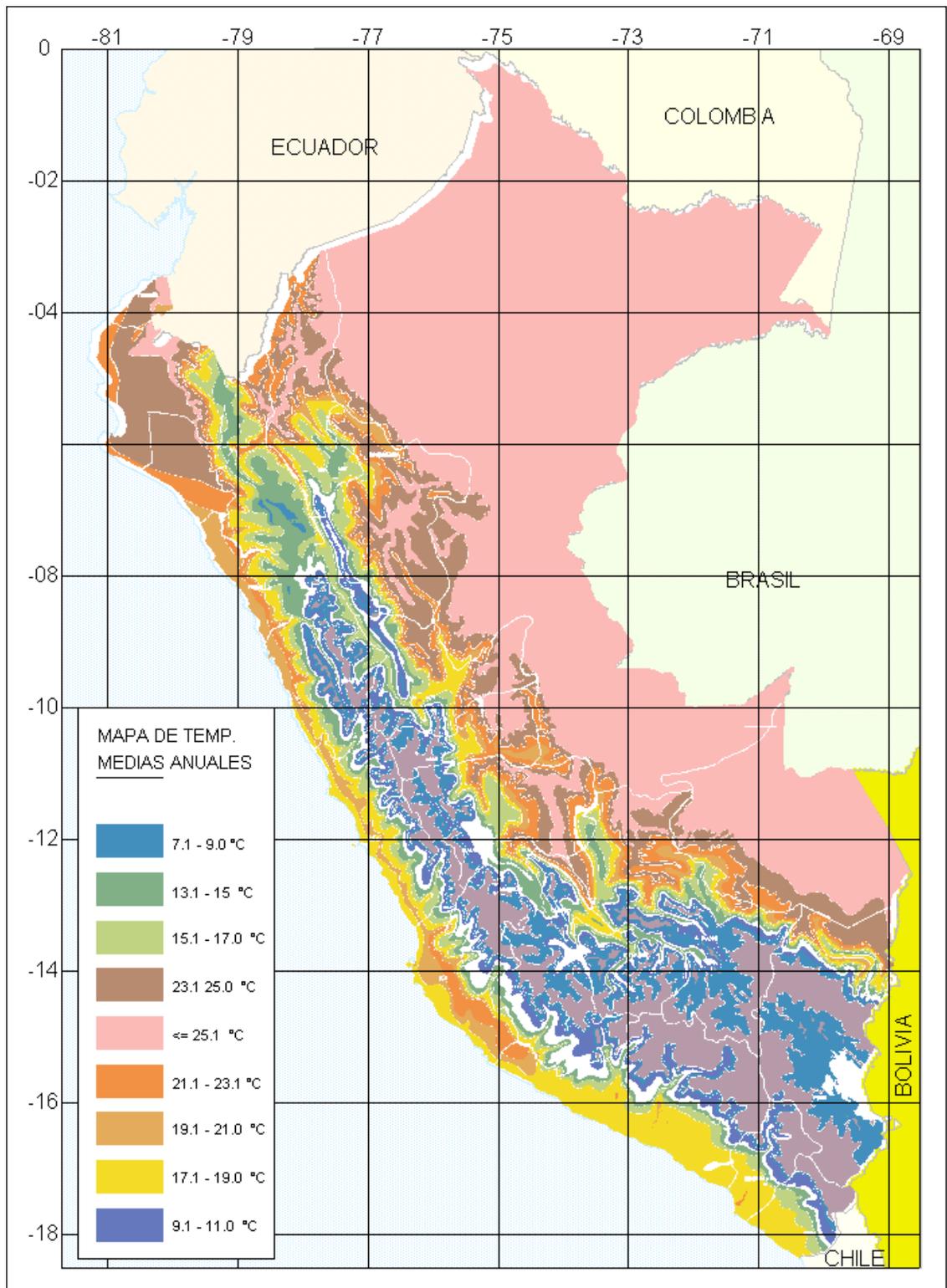
<b>D</b>	<b>Climas boreales o de nieve y bosque</b>	<b>La temperatura media del mes más frío es inferior a -3 °C y la del mes más cálido superior a 10 °C</b>
Dw	Climas boreales o de nieve y bosque con inviernos secos	Con una estación seca en invierno

<b>E</b>	<b>Climas polares o de nieve</b>	<b>La temperatura media del mes más cálido es inferior a 10 °C y superior a 0 °C</b>
ET	Clima de tundra	Temperatura media del mes más cálido es inferior a 10 °C y superior a 0 °C
EF	Clima de los hielos polares	La temperatura media del mes más cálido es inferior a 0 °C

**MAPA DE CLASIFICACION CLIMATICA**

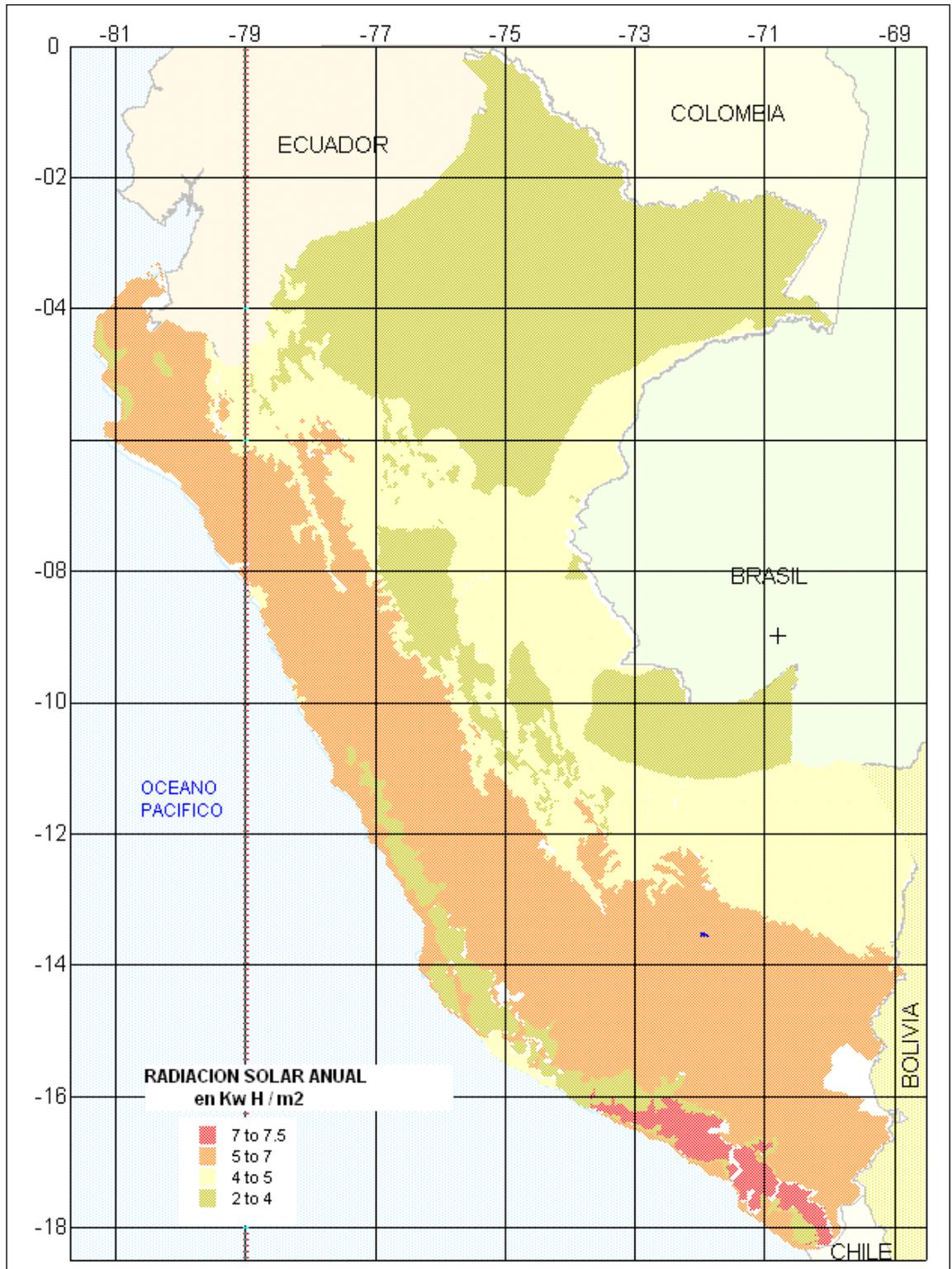


(\*) Las precipitaciones se miden según el espesor de la lámina de agua que se forma en una superficie plana. Medida en milímetros (mm).



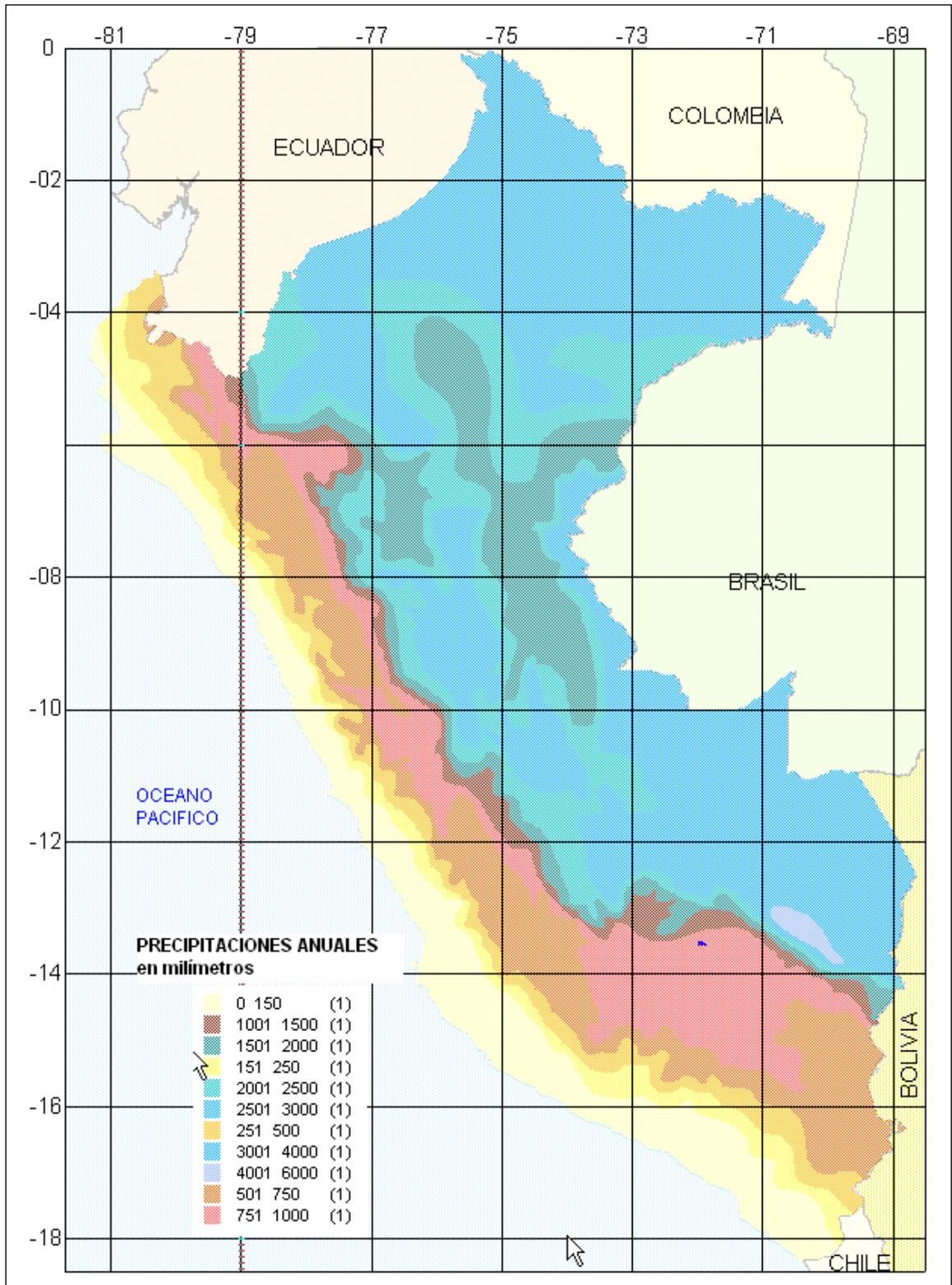
### MAPA TEMATICO DE LAS TEMPERATURAS MEDIAS ANUALES

El presente mapa ha sido elaborado teniendo como base los datos del SENAMHI.



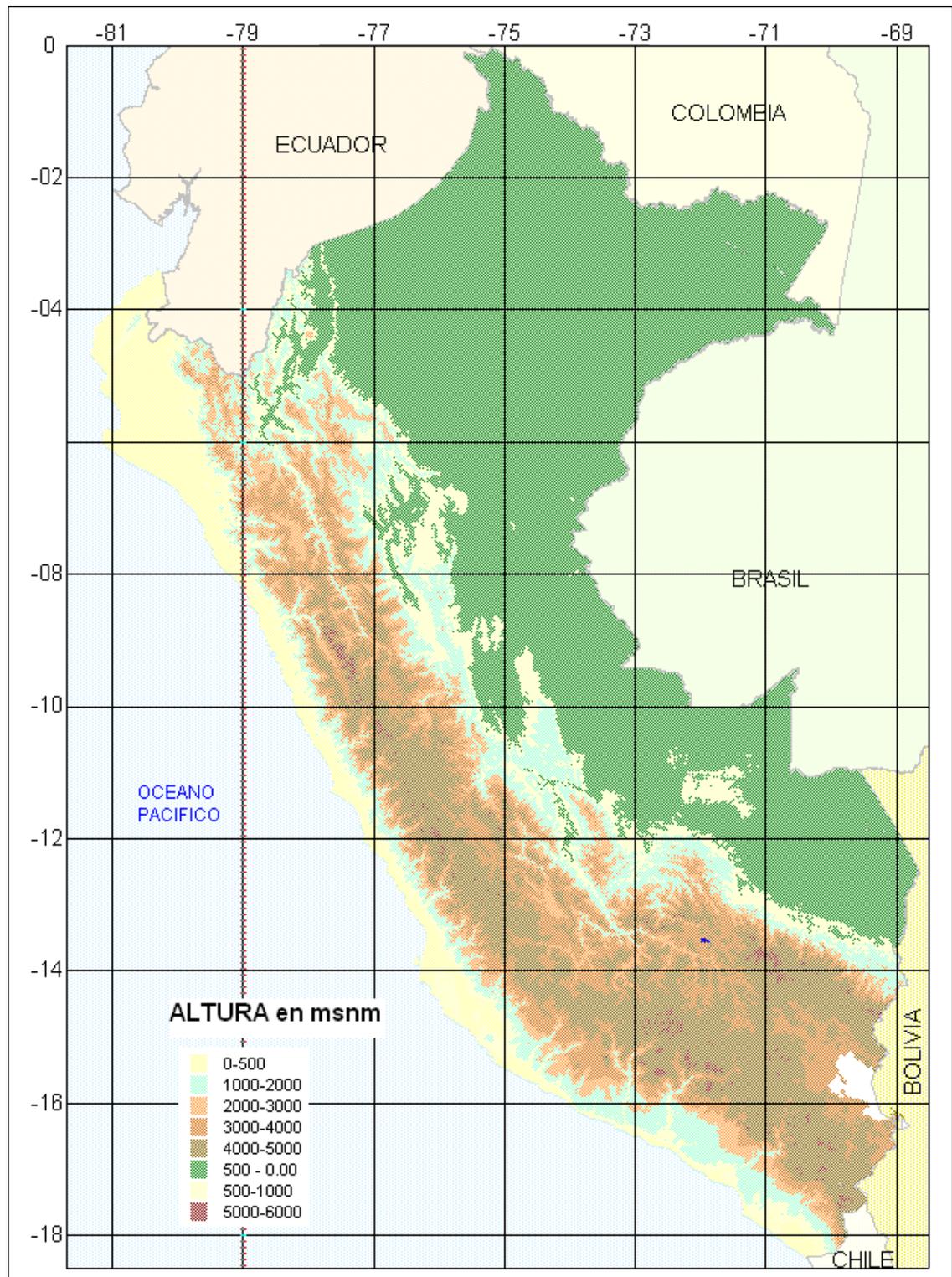
### MAPA TEMATICO DE RADIACION SOLAR ANUAL

Elaborado en base a datos del SENAMHI, para el territorio nacional.



### MAPA TEMATICO DE PRECIPITACIONES ANUALES

Elaborado en base a datos del SENAMHI, los valores están expresados en milímetros.



### MAPA TEMATICO DE ALTIMETRIA

Elaborado en base a valores de cotas cuya fuente de origen es de escala 1/100,000 del I.G.N.

## 4. VARIABLES BIOCLIMÁTICAS GENERALES DEL PERÚ

### 4.1 CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DEL PERÚ

La Presente Zonificación tiene como base la clasificación de Köppen, a la que se ha incluido parámetros de altura, radiación, inversión térmica, arquitectura tradicional, entre otros factores, que permiten tener una aproximación a pisos de equivalencia arquitectónica.

La Zonificación corresponde a la clasificación primaria realizada por Rayter - Zúñiga en el 2005.

A partir de esta clasificación se determina 9 zonas climáticas para el Perú. Su importancia radica en que en base a esta clasificación, se darán las orientaciones necesarias para el diseño. Cada zona tendrá recomendaciones apropiadas a las condiciones medioambientales.

#### La Clasificación de Climas Para diseño arquitectónico Comprende 9 zonas:

- Zona 1: Desértico Marino 2.8 %
- Zona 2: Desértico 6.7%
- Zona 3: Interandino bajo 3.9%
- Zona 4: Mesoandino 14.6%
- Zona 5: Altoandino 9.0%
- Zona 6: Nevado 1.4%
- Zona 7: Ceja de Montaña 9.7%
- Zona 8: Sub Tropical Húmedo 12.2%
- Zona 9: Tropical Húmedo 39.7%

(Se indica el Porcentaje del territorio que comprende cada zona)



## 4.2 DESCRIPCIÓN DE ZONAS CLIMÁTICAS Y RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS DE DISEÑO

Siendo el clima un factor determinante en la arquitectura, definiendo los materiales, pendiente de techos, orientación, aprovechamiento o protección solar, colores, entre otros. Se ha propuesto una estructura que permita al profesional contar con información ordenada, brindando las recomendaciones y pautas del diseño. Cada zona climática presentará la siguiente información.

### A) DESCRIPCION:

- **Tipificación:** Muestra las características generales del clima
- **Ciudades importantes:** Se señalan las principales ciudades que corresponden a la Zona.
- **Precipitaciones anuales:** Muestra los niveles de precipitaciones medidas en milímetros. Dicha medida corresponde al espesor de la lámina de agua que se forma en una superficie plana e impermeable.
- **Humedad relativa:** Señala el grado de humedad de la Zona
- **Promedio anual de Energía Solar Incidente diaria:** medido en KW h/m<sup>2</sup>.
- **Promedio de Horas de Sol:** Número de Horas de sol.
- **Vientos: Velocidad y Dirección Predominante:** Información con datos de velocidad en m/s.
- **Diferencia de temperatura medias:** Muestra el grado de cambio de temperatura entre el día y la noche.
- **Vegetación:** Señala las características generales de la flora del lugar.

### B) CUADRO DE EQUIVALENCIA CLIMATICA

El cuadro de equivalencias, muestra la zona climática desde diferentes clasificaciones, se indica además algunos parámetros generales, lo que permitirá facilitar la búsqueda de información complementaria. Es importante señalar que las zonas podrán modificarse a partir de mayor información meteorológica, como de una cartografía de mayor precisión. Siendo recomendable contar con información precisa del lugar a diseñar a fin de corroborar la correspondencia con la zona de diseño asignada.

### C) RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS DE DISEÑO

Se señalan los criterios para las diez principales variables de diseño influenciadas por el medio ambiente.

- |   |   |
|---|---|
| ▪ Partido Arquitectónico.                 | ▪ Área de apertura de vanos respecto al área de Piso. |
| ▪ Materiales y Masa Térmica.              | ▪ Iluminación y Parasoles.                            |
| ▪ Orientación.                            | ▪ Ventilación.  |
| ▪ Techos (Pendientes).                    | ▪ Vegetación.   |
| ▪ Área de Vanos respecto al área de Piso. | ▪ Colores y reflejancias.                             |

#### 4.2.1. Zona 1 (DESERTICO MARINO)

##### A) DESCRIPCION

###### Tipificación:

Clima Semicálido con deficiencia de lluvia todo el año (Terreno muy seco – árido). Nivel de Humedad Relativa alta.

Equivalente Clasificación de Köppen: BW, BSs. Comprende casi toda la región de la costa, desde Piura hasta Tacna y desde el litoral del Pacífico hasta el nivel aproximado de 2000 msnm, representa el 2.8% de la superficie total del país. Se distingue por ser su clima con precipitación promedio anual de 150 milímetros y temperatura media anuales de 18° a 19°C, decreciendo en los niveles más elevados de la región.

###### Ciudades importantes:

Desde Talara, Bayóvar, Jayanca, Ferreñafe, Tinajones, Lambayeque, Chiclayo, Pimentel, Cayaltí, Casa Grande, Jequetepeque, Laredo, Trujillo, Paramonga, Huacho, Lomas de Lachay, Huaral, Lima metropolitana, Cañete, Pampa de Majes, Vitor, La Joya, Moquegua, Pisco, Ocucaje, Palpa y Tacna.

###### Precipitaciones anuales:

Debajo de 150 milímetros entre Piura y Tacna.  
A Excepción de Valles.

###### Humedad relativa:

Grado de Humedad 4 (Más de 70%)

###### Promedio anual de Energía Solar Incidente diaria:

Entre 5 a 5.5 KW h/m<sup>2</sup>.

###### Promedio de Horas de Sol:

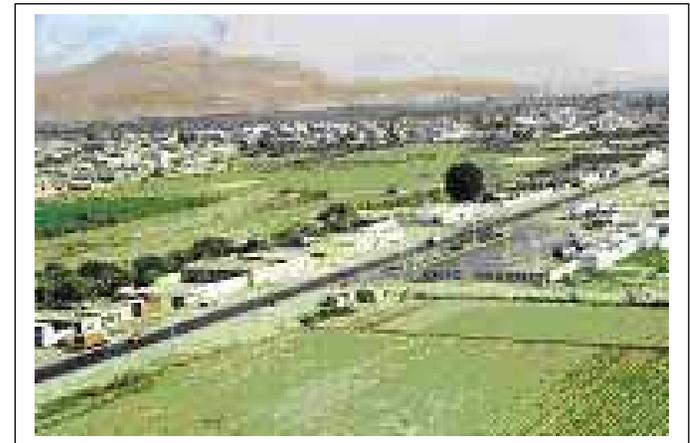
Norte: 5      Centro: 4.5      Sur: 6

###### Vientos: Velocidad y Dirección Predominante:

Tumbes - Chiclayo 5 m/s, Sur y Sur-Oeste



Piura



Huarney

Piura 11 m/s Sur-Oeste, Sur y Sur-Este  
 Zona central 4 – 5 m/s, Sur y Sur-Oeste  
 Zona Sur 6-7 m/s, Sur y Sur-Oeste  
 Incidencia de Fenómeno Anabático y Catabatico.  
 Producto de la diferencia de temperatura entre el mar y la costa árida.

**Diferencia de temperatura medias:** (Entre el día y la noche)  
 Alcanza los 20°C, en Paracas con una temperatura mínima media de de 10.1°C en la noche, alcanzando los 30.1°C en el día.  
 Temperatura media Piura a Trujillo 19°C a 21°C  
 Ancash a Tacna 17.1°C a 19.0°C

**Vegetación:**

Escasa, a excepción de valles.  
 La vegetación es de tipo espinosa, xerófito y cactus  
 Uso de vegetación, para sombreados, pérgolas, enramadas.  
 Crear áreas verdes para reducción de absorción de energía calórica.



Huarney

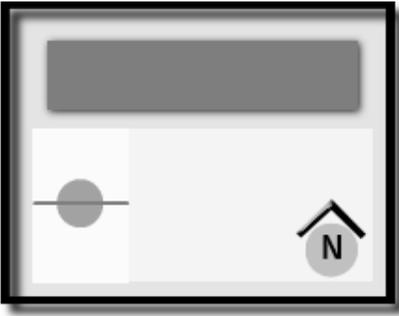


Colan (Piura)

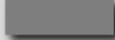
**B) CUADRO DE EQUIVALENCIA CLIMATICA**

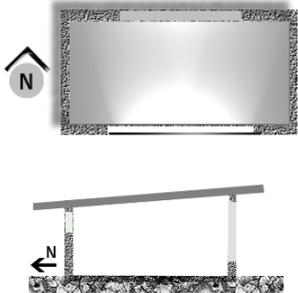
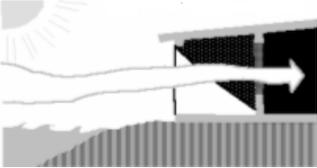
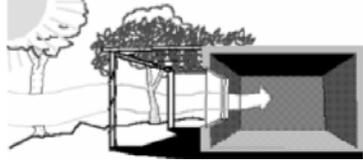
**C) RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS DE DISEÑO: ZONA 1 (DESERTICO MARINO)**

DESCRIPCION ZONA 1	CLASIFICACION					ALTITUD msnm	HUMEDAD RELATIVA	DISTRIBUCION POR PRECIPITACION	COBERTURA REFERENCIAL
	KÖPPEN	THORNTHWAITE	PULGAR VIDAL	TEMPERATURA	POR PRECIPITACION				
CLIMA CALIDO TERRENO: MUY SECO (DESERTICO O ARIDO TROPICAL) H.R. ALTA	BSs- BW, BW	E(d) B'1 H3	COSTA (YUNGA MAR)	Semicálido	Árido	0 a 2000	Húmedo	Deficiencia lluvia todo el año	Franja toda la Costa

Partido Arquitectónico	Materiales y Masa Térmica	Orientación	Techos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PLANTA LINEAL Y ABIERTA.</li> <li>• ESPACIOS MEDIOS Y VOLUMEN NORMAL.</li> <li>• ALTURA INTERIOR RECOMENDADA 3.00 - 3.50 METROS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MATERIALES MASA TERMICA MEDIA A ALTA Y RESISTENTES A LA SALINIDAD, IMPEDIR RADIACION INDIRECTA, SOMBREADO DE JARDINES.</li> <li>• TECHOS CON GRAN AISLAMIENTO.</li> <li>• PROTECCION CONTRA SALINIDAD.</li> <li>• EVITAR CALENTAMIENTO DE PAREDES Y PISOS EXTERIORES.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ORIENTACION DEL EJE DEL EDIFICIO, ESTE - OESTE.</li> <li>• ESPACIOS EXTERIORES ORIENTADOS AL NORTE O SUR, PROTEGIDOS DEL SOL.</li> <li>• ABERTURAS PROTEGIDAS PARA EVITAR INGRESO DE SOL.</li> <li>• VER DIRECCION DE VIENTOS LOCALES PARA SU APROVECHAMIENTO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PENDIENTE DE 0 A 10%.</li> </ul>
			

**LEYENDA**

	Edificación		Volados protección sol / lluvia
	Pergolas		Area deportiva
	Arboles		Patio

Vanos	Iluminación y Parasoles	Ventilación	Vegetación	Colores y Refleancias
<p>Área de vanos / Área de Piso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 25%</li> </ul>	<p>Área de Aberturas / Área de Piso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 7 - 10%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VENTANAS ORIENTADAS NORTE Y SUR. VENTANAS BAJAS AL SUR, VARIACION DE ORIENTACION 22.5° USO DE ALEROS PARASOLES HORIZONTALES.</li> <li>• LUMINANCIA EXTERIOR 5500 Lm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APROVECHAMIENTO DEL VIENTO, VENTILACIÓN CRUZADA, FRENTE A BRISAS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• USO DE VEGETACION, PARA SOMBREADOS, PERGOLAS, ENRAMADAS, AREAS VERDES PARA REDUCCION DE ABSORCION DE ENERGIA CALORICA.</li> </ul>
				
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• USO DE TONALIDAD MATE</li> <li>• PISOS: MEDIOS (40%)</li> <li>• PAREDES: CLARAS (60%)</li> <li>• CIELORASO: BLANCO (70%).</li> </ul>

## 4.2.2 Zona 2 (DESERTICO)

### A) DESCRIPCION

#### Tipificación:

Clima Semi cálido, con deficiencia de lluvia todo el año (Terreno muy seco). Nivel de humedad media - alta.

Equivalente Clasificación de Köppen: BW.

Comprende el sector septentrional de la región costera, que incluye gran parte de los departamentos de Tumbes y Piura, entre el litoral marino y la costa aproximada de 400 a 2000 msnm. Representa alrededor del 6.7% de la superficie territorial del país. Se caracteriza por tener un terreno muy seco, con una temperatura promedio anual de 24°C, sin cambio térmico invernal definido. La diferencia principal con la Zona 1 es que esta presenta una mayor H.R. producto de la influencia marina, mientras que la zona 2 al alejarse del mar presenta una menor H.R. Sin embargo producto de la topografía se presenta lugares de similar altura sobre el nivel del mar que pertenecen a diferentes zonas climáticas.

#### Ciudades importantes:

Piura, Tierra Rajada (Piura), Pampa La Para (Piura) y Pampa El Colorado (Piura), Catacaos. Jayanca, Mochumi, Chongoyape, Saña, Razuri, Ascope, Laredo, Viru, Chao (en La Libertad). Chimbote, Buena Vista Alta, Huarmey (en Ancash). Sayan, Aucallama, Carabayllo, San Antonio, Chosica, Chaclacayo, Cieneguilla, Lurin, Lunahuana (en Lima). Chincha Alta, Alto Laran, El Carmen, Humay, Subtanjalla, Marcona, San José de los molinos (en Ica). Acari, Caraveli, Mariano Nicolas Valcárcel, Ocoña, Nicolas de Piérola, Uraca, Santa Isabel de Siguan, Vitor, Mollendo, Cocachacra (en Arequipa). Moquegua, El Algarrobal (en Moquegua). Locumba (en Tacna).

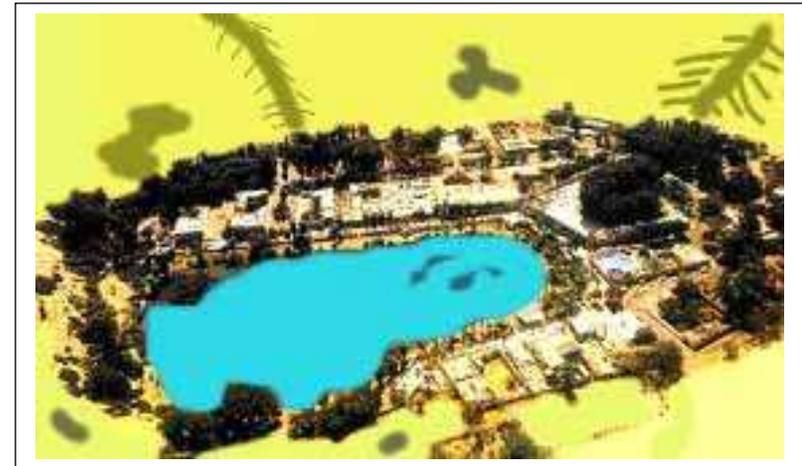
#### Precipitaciones anuales:

Debajo de 500 milímetros entre Piura y Chimu en Trujillo

250 milímetros Entre Trujillo y Huaral

Inferiores a 150 milímetros entre Lima y Tacna.

**Humedad relativa:** Grado de Humedad predominante 3 (50% a 70%)



**Laguna de Huacachina**

**Promedio anual de Energía solar incidente diario:**

Entre 5 a 7 Kw. h/m<sup>2</sup> teniendo los valores más altos entre Arequipa y Tacna, y la zona de Piura.

**Promedio de Horas de Sol:**

Norte: 6

Centro: 5

Sur: 7

**Vientos: Velocidad y dirección predominante:**

Tumbes - Chiclayo 5 m/s, Sur y Sur-Oeste

Piura 11 m/s, Sur-Oeste, Sur y Sur-Este

Zona central 4 – 5 m/s, Sur y Sur-Oeste

Zona Sur 6-7 m/s, Sur y Sur-Oeste

**Diferencia de temperatura medias: (Entre el día y la noche)**

Alcanza los 20°C, en Paracas con una temperatura mínima media de 10.1°C en la noche, alcanzando los 30.1°C en el día.

**Vegetación:**

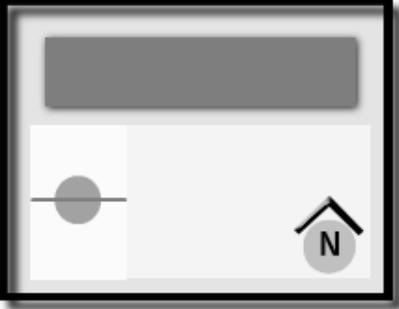
Escasa, a excepción de valles. La vegetación es de tipo espinosa, xerófita y cactus

Uso de vegetación, para sombreados, pérgolas, enramadas, áreas verdes para reducción de absorción de energía calórico.

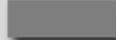
**B) CUADRO DE EQUIVALENCIA CLIMATICA**

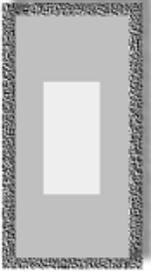
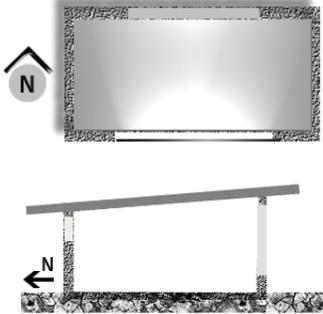
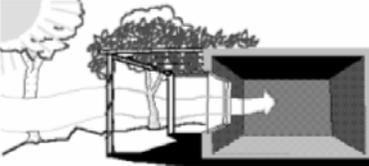
DESCRIPCION ZONA 2	CLASIFICACION					ALTITUD msnm	HUMEDAD RELATIVA	DISTRIBUCION POR PRECIPITACION	COBERTURA REFERENCIAL
	KÖPPEN	THORNTHWAITE	PULGAR VIDAL	TEMPERATURA	POR PRECIPITACION				
CLIMA SEMI CALIDO TERRENO MUY SECO (DESERTICO ARIDO SUBTROPICAL) H.R. MEDIA	Bw	E(d) A' H2	COSTA Y YUNGA	Cálido	Árido	400 a 2000	Media - Alta	Deficiencia lluvia todo el año	Provincia de Piura, entre otros.

**C) RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS DE DISEÑO: ZONA 2 (DESERTICO)**

Partido Arquitectónico	Materiales y Masa Térmica	Orientación	Techos
<ul style="list-style-type: none"> <li>LINEAL Y ABIERTA, ESPACIOS MEDIOS Y VOLUMEN NORMAL, ALTURA INTERIOR RECOMENDADA 3.00 - 3.50 m,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MATERIALES MASA TERMICA MEDIA A ALTA.</li> <li>GANANCIA DE HUMEDAD.</li> <li>IMPEDIR RADIACION INDIRECTA, SOMBREADO DE JARDINES, TECHOS CON GRAN AISLAMIENTO.</li> <li>EVITAR CALENTAMIENTO DE PAREDES Y PISOS EXTERIORES.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ORIENTACION DEL EJE DEL EDIFICIO, ESTE - OESTE.</li> <li>ESPACIOS EXTERIORES ORIENTADOS AL NORTE O SUR, PROTEGIDOS DEL SOL.</li> <li>ABERTURAS PROTEGIDAS PARA EVITAR INGRESO DE SOL, VER DIRECCION DE VIENTOS LOCALES PARA SU APROVECHAMIENTO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PENDIENTE DE 5 A 15% O CONTROL DE DESAGUE.</li> </ul>
			

**LEYENDA**

	Edificación		Volados protección sol / lluvia
	Pergolas		Area deportiva
	Arboles		Patio

Vanos	Iluminación y Parasoles	Ventilación	Vegetación	Colores y Refleancias
<p>Área de vanos / Área de Piso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 23%</li> </ul>	<p>Área de Aberturas / Área de Piso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 7 - 10%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VENTANAS ORIENTADAS NORTE Y SUR, VENTANAS BAJAS AL SUR.</li> <li>• VARIACION DE ORIENTACION 22.5°</li> <li>• USO ALEROS Y PARASOLES HORIZONTALES.</li> <li>• LUMINANCIA EXTERIOR 6000 LUMENES.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APROVECHAMIENTO DEL VIENTO DEL VALLE, ANABATICO - CATABATICO.</li> <li>• VENTILACIÓN CRUZADA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• USO DE VEGETACION, PARA SOMBREADOS, PERGOLAS, ENRAMADAS.</li> <li>• AREAS VERDES PARA REDUCCION DE ABSORCION DE ENERGIA CALORICA</li> </ul>
				
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• USO DE TONALIDAD MATE</li> <li>• PISOS: MEDIOS (40%).</li> <li>• PAREDES: CLARAS (60%).</li> <li>• CIELORAS O BLANCO (70%)</li> </ul>

### 4.2.3 Zona 3 (INTERANDINO BAJO)

#### A) DESCRIPCION

##### Tipificación:

Clima Templado Sub-húmedo, terreno semiseco, con Otoño Invierno y Primavera secos (de estepa y valles interandinos bajos. Humedad relativa media a media alta.

Equivalente Clasificación de Köppen: BSw. Este clima es propio de parte de nuestra sierra, correspondiendo a los valles interandinos bajos e intermedios, situados por lo general entre los 2000 a 3000 msnm, representa el 3.9% de la superficie total del país. Las temperaturas sobrepasan los 20°C y la precipitación anual se encuentra como promedio por debajo de los 500 milímetros. Aunque en las partes más elevadas, húmedas y orientales, puede alcanzar y sobrepasar los 1200 milímetros.

##### Ciudades importantes:

Huancabamba, Huambos, Santa Cruz, Cajamarca, Contumaza, Otuzco, Caraz, Canta, Matucana (hasta río Yauca), Carhuaz, Cotahuasi, Chuquibamba, Characato, Omate, Arequipa, Carumas.

##### Precipitaciones anuales:

Entre 1,001 a 1,500 milímetros Uchumarca en La Libertad.

Entre 751 a 1,000 milímetros Camporredondo, Ocalli, Ocomal, Pisuquia, Cochabamba, Balsa, Chuquibamba en Amazonas. Ucuncha, Bolivar, Bambamarca, Condomarmarca, Pataz, Pias, Parcoy, Buldibuyo, Tayabamba, Taurija, Huancaspata en La Libertad. Huacrachuco, Cholon, Canchabamba, Pinra en Huanuco.

Entre 501 y 750 milímetros entre Santa Cruz, San Miguel, San Pablo, Cospan, Pion en Cajamarca. Sayapullo, Gran Chimu en La Libertad. Llapo, Santa Rosa, Mangas en Ancash. Copa, Huancapon, Pachangara en Lima.

Entre 251 y 500 milímetros Chota y Contumaza en Cajamarca. Lucma, Marmot, Calamarca, Huaso, Santiago de Chuco en La Libertad. Bolognesi, Cabana, Tauca, Bambas, Pariacoto, La Libertad, Colcabamba, Antonio Raymondí, Huayllacayan, Congas en Ancash. Gorgor, Ámbar, Andares, Checras, Paccho, 27 de Noviembre, Pacaraos, San Miguel de Acos, Huañec, Colonia, Putinza, Tupe en Lima. Huac Huas, San Cristóbal, San Pedro, Pausa en Ayacucho.

Entre 151 y 250 milímetros Sinsicap, Paranday, La Cuesta, Otuzco, Salpo, Agallpampa, Mache, Carabamba, Chao en La Libertad. Acate, Pamparomas, Quillo, Cascapara, Cochabamba, Colcabamba, Pampas, Huanchay, Coris; Huayan, Malvas, Cochapeti, Pararin, Iacclin, Cotaparaco, San Pedro; Santiago de Chilcas, Acas en Ancash. Cochamarca, Leoncio Prado, Ihuari, Lampian, Atavillos Bajo, Sumbilca, San Mateo de Otao, Matucana, Surco, Huampara, Quinches, San Joaquín, San Lorenzo de Quinti, Omas, San Pedro de Pilas, Catahuasi, Cakra en Lima. Ticrapo, Santo Domingo de Capillas en Huancavelica. Tibillo en Ica. Llanta, Sancos en Ayacucho. Caraveli, Yanaquihua, Condesuyos, Aplao, Uñon en Arequipa.



**Casa Goyoneche (Arequipa)**

Inferiores a 150 milímetros Ocos en Ancash. Huamantanga, Santa Rosa de Quites, Araguay, San Antonio, Chosica, Santa Eulalia, Callahuanca, San Damian, Antioquia, Lahuaytambo; Langa, Cuenca, Santo Domingo de los Olleros, Mariatana, Tauripampa, Ayauca, Zúñiga, Viñac, Huangascar, Chocos en Lima. Chavin, San Juan de Yanac, Huancano, San Isidro, Yauca del Rosario en Ica. San Juan, Capillas, Quito (Arma), Huaytara, Ayaví, Santiago de Chocorvos en Huancavelica. Laramate, Ocaña, Otoa, Leoncio Prado, Santa Lucía, Saisa, Pullo en Ayacucho. Huanuhuanu, Chaparra, Andaray, Chuquibambaba; Santa Isabel de Sihuas, Vitor, Yura, La Joya, Uchumayo, Tiabaya, Yarabamba en Arequipa. La Capilla, Moquegua, Torata en Moquegua. Ilabaya, Inclan Tacna, Calana; Pocollay, Ciudad Nueva, Alto de la Alianza en Tacna.

**Humedad relativa:** Grado de Humedad predominante 2 (30% a 50%), 3 en algunas zonas

**Promedio anual de Energía solar incidente diario:**

Entre 4 a 5 Kw. h/m<sup>2</sup> de Cajamarca a Arequipa, de Amazonas hasta Huacaybamba en Huanuco, Entre 2 a 5 Kw h/m<sup>2</sup> de Caraveli a Castilla, teniendo los valores más altos 7 a 7.5 5 Kw h/m<sup>2</sup> entre Arequipa y Tacna.

**Promedio de Horas de Sol:**

Norte: 5 a 6                      Centro: 7 a 8                      Sur: 6

**Vientos: Velocidad**

Cajamarca – Amazonas 4 m/s                      Zona central 6 m/s                      Zona Sur 5-7 m/s  
Orientación influenciada por la topografía, predominancia Sur

**Diferencia de temperatura medias:** (Entre el día y la noche)

Alcanza los 22.8°C, en Santa Cruz con una temperatura mínima media de 10.4°C en la noche.

Alcanza los 19.1°C, en Otuzco con una temperatura mínima media de 5.1°C en la noche.

Alcanza los 20.5°C, en Matucana con una temperatura mínima media de 10°C en la noche.

Alcanza los 29.1°C, en Pangaravi con una temperatura mínima media de 12.5°C en la noche.

Alcanza los 23.7°C, en Chaparra (Caraveli) con una temperatura mínima media de 10.7°C en la noche.

Alcanza los 27.3°C, en Caraveli con una temperatura mínima media de 10.9°C en la noche.

Alcanza los 26.3°C, en Moquegua con una temperatura mínima media de 11.7°C en la noche.

Alcanza los 23.2°C, en Calana con una temperatura mínima media de 11°C en la noche.

Alcanza los 23.6°C, en Caraveli con una temperatura mínima media de 13.4°C en la noche.



**Casa Goyoneche (Arequipa)**

**Vegetación:**

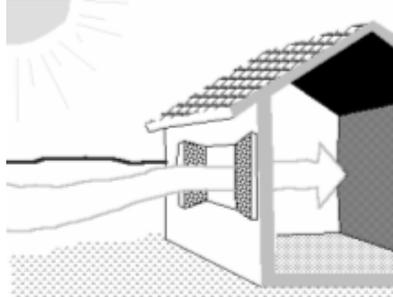
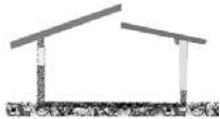
Escasa, a excepción de valles, encontramos pastos, gramíneas, plantas forrajeras, plantas espinosas, xerófitas y cactus.

Uso de vegetación, para sombreados, pérgolas, enramadas, áreas verdes para reducción de absorción de energía calórico.

**B) CUADRO DE EQUIVALENCIA CLIMATICA**

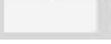
DESCRIPCION	CLASIFICACION					ALTITUD msnm	HUMEDAD RELATIVA	DISTRIBUCION POR PRECIPITACION	COBERTURA REFERENCIAL
	KÖPPE N	THORNTHWAITE	PULGAR VIDAL	TEMPERATUR A	POR PRECIPITACION				
CLIMA Templado SUBHUMEDO (DE ESTEPA Y VALLES INTERANDINOS BAJOS) H.R. MEDIA	BSw	C(o i p) B'2 H3	QUECHUA	Templado	Semi Seco	2000 a 3000	Húmedo	Otoño Invierno y Primavera Secos	Franja de: Piura Lambayeque Cajamarca La Libertad Ancash (Callejón de Huaylas) Lima e Ica
		D(o i p) B'2 H2	QUECHUA	Templado	Semi Arido	2000 a 3000	Seco	Otoño Invierno y Primavera Secos	Franja de: Arequipa Moquegua y Tacna

**C) RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS DE DISEÑO: ZONA 3 (INTERANDINO BAJO)**

Partido Arquitectónico	Materiales y Masa Térmica	Orientación	Techos
<ul style="list-style-type: none"> <li>CERRADA, CON PATIO, PARTE BAJA DEL TERRENO. EL ESPACIO FLUYE AL EXTERIOR VOLUMEN NORMAL, ALTURA INTERIOR RECOMENDADA 3.00 m.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MATERIALES MASA TERMICA MEDIA ALTA, GANANCIA DE HUMEDAD.</li> <li>APROVECHAMIENTO DE RADIACION SOLAR.</li> <li>PROBLEMAS MINIMOS POR ESTAR EN CONFORT.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ORIENTACION DEL EJE DEL EDIFICIO VARIABLE, APROVECHANDO ORIENTACION DE VIENTOS LOCALES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PENDIENTE DE 20 A 40% O CONTROL DE DESAGUE Y CANALETAS.</li> <li>ZOCALOS EXTERIORES PROTEGIDOS DE LA HUMEDAD.</li> </ul>
			

Vanos	Iluminación y Parasoles	Ventilación	Vegetación	Colores y Refleancias
<p>Área de vanos / Área de Piso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 18%</li> </ul>	<p>Área de Aberturas / Área de Piso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 7 - 10%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VENTANAS CON ORIENTACION VARIABLE SEGUN CONDICION LOCAL, VENTANAS BAJAS AL SUR, VARIACIÓN DE ORIENTACION 22.5°.</li> <li>• USAR ALEROS O PARASOLES HORIZONTALES, PARA VENTANAS ORIENTADAS AL ESTE U OESTE CON UNA VARIACION DE 22.5°.</li> <li>• USO DE PARASOLES VERTICALES. LUMINANCIA EXTERIOR 7500 Lm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PROTECCION DEL VIENTO, VENTILACIÓN CRUZADA, DESDE PATIOS, REQUERIMIENTO DE HUMEDAD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• USO DE VEGETACION OPCIONAL, AREAS VERDES PARA REDUCCION DE ABSORSION DE ENERIA CALORICA</li> <li>• USO DE TONALIDAD MATE</li> <li>• PISOS: MEDIOS (40%) PAREDES: NEUTROS (50-60%) CIELORASO: BLANCO (70%)</li> </ul>
				

**LEYENDA**

	Edificación con Patio Central		Volados protección sol / lluvia
	Pergolas		Area deportiva
	Arboles		Patio

#### 4.2.4 Zona 4 (MESOANDINO)

##### A) DESCRIPCION

###### Tipificación:

Clima Semi-frío a frío, de terreno Semi-Seco a Lluvioso con Otoño, Invierno y Primavera secos (de los valles mesoandinos). Equivalente Clasificación de Köppen: Dwb. Este clima es típico de parte de nuestra serranía, se extiende por lo general entre los 3000 y 4000 msnm. representa el 14.6% de la superficie total del país. Se caracteriza por sus precipitaciones anuales promedio de 700 milímetros. Y sus temperaturas medias anuales de 12°C. Presenta veranos lluviosos e inviernos secos con fuertes heladas.

###### Ciudades importantes:

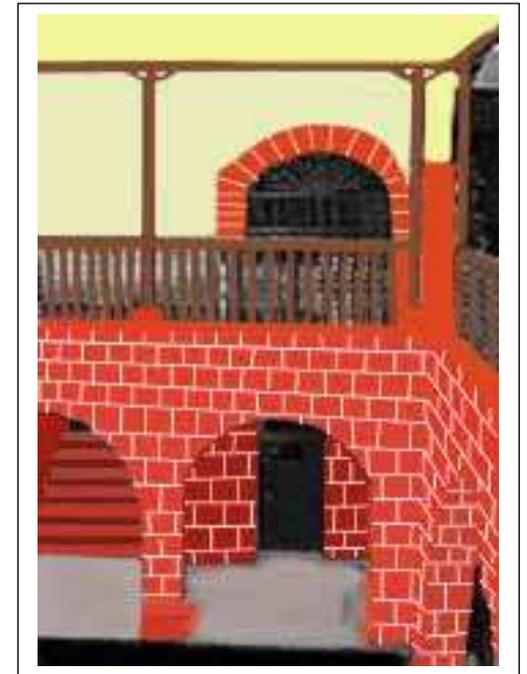
Santiago de Chuco, Bolívar, Quiruvilca y Huamachuco en La Libertad. Conchudos, Corongo, Huaraz, Aija, Chiquión, Callejón Huaylas y Huari en Ancash, Bambamarca en Cajamarca, Llata en Huanuco. Cajatambo, Huarochiri en Lima. Castrovirreyna (hasta río Acarí) en Huancavelica. Puquio, Coracora y Parinacochas en Ayacucho. Sibayo en Arequipa. Candarave y Tarata en Tacna. Cusco, Paruro, Sicuani, Ayaviri, Sauri, Acomayo, Choroni y Anta en Cusco. Azángaro, Puno, Desaguadero, Huancané, Sina, Ayapata, en Puno. Chuquibambilla (Apurímac), Antabamba en Apurímac. Huayanca y Panao en Huanuco. La Unión en Pasco. Tarma en Junín. Pampas, Paucarbamba y Huancavelica en Huancavelica. La Quinoa en Cajamarca. Sauri en Cusco. Jauja, Concepción y Huancayo en Junín. Pacra en Ica.

###### Precipitaciones anuales:

Entre 2,001 a 2,500 milímetros Uchiza en San Martín. Cochabamba, Monzón, Chaglla en Huanuco. Huancabamba, Chontabamba, Huachon en Pasco.

Entre 1,501 a 2,000 milímetros en Leimebamba en Amazonas. Huicungo, Pólvora en San Martín. Cholon, Huacaybamba, Churubamba en Huanuco. Paucartambo en Pasco. Ulcumayo, Huasahuasi en Junín.

Entre 1,001 a 1,500 milímetros Pardo Miguel, Nueva Cajamarca, Awajun, Elías Soplin, Rioja en San Martín. Vista Alegre, San Juan de Lopecancha, Santo Tomas, San Francisco del Yeso, Montevideo en Amazonas. Ongon en La Libertad. Chavin de Pariarca, Tantamayo, Jacas, Quivilla, Marías, Santa María del Valle, Molino en Huanuco. Pozuzo en Pasco. San Pedro de Cajas, Chanchamayo, San Ramón, Comas, Pariahuanca, Tarma, La Oroya, Cochabamba, Comas en Junín.

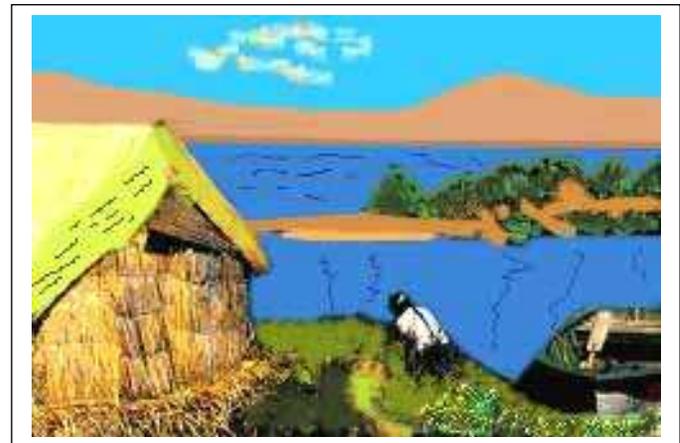


Casa Boza en Ayacucho

Entre 751 a 1,000 milímetros El Carmen de la Frontera, Namballe, Huancabamba, Tabaconas, Sondor en Piura. Chumuch, Celendin en Cajamarca. Tingo, Magdalena, La Jalca en Amazonas. Cocorcho, Parcoy, Huayo, Chillia, Urpay, Shunte en La Libertad. Acobamba, Ticapampa, Recuay, Chaccho, Llamellin, Uco, Paucas, Uco, Aczo, Rapayan; Singa en Ancash. Punchao, Singa, Miraflores, Chuquis, Aparicio Pomares, Rondos, Jivia; San Pedro de Chaullan, San Francisco de Cayran, Quisqui, Huanuco, Conchamarca, Huacar, San Rafael, San Francisco, Panao en Huanuco. Santa Ana de Tusi, Pallanchacra, Huarianca, Ticlacayan, en Pasco. Oidores, Huasahuasi, Monobamba, Molinos, Apata, Junín, Paccha, Quilcas, El Tambo, Mariscal Castilla, en Junín. San Marcos de Rocchac, Huaribamba, Pazos, Ahuaycha, Pampas, Daniel Hernández, Colcabamba, Anco, Paucarbamaba, San Pedro de Coris, Churcampa, Rosario, El carmen, Locroja, Churcampa, Caja, Pomacocha, en Huancavelica.

Entre 501 a 750 milímetros Cañaris, Incaguasi en Lambayeque. Querocotillo, Miracosta, Querocoto, Huambos, Choropampa, Chadin, Paccha, Chalarmarca, Hualgayoc, Catilluc, Llapa, San Miguel, El Prado, San Silvestre de Cochán, Tumbaden, Encañada, Huasmin, La libertad de Pallan, Miguel Iglesias, Sorochuco, José Gálvez, Los Baños del Inca, Cajamarca, Oxamarca, Gregorio Pita, Llacanora, Jesús, Pedro Gálvez, Matara, Cospan, Cachachi, José Sabogal, Sitacocha, Cajabamba en Cajamarca. Usquill, Sanagoran, Huamachuco, Chugay, Sarin, Curgos, Marcabal, Chugay, Sartibamba, Sitabamba, Argasmarca, Mollepata, Mollebamba, Santiago de Chuco, Santa Cruz de Chuca, Cachicadan, Quiruvilca; Santiago de Challas en La Libertad. Pampas, Conchudos, Quiches, Alfonso Ugarte, Guayllabamba, Sihuas, Ragash, Cashapampa, Cusca, Yuracmarca, Quito, Shilla, Matacoto, Cascapara, Quillo, Shupluy, Chacas, Carhuaz, Ataquero, Pariacoto, Marcara, Chacas, San Miguel de Aco, Independencia, Huaraz, Pariacoto, Pira, Olleros, Catac, Recuay, Ticapampa, Catac, Cajacay, Huayllacayan, Cajamarquilla, San Miguel de Corpanqui, Tillos, Huasta, Pacllon, Mangas, La Primavera, Abelardo Pardo, San Miguel de Corpanqui, Canis, Acobamaba, Alfonso Ugarte, Sicsibamba, Parobamba, Pomabamba, Quinuabamba, Fidel Olivas, Casca, Piscobamba, Musga, Llama, Eleazar Guzmán, Yauya, San Luis, San Nicolas, Huari, Cajay, Mirgas, San Juan de Rontoy, Masin, Huachis; San Marcos, San Pedro de Chana en Ancash. Puños, Pampamarca, Pachas, Yanas, Sillapata, Pampamarca, Chavinillo, Obas, Cahuac, Chacabamba, San Francisco de Asís, Margos, Yarumayo en Huanuco.

Palpa, Acobamba, Tapo, Rieran, Pomacancha, Curicaca, Chanchayllo, Tunanmarca, Acolla, Paca, San Pedro de Chunan, Yauli, Marco, Pancan, Huertas, Julcan, Masma Chicche, Llocllapampa, Parco, Yauyos, Muquiyauyo, Muqui, El Mantaro, San Lorenzo, Leonor Ordoñez, Sincos, Matahuasi, Santa Rosa de Ocopa, 9 de Julio, Concepción, San Jerónimo de Tunan, Ingenio, Quichuay, Chambara, Manzanares, Orcotuna, Saño, Hualhuas, San Agustín, Sicaya, Huachac, Ahuac, San José de Quero, San Juan de Jarpa, Chupaca, Pilcomayo, Huamancaca Chico, Yanacancha, San Juan de Iscos, 3 de Diciembre, Chongos Bajo, Chilca, Huayucachi, Sapallanga, Viques, Chupuro, Huacrapuquio, Cullhuas, Colca, Chacapampa, Congos Alto, Carhuacallanga en Junin. Ñahuimpuquio, Huayllahuara, Vilca, Manta, Acobambilla, Moya, Pilchaca, Acostambo,



**Puno**

Acraquia, Andabamba, Paucara, Acoria, Izcuchaca, Laria, Conayca, Huando, Palca, Ccochaccasa, San Miguel de Maoyoc, Chincho.

Julcamarca, San Antonio de Antaparco, Santo Tomas de Pata, Congalla, Huanca Huanta, Huayllay Grande, Anchonga en Huancavelica. Copa, Cajatambo, Oyón en Lima.

Entre 251 y 500 milímetros Calamarca, Julcán en La Libertad. Aco, Corongo, Caraz, Huato, Huallanca, Santo Toribio, Mato, Pueblo Libre, Yungay, Ranrahirca, Manco, Amashca, Tinco, Acopampa, Marcara, Anta, Pariahuanca, Tarica, Anta, Yungar, Jangas, La Libertad, Huanchay, Coris, La Merced, Aija, Succha, Huacllan, Huayllapampa, Marca, Pampas Chico; Catac, Aquia, Chiquian, Congas, Santiago de Chilcas, Ocros; Acas, Carhuapampa, Chiquian, San Cristóbal de Rajan, Carhuapampa en Ancash. Gorgor en Lima.

Entre 151 y 250 milímetros Caceres del Perú, Santo Toribio, Huaylas, Huallanca, Malvas, Cotaparaco, Tapacocha en Ancash.

**Humedad relativa:** Grado de Humedad predominante 2 (30% a 50%), 3 en algunas zonas.

**Promedio anual de Energía solar incidente diario:**

Entre 4 a 5 Kw h/m<sup>2</sup> de Piura a Ayacucho y de Amazonas hasta Puno, Entre 2 a 5 Kw h/m<sup>2</sup> de Arequipa a Moquegua, teniendo los valores más altos 5 a 7.5 Kw h/m<sup>2</sup> en Tacna.

**Promedio de Horas de Sol:**

Norte: 6      Centro: 8 a 10      Sur: 7 a 8

**Vientos: Velocidad y dirección predominante:**

Piura 10 m/s, Sur-Oeste, Sur y Sur-Este

Zona central 7.5 m/s, Sur y Sur-Oeste

Zona Sur- Este 7 m/s, Sur y Sur-Oeste

Zona Sur 4 m/s, Sur y Sur-Oeste

**Diferencia de temperatura medias:** (Entre el día y la noche)

Alcanza los 19.5.8°C, en Huambos con una temperatura mínima media de 11.6°C en la noche.

Alcanza los 11.8°C, en Hualgayoc con una temperatura mínima media de 4.2°C en la noche.

Alcanza los 21.7°C, en Cajamarca con una temperatura mínima media de 5.9°C en la noche.

Alcanza los 17.9.1°C, en Huamachuco con una temperatura mínima media de 5.4°C en la noche.

Alcanza los 18.4°C, en Picoy con una temperatura mínima media de 5.6°C en la noche.

Alcanza los 18.7°C, en Canta con una temperatura mínima media de 9.2°C en la noche.

Alcanza los 19.1°C, en Huasahuasi con una temperatura mínima media de 7.6°C en la noche.

Alcanza los 19.6°C, en Huayao con una temperatura mínima media de 4.2°C en la noche.



**Callejón de Huaylas**

Alcanza los 18.2°C, en Coracora con una temperatura mínima media de 5°C en la noche.  
 Alcanza los 19.4°C, en Incuyo con una temperatura mínima media de -1.9°C en la noche.  
 Alcanza los 21.8°C, en Paruro con una temperatura mínima media de 5.6°C en la noche  
 Alcanza los 22.6°C, en Characato con una temperatura mínima media de 8.2°C en la noche

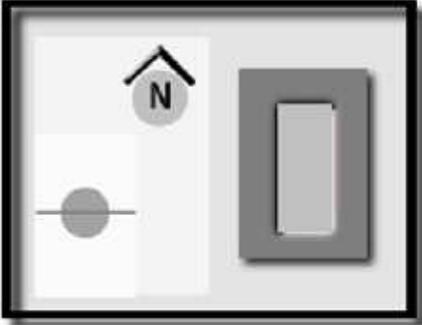
**Vegetación:**

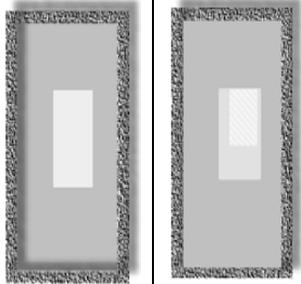
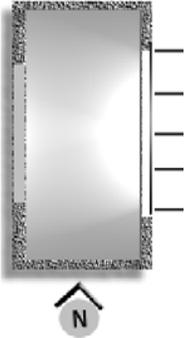
Escasa, a excepción de valles. Tenemos pinos, abetos.  
 Los Árboles de hoja caduca permiten pasar radiación en invierno, los árboles de hoja frondosa para protección de vientos.

**B) CUADRO DE EQUIVALENCIA CLIMATICA**

DESCRIPCION ZONA 4	CLASIFICACION					ALTITUD msnm	HUMEDAD RELATIVA	DISTRIBUCION POR PRECIPITACION	COBERTURA REFERENCIAL
	KÖPPEN	THORNTHWAITE	PULGAR VIDAL	TEMPERATURA	POR PRECIPITACION				
CLIMA FRIO O BOREAL (DE LOS VALLES MESOANDINOS)	Dwb	C(o i p) B'3 H3	(QUECHUA) SUNI	Semi Frío	Semi Seco	3000 a 4000	Húmedo	Otoño Invierno y Primavera Secos	Franja de: Cajamarca La Libertad Piura Lambayeque Callejón de Huaylas San Martín Huánuco
		C(o i p) C' H3	(QUECHUA) SUNI	Frío	Semi Seco	3000 a 4000	Húmedo	Otoño Invierno y Primavera Secos	Franja de: Ancash Lima Huancavelica Ayacucho
		C(o i p) C' H2	(QUECHUA) SUNI	Frío	Semi Seco	3000 a 4000	Seco	Otoño Invierno y Primavera Secos	Franja de: Arequipa Moquegua Tacna
		C(o i) C' H2	(QUECHUA) SUNI	Frío	Semi Seco	3000 a 4000	Seco	Otoño Invierno y Primavera Secos	Cuzco, Paruro, Puno
		B(o i) C' H3	(QUECHUA) SUNI	Frío	Lluvioso	3000 a 4000	Húmedo	Otoño e Invierno Secos	Alrededor de Huánuco hasta Ayacucho (Valle del Mantaro)
		B(r) C' H3	(QUECHUA)	Frío	Lluvioso	3000 a 4000	Húmedo	Abundante todo el Año	Límite Puno-Madre de Dios (río Inambari)
		C(i) C' H3	PUNA	Frío	Semi Seco	Más de 4000	Húmedo	Invierno Seco	Callejón Huaylas Cordillera Oriental

**C) RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS DE DISEÑO: ZONA 4 (MESOANDINO)**

Partido Arquitectónico	Materiales y Masa Térmica	Orientación	Techos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CERRADA, CON PATIO, PARTE BAJA DEL TERRENO.</li> <li>• EL ESPACIO, ALTURA INTERIOR RECOMENDADA 2.85 metros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MATERIALES MASA TERMICA ALTA, APROVECHAMIENTO DE RADIACION SOLAR.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ORIENTACION DEL EJE DEL EDIFICIO NORTE - SUR, O EDIFICACION COMPACTA, PARA APROVECHAMIENTO DE RADIACION.</li> <li>• PROTECCION DE VANOS POR PARASOLES.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PENDIENTE DE 40 A 70%.</li> <li>• USO DE CANALETAS Y ALEROS PARA PROTECCION DE LLUVIAS.</li> <li>• ZOCALOS EXTERIORES PROTEGIDOS DE LA HUMEDAD.</li> <li>• PISOS ANTIDESLIZANTES.</li> <li>• USO DE ESCURRIDERAS.</li> </ul>
			

Vanos	Iluminación y Parasoles	Ventilación	Vegetación	Colores y Reflejanacias
<p>Área de vanos / Área de Piso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 16%</li> </ul>	<p>Área de Aberturas / Área de Piso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 - 7%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VENTANAS ORIENTADAS ESTE Y OESTE, VENTANAS BAJAS AL ESTE, VARIACION DE ORIENTACION 22.5°.</li> <li>• USO DE ALEROS O PARASOLES VERTICALES.</li> <li>• LUMINANCIA EXTERIOR 8,500 Lm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PROTECCION DEL VIENTO, VENTILACION MINIMA REQUERIDA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ÁRBOLES DE HOJA CADUCA, PERMITE PASAR RADIACION EN INVIERNO.</li> <li>• ÁRBOLES DE HOJA FRONDOSA PARA PROTECCION DE VIENTOS.</li> </ul>
				
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• USO DE TONALIDAD MATE</li> <li>• PISOS: SEMI OSCUROS (&lt;20%)</li> <li>• PAREDES: NEUTROS (50-60%).</li> <li>• CIELORASO: BLANCO (70%).</li> </ul>

## 4.2.5 Zona 5 (ALTO ANDINO)

### A) DESCRIPCION

#### Tipificación:

Clima frío, de terreno Semi-seco a lluvioso con Otoño, Invierno y Primavera secos (Sectores Altoandinos).  
Equivalente Clasificación de Köppen: Dwb. A Este tipo de clima, se le conoce como clima de Puna, por lo general entre 4000 y 4800 msnm. Cubre alrededor de 9.0% del territorio peruano. Se caracteriza por presentar precipitaciones promedio de 700 milímetros. Anuales y temperaturas también promedio anuales de 6°C. Comprende las colinas, mesetas y cumbres andinas. Los veranos son siempre lluviosos y nubosos; y los inviernos (Junio-Agosto), son rigurosos y secos.

#### Ciudades importantes:

Surasaca, Millpo, Yauricocha en Lima. Pomacocha en Huancavelica. Cerro de Pasco en Pasco. Junín, Pachachaca, Morococha, Marcapomacocha en Junín. Pañe, Imata en Arequipa. Macusani, Lagunillas, Mazo Cruz en Puno. Parte del distrito de Jesús en Huánuco.

#### Precipitaciones anuales:

Entre 2,001 a 2,500 milímetros

Entre 1,501 a 2,000 milímetros en Panao en Huanuco.

Entre 1,001 a 1,500 milímetros Paucartambo en Pasco. Huasahuasi en Junin. Usicayos en Puno.

Entre 751 a 1,000 milímetros Olleros, Huallanca, Huasta en Ancash. Pachas, Sunqui, Jesús, San Miguel de Cauri en Huánuco. Paucar, Tapuc, San Pedro de Pillao, Yanahuanca, Chacayan, Goyllarisquizga, Vilcabamba, Simón Bolívar, San Francisco de Asís de Yarus, Yanacancha, Vicco, Ninacaca, Chaupimarca en Pasco. Carhuamayo, Junín, San Pedro de Cajas, Palcamayo, La Unión en Junin. Coporaque, Espinar, Ocoruro en Cusco. Paratia, Palca, Lampa, Vilavila, Ocuvi, Llalli, Cupi en Puno. Llusco, Oropesa, Virundo, Pataypampa, Challhuahuacho en Apurimac. Oyón en Lima.

Entre 501 a 750 milímetros Conchudos, San Juan, Pomabamba en Ancash. Llata en Huánuco. Yanacancha, Chongos Alto en Junin. Huancaya, Vitis en Lima. Acobambilla, Huancavelica, Santa Ana, Pilpichaca en Huancavelica. Machaguay, Puyca, Cayarani, Orcopampa, Chachas, Choco, Callalli, San Antonio de Chuca en Arequipa. Pisacoma, Kelluyo, Huacullani, Zepita, Copani, Conduriri, Acora, Pichacani en Puno.

Entre 251 y 500 milímetros Chupamarca en Huancavelica. Carumas, Chojata, Lloque en Moquegua.

Entre 151 y 250 milímetros Santiago de Anchucaya en Lima. Sitajara, Cairani, Camilaca en Tacna

Inferiores a 150 milímetros, Estique en Tacna.



### Junin

**Humedad relativa:** Grado de Humedad predominante 2 (30% a 50%), 3 en algunas zonas.

**Promedio anual de Energía solar incidente diario:** 5 Kw h/m<sup>2</sup> de Ancash a Tacna.

**Promedio de Horas de Sol:** Centro: 8 a 10 Sur: 8 a 10

**Vientos: Velocidad y dirección predominante:**

Zona central 6 m/s, Sur y Sur-Oeste Zona Sur - Este 9 m/s, Sur y Sur-Oeste Zona Sur 7 m/s, Sur y Sur-Oeste

**Diferencia de temperatura medias:** (Entre el día y la noche)

Alcanza los 12.3°C, en Milpo con una temperatura mínima media de 1.4°C en la noche.

Alcanza los 11.6°C, en Cerro de Pasco con una temperatura mínima media de 0.3°C en la noche.

Alcanza los 19.4°C, en Sicuani con una temperatura mínima media de 1.4°C en la noche.

Alcanza los 13.8°C, en Macusani con una temperatura mínima media de -2.3°C en la noche.

Alcanza los 14.1.7°C, en La angostura (Arequipa) con una temperatura mínima media de -3.5°C en la noche.

Alcanza los 13.8°C, en Condiroma con una temperatura mínima media de -3.5°C en la noche.

Alcanza los 16.2°C, en Chuquibambilla con una temperatura mínima media de -1.6°C en la noche.

Alcanza los 15.7°C, en Mazo Cruz con una temperatura mínima media de -6.6°C en la noche.

Alcanza los 16.3°C, en Muñani con una temperatura mínima media de 1.3°C en la noche.

Alcanza los 15.3°C, en Progreso con una temperatura mínima media de 1.7°C en la noche

Alcanza los 16.3°C, en Ayavari con una temperatura mínima media de -0.5°C en la noche

Alcanza los 16.6°C, en Pizacoma con una temperatura mínima media de -1.5°C en la noche.

**Vegetación:**

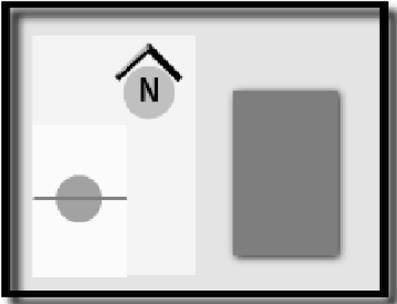
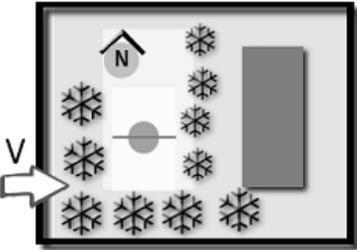
Escasa, a excepción de valles

Árboles de hoja caduca, permite pasar radiación en invierno, árboles de hoja frondosa para protección de vientos.

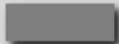
## B) CUADRO DE EQUIVALENCIA CLIMATICA

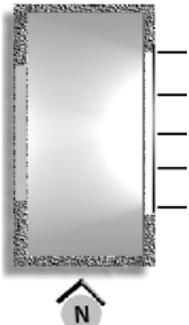
DESCRIPCION	CLASIFICACION					ALTITUD msnm	HUMEDAD RELATIVA	DISTRIBUCION POR PRECIPITACION	COBERTURA REFERENCIAL
	ZONA 5	KÖPPEN	THORNTHWAIT E	PULGAR VIDAL	TEMPERATURA				
CLIMA FRIGIDO (DE TUNDRA)	ETH	B(i) D' H3	PUNA	Semi-Frígido	Lluvioso	4000 a 4800	Húmedo	Invierno Seco	Franja central de Ancash Huancavelica
		B(o i) D' H3	PUNA	Semi-Frígido	Lluvioso	4000 a 4800	Húmedo	Otoño e Invierno Secos	Zona central de Ayacucho Cusco Arequipa (norte) Puno

**C) RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS DE DISEÑO: ZONA 5 (ALTO ANDINO)**

Partido Arquitectónico	Materiales y Masa Térmica	Orientación	Techos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CERRADA Y COMPACTA, PARTE BAJA DEL TERRENO.</li> <li>• ALTURA INTERIOR RECOMENDADA 2.85 METROS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MATERIALES MASA TERMICA ALTA.</li> <li>• APROVECHAMIENTO DE RADIACION SOLAR.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ORIENTACION DEL EJE DEL EDIFICIO NORTE - SUR, O EDIFICACION COMPACTA, PARA APROVECHAMIENTO DE RADIACIÓN.</li> <li>• APROVECHAR DUCTOS. PATIOS TECHADOS COMO INVERNADEROS, PUEDEN ESTAR ORIENTADOS AL NORTE U OESTE.</li> <li>• PROTECCION DE VANOS POR PARASOLES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PENDIENTE DE 40 A 70%.</li> <li>• USO DE CANALETAS Y ALEROS PARA PROTECCION DE LLUVIAS Y NIEVE.</li> <li>• ZOCALOS EXTERIORES PROTEGIDOS DE LA HUMEDAD.</li> <li>• PISOS ANTIDESLIZANTES</li> <li>• USO DE ESCURRIDERAS.</li> </ul>
			

**LEYENDA**

	Edificación		Volados protección sol / lluvia
	Pergolas		Area deportiva
	Arboles		Patio

Vanos	Iluminación y Parasoles	Ventilación	Vegetación	Colores y Refleancias
<p>Área de vanos / Área de Piso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 15%</li> </ul>	<p>Área de Aberturas / Área de Piso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 - 7%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VENTANAS ORIENTADAS ESTE Y OESTE.</li> <li>• VENTANAS BAJAS AL ESTE, VARIACION DE ORIENTACION 22.5°</li> <li>• USO DE PARASOLES VERTICALES.</li> <li>• LUMINANCIA EXTERIOR 9,000 LUMENES.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PROTECCION DEL VIENTO.</li> <li>• VENTILACION MINIMA REQUERIDA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ÁRBOLES DE HOJA CADUCA, PERMITE PASAR RADIACION EN INVIERNO.</li> <li>• ÁRBOLES DE HOJA FRONDOSA PARA PROTECCION DE VIENTOS</li> </ul>
				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• USO DE TONALIDAD MATE</li> <li>• PISOS: SEMI OSCUROS (&lt;20%).</li> <li>• PAREDES: NEUTROS (50-60%).</li> <li>• CIELORASO: BLANCO (70%)</li> </ul>				

#### 4.2.6 Zona 6 (NEVADO)

##### A) DESCRIPCION

###### Tipificación:

Clima de Nieve (Polar), Lluvioso con Invierno seco.

Equivalente Clasificación de Köppen: EFH. Este clima corresponde al de nieve perpetua de muy alta montaña, con temperaturas medias durante todos los meses del año por debajo del punto de congelación (0°C). Se encuentra por lo general a alturas por encima de 4800 msnm, aunque en algunos casos se pueden encontrar poblados a 4500 que cumplen con estas características. Ubicados en las altas cumbres de los andes peruanos, comprende alrededor de 1.4% del territorio peruano.

###### Ciudades importantes:

No existen ciudades importantes en esta zona, sin embargo se pueden encontrar algunos poblados menores y campamentos mineros.

Condorama (4737msnm), Suycutambo(4801 msnm), en Cusco

Marcapomacocha(4415 msnm), Morococha (4550 msnm), en Junin,

Santa Ana (4473msnm) Huancavelica.

San Antonio de Chuca (4525 msnm), en Arequipa.

San Antonio (4725 msnm), Ananea (4660msnm), en Puno.

Precipitaciones anuales variada:

Entre 250 a 750 milímetros ..

**Humedad relativa:** Baja, Grado de Humedad predominante 2 (30% a 50%)

**Promedio anual de Energía solar incidente diario:** 5 Kw h/m2 .

###### Promedio de Horas de Sol:

Centro: 8 a 10

Sur: 8 a 11

###### Vientos: Velocidad y dirección predominante:

Zona central 7 m/s, Sur y Sur-Oeste

Zona Sur 7 m/s, Sur y Sur-Oeste



**Marcapomacocha**

**Diferencia de temperatura medias:** (Entre el día y la noche).  
 Temperatura de Nocha mínima – 20°C, y Máximas a 15 °C.

**Vegetación:**  
 No tiene vegetación y si la hay es muy escasa.

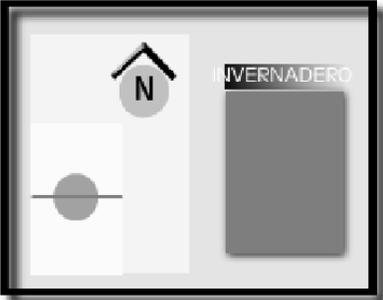
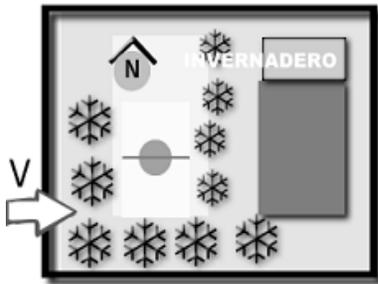


**Suykutambo**

**B) CUADRO DE EQUIVALENCIA CLIMATICA**

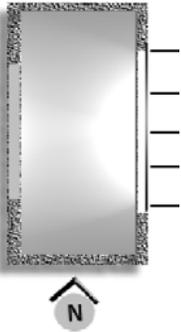
DESCRIPCION ZONA 6	CLASIFICACION					ALTITUD msnm	HUMEDAD RELATIVA	DISTRIBUCION POR PRECIPITACION	COBERTURA REFERENCIAL
	KÖPPEN	THORNTHWAITE	PULGAR VIDAL	TEMPERATURA	POR PRECIPITACION				
CLIMA DE NIEVE (GELIDO)	EFH	B(i) F' H2	JANCA	Polar	Lluvioso	Más de 4800	Seco	Invierno Seco	Zonas Altas cumbres de la cordillera. Poblados menores, caseríos y campamentos mineros

**C) RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS DE DISEÑO: ZONA 6 (NEVADO)**

Partido Arquitectónico	Materiales y Masa Térmica	Orientación	Techos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CERRADA Y COMPACTA.</li> <li>• ALTURA INTERIOR RECOMENDADA 2.85 METROS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MATERIALES MASA TERMICA ALTA.</li> <li>• APROVECHAMIENTO DE RADIACION SOLAR.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ORIENTACION DEL EJE DEL EDIFICIO NORTE SUR, O EDIFICACION COMPACTA, PARA APROVECHAMIENTO DE RADIACION.</li> <li>• APROVECHAR DUCTOS. PATIOS TECHADOS COMO INVERNADEROS, PUEDEN ESTAR ORIENTADOS AL NORTE U OESTE. GANACIA SOLAR.</li> <li>• PROTECCION DE VANOS POR PARASOLES.</li> <li>• EXPANSION AL ESTE O OESTE, PROTEGIDA DE VIENTOS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PENDIENTE DE 40 A 70%.</li> <li>• USO DE CANALETAS Y ALEROS PARA PROTECCION DE LLUVIAS Y NIEVE.</li> <li>• ZOCALOS EXTERIORES PROTEGIDOS DE LA HUMEDAD.</li> <li>• PISOS ANTIDESLIZANTES.</li> <li>• USO DE ESCURRIDERAS.</li> </ul>
			

**LEYENDA**

	Edificación con Invernadero		Volados protección sol / lluvia
	Pergolas		Area deportiva
	Arboles		Patio

Vanos	Iluminación y Parasoles	Ventilación	Vegetación	Colores y ReflejanCIAS
<p>Área de vanos / Área de Piso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 15%</li> </ul>	<p>Área de Aberturas / Área de Piso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VENTANAS ORIENTADAS ESTE Y OESTE.</li> <li>• VENTANAS BAJAS AL ESTE.</li> <li>• VARIACION DE ORIENTACION 22.5°.</li> <li>• USO DE PARASOLES VERTICALES.</li> <li>• LUMINANCIA EXTERIOR 10,000 LUMENES.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PROTECCION DEL VIENTO.</li> <li>• VENTILACION MINIMA REQUERIDA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LA VEGETACION ES CASI NULA.</li> <li>• USO DE TONALIDAD MATE</li> <li>• PISOS: SEMI OSCUROS (&lt;20%).</li> <li>• PAREDES: NEUTROS (50-60%).</li> <li>• CIELORASO: BLANCO (70%)</li> </ul>
				

#### 4.2.7 Zona 7 (CEJA DE MONTAÑA)

##### A) DESCRIPCION

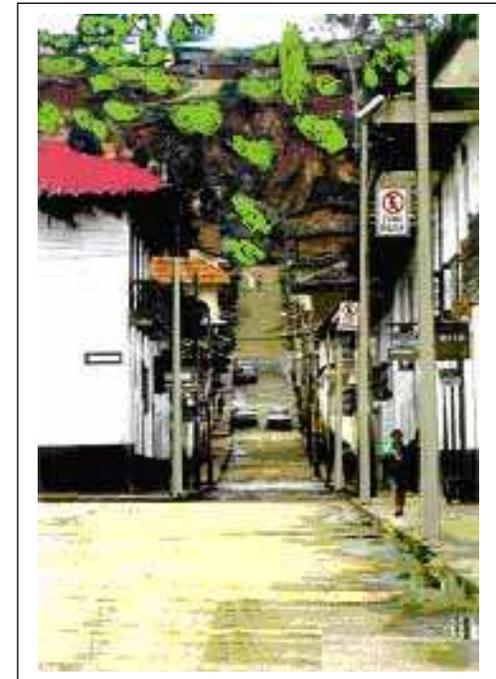
###### Tipificación:

Clima Templado moderado muy húmedo, Temperatura de Templado a Cálido, con precipitaciones de Semiseco a Muy Lluvioso, ocasionalmente escasa en otoño e invierno pudiéndose ser estas con estaciones de otoño e invierno secos a abundantes en todo el año.

Equivalente Clasificación de Köppen: Cw. Este tipo de clima predomina en la selva o ceja de montaña. Se caracteriza por ser muy húmedo, con precipitaciones como promedio por encima de los 2000 milímetros. Llegando hasta los 6000 milímetros en San Gabán y Coasa. Las temperaturas están como promedio entre los 25°C. Y los 28°C. En su mayor extensión. Por lo general se encuentra entre 2,000 a 3,000 msnm. Sin embargo hay algunos poblados entre 500 a 3,000 que pertenecen a este clima. Cubre alrededor de 9.7% del territorio peruano.

###### Ciudades importantes:

La coipa, Huabal, Las Pirias, Namballe, Chirinos, Santa Rosa, San Ignacio, San Juan de Licupis, Pimpingos, Santo Tomas, Cujillo, San Juan de Cutervo, La Ramada, San Luis de Lucma, Tacabamba, Anguia, Socota, Santo Domingo de la Capilla, Cutervo, Chiguirip, Chota, Lajas, Ninabamba, Chugur, Andabamba, Uticyacu, La Esperanza, Yauyucan, Chalamarca, Chancaybaños, Cochabamba, Saucepampa, Santa Cruz, Querocotillo, Pucara, Calquis, Celendin, Los Baños del Inca, Chetilla, San Juan, Asuncion, Cajabamba, Condebamba, Sitacocha, Chancay, Ichocan, Jose Manuel Quiroz, Namora, Gregorio Pita, Utco, San Felipe, Conchan, San Andres de Cutervo, Santa Cruz de Succhabamba, Tongod, Pomahuaca, Toribio Casanova, Tabaconas, San Jose del Alto, Bellavista, Callayuc, Colasay, Sallique, Chontali, Jaen y Miracosta en Cajamarca. Bagua Grande, Shipasbamba, Cuispes, Jazan, Corosha, Recta, Longuita, Maria, Leimebamba, Omia, San Francisco del Yeso, Huambo, Chisquilla, Mariscal Castilla, El Milagro, San Jeronimo, San Carlos, Churuja, Jumbilla, Asuncion, Olleros, Granada, Chiliquin, Valera, San Cristobal, Lamud, Santa Catalina, Luya Viejo, Conila, Ocalli, Lonya Chico, Milpuc, Totorá, Yambrasbamba, Jamalca, Cumba, Inguilpata, Luya, Huancas, Sonche, Chachapoyas, San Francisco de Daguas, Cheto, Soloco, San Isidro de Maino, Levanto, Colcamar, Molinopampa, Longar, Cochamal, Lonya Grande, Trita, Mariscal Benavides, Cajaruro y Quinjalca, Limabamba, en Amazonas. Florida, Manu en Madre de Dios. Yorongos, San Fernando, Yuracyacu, Yantalo, Posic, Habana, Agua Blanca, Santa Rosa, San Jose de Sisa, San Martin, Moyobamba, Shatoja, Tocache, Alto



**Chachapoyas**

Saposoa, Saposoa, Piscoyacu, Huicungo, Polvora, Calzada y Soritor en San Martín.

Sandia, Alto Inambari, Ayapata, Coasa, San Gaban, Yanahuaya en Puno. Kosñipata, Maranura, Ccapi, Limbani y Quellouno en Cusco. Ayahuanco, Accomarca, Canaria, Belen, Carhuanca, Quinoa, Pacaycasa, Iguain, Luricocha, Chungui y Santillana en Ayacucho. La Merced, Pachamarca, Salcabamba, Quishuar, Suncubamba, Salcahuasi, Huachocolpa en Huancavelica. San Luis de Shuaro, Pangoa, Coviriali, Satipo, Rio Negro, Pichanaqui, Llaylla, Rup-rup, Santo Domingo de Acobamba en Junín. Pariahuanca, San Nicolas en Ancash. Andamarca, Vitoc en Junín. Cholon, Arancay, Umari, Jircan, Chinchao, Mariano Damaso Beraun, Ambo, Tomay Kichwa, Huanuco, Amarillis, Jacas Chico, Chavinillo, Codo del Pozuzo, Canchabamba, San Buenaventura, Chaglla y Huacaybamba en Huánuco.

Huaylillas en La Libertad. Camanti, Yanatile. Pampa Hermosa en Loreto. Villa Rica, Oxapampa, Palcazu en Pasco. Macate, Caraz, Yupan, La Pampa, Santa Rosa, Cabana, Huachis, Ponto, Rahuapampa.

Parobamba, Lacabamba, Tauca, Bolognesi, Pallasca, Anra, Huacachi, Huacchis, Huacaschuque y Huandoval en Ancash. Angasmarca, Chugay, Marcabal, Huaranchal, Usquil en La Libertad. Paimas, Sapillica, Santo Domingo, Lagunas, Frias, Montero, Jilili, Sondor, Sondorillo, Pacaipampa, Sicchez, Ayabaca y Chalaco en Piura. Incahuasi en Lambayeque. San Antonio de Cachi, Huaccana, Cocharcas, Uranmarca, Andarapa, Justo Apu Sahuaraura, Pacobamba, Huancabamba. Chincheros en Apurímac.

#### **Precipitaciones anuales:**

Entre 4,001 a 6,000 milímetros Coasa, San Gabán en Puno.

Entre 3,001 a 3,500 milímetros Pólvora en San Martín. Codo del Pozuzo en Huanuco.

Entre 2,501 a 3,000 milímetros Ayapata, Camanti, Yanatile, Quellouno en Cusco. Manú en Madre de Dios. Limbani en Puno.

Entre 2,001 a 2,500 milímetros Alto Inambari en Puno. Palcazo, Oxapampa en Pasco. Pangoa, Coviriali, Satipo, Rio Negro, Pichanaqui en Junin. Tocache, Alto Saposoa, Saposoa, Piscoyacu en San Martín.

Entre 1,501 a 2,000 milímetros Moyabamba, Shatoja en San Martín. Villa Rica en Pasco. San Ignacio en Cajamarca.

Entre 1,001 a 1,500 milímetros La Coipa, Huabal, Las Pirias en Cajamarca. Bagua Grande, Shipasbamba, Florida, Cuispes, Jazan, Corosha, Recta, Leimebamba, San Nicolas, Omia, Huambo, Chisquilla en Amazonas. Yorongos en San Martín. Sandia en Puno. Santillana en Ayacucho. Santo Domingo de Acobamba, Pariahuanca, Andamarca, Vitoc en Junin.

Entre 751 a 1,000 milímetros. Sondor, Ayabaca, Huancabamba en Piura. Tabaconas, San Jose del Alto, Jaen, Jamalca, Cumba, Callayuc, Colasay, Chontali en Cajamarca. Chachapoyas, Lonya Grande en Amazonas. Belén en Ayacucho. Pacobamba en Apurimac. Quinoa en Ayacucho. La Merced en Huancavelica. Ambo, Huanuco, Amarillis en Huanuco.

Entre 501 a 750 milímetros. Pacaipampa en Piura. Pimpingos, Santo Tomas, Cujillo, San Juan de Cutervo, La Ramada, San Luis de Lucma, Tacabamba, Anguia, Socota, Santo Domingo de la Capilla, Cutervo, Chiguirip, Chota, Lajas,



Ninabamba, Chugur, Andabamba, Uticyacu, La Esperanza, Yauyucan, Chalamarca, Chancaybaños, Cochabamba, Saucepampa, Santa Cruz, Querocotillo, Pucara, Calquis, Celendin, Los Baños del Inca. Chetilla, San Juan, Asuncion en Cajamarca. Pallasca en Ancash. Marcabal en La Libertad.

Entre 251 y 500 milímetros Miracosta en Cajamarca. Huaranchal en La Libertad. Sapillica, Paimas en Piura. Incahuasi en Lambayeque.

Entre 151 y 250 milímetros Macate en Ancash.

**Humedad relativa:** Alta, predomina Grado de Humedad 4 (70% a 100%)

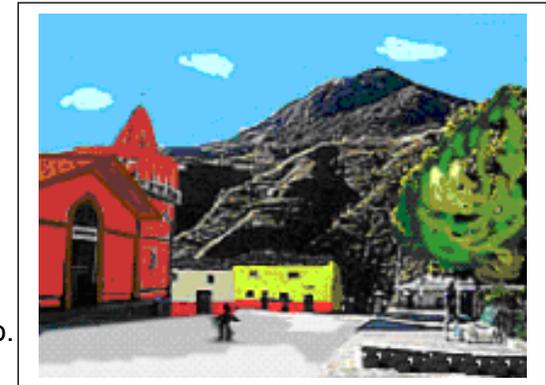
**Promedio anual de Energía solar incidente diario:**

Entre 4 a 5 Kw h/m<sup>2</sup> de Piura a Mariscal Cáceres (Provincia de San Martín),

Entre 3 a 5 Kw h/m<sup>2</sup> de Tocache hasta Pasco,

Entre 4 a 5 Kw h/m<sup>2</sup> de La Libertad a Ancash, Entre 4 a 5 Kw h/m<sup>2</sup> de Junin a Puno.

**Promedio de Horas de Sol:** Norte: 6 a 7                      Centro: 8 a 11                      Sur: 6



**Pacaipampa (en Ayabaca Dpto. de Piura)**

**Vientos: Velocidad y dirección predominante:**

Cajamarca - Amazonas 4 - 6 m/s, Sur y Sur-Oeste

Zona central y Sur Este 4 – 5 m/s, Sur y Sur-Oeste

Puno 6-7 m/s, Sur y Sur-Oeste

**Diferencia de temperatura medias:** (Entre el día y la noche)

Alcanza los 17.4°C, en Ayabaca con una temperatura mínima media de 9.5°C en la noche.

Alcanza los 14.6°C, en Arenales con una temperatura mínima media de 6.6°C en la noche.

Alcanza los 29.1°C, en San Ignacio con una temperatura mínima media de 17.7°C en la noche.

Alcanza los 21.8°C, en Tabaconas con una temperatura mínima media de 13.2°C en la noche.

Alcanza los 31.3°C, en El Limón con una temperatura mínima media de 20.2°C en la noche.

Alcanza los 30.6°C, en Jaén con una temperatura mínima media de 20.5°C en la noche.

Alcanza los 18.5°C, en Cutervo con una temperatura mínima media de 9.7°C en la noche.

Alcanza los 20.1°C, en Chachapoyas con una temperatura mínima media de 9.6°C en la noche.

Alcanza los 28°C, en Rioja con una temperatura mínima media de 18°C en la noche.

Alcanza los 30.5°C, en Quillabamba con una temperatura mínima media de 17.7°C en la noche.

Alcanza los 28.1°C, en Quincemil con una temperatura mínima media de 18.2°C en la noche.

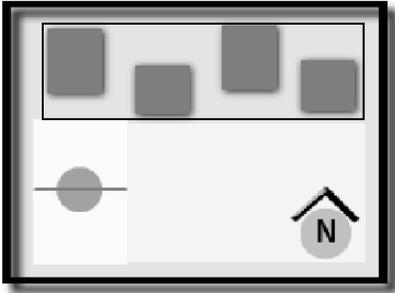
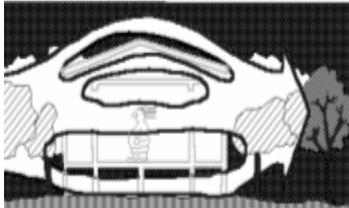
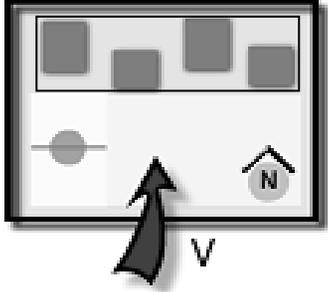
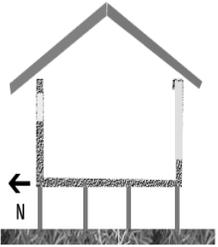
**Vegetación:**

Bosque mixto, árboles frondosos palmera, enredadera, crear sombras y espacios verdes para impedir la radiación indirecta.

**B) CUADRO DE EQUIVALENCIA CLIMATICA**

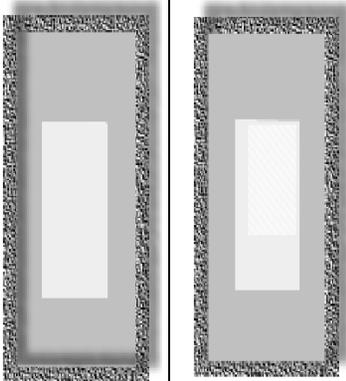
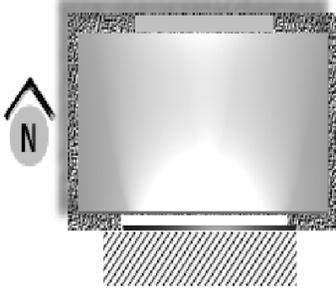
DESCRIPCION ZONA 7	CLASIFICACION					ALTITUD msnm	HUMEDAD RELATIVA	DISTRIBUCION POR PRECIPITACION	COBERTURA REFERENCIAL
	KÖPPEN	THORNTHWAITE	PULGAR VIDAL	TEMPERATURA	POR PRECIPITACION				
CLIMA TEMPLADO MODERADO MUY HUMEDO	Cw	B(i) B'2 H3	QUECHUA	Templado	Lluvioso	2000 a 3000	Húmedo	Invierno Seco	Franjas salteadas en Cajamarca
		B(o i) B'3 H3	QUECHUA	Semi-frío	Luvioso	2000 a 3000	Húmedo	Otoño e Invierno Secos	Prov. Ayabaca Franja Cajamarca Amazonas (río Marañón) Franja San Martín Huánuco
		C(o i) B'2 H3	QUECHUA	Templado	Semi Seco	2000 a 3000	Húmedo	Otoño e Invierno Secos	Franja Amazonas San Martín Ríos: Mantaro Pampas Apurímac
		B(r) B'2 H3	QUECHUA	Templado	Lluvioso	2000 a 3000	Húmedo	Abundante todo el Año	Límite Puno-Madre de Dios (río Inambari)
		A(r) B'2 H3	QUECHUA	Templado	Muy Lluvioso	2000 a 3000	Húmedo	Abundante todo el Año	Franja Oriental : Ucayali Pasco Junín Ayacucho Cusco Puno
		C(o i p) A' H3	YUNGA FLUVIAL	Cálido	Semi Seco	500 a 2000	Húmedo	Otoño Invierno y Primavera Secos	Valle Andino del río Marañón y afluentes
		B(i) B'1 H3	YUNGA FLUVIAL	Semi-Cálido	Lluvioso	1000 a 2000	Húmedo	Invierno Seco	Franja Amazonas San Martín Huánuco
		A(r) B'1 H4	YUNGA FLUVIAL	Semi-Cálido	Muy Lluvioso	1000 a 2000	Muy Húmedo	Abundante todo el Año	Franja de Ucayali Norte de Cusco. Zona del río Unime (So del Atalaya, río Aporoquiari, NO del río Unime)
		B(r) A' H3	SELVA ALTA	Cálido	Lluvioso	1000	Húmedo	Abundante todo el Año	Límite Puno-Madre de Dios (Río Inambari)

**C) RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS DE DISEÑO: ZONA 7 (CEJA DE MONTAÑA)**

Partido Arquitectónico	Materiales y Masa Térmica	Orientación	Techos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ABIERTA CON PATIO.</li> <li>• ESPACIOS ALTOS Y GRAN VOLUMEN.</li> <li>• ALTURA INTERIOR MINIMA 3.50 METROS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MATERIALES MASA TERMICA MEDIA.</li> <li>• TECHOS AISLANTES, IMPEDIR EL ALMACENAMIENTO DE LA RADIACION TERMICA.</li> <li>• EVITAR CALENTAMIENTO DE PAREDES Y PISOS EXTERIORES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ORIENTACION DEL EJE DEL EDIFICIO, ESTE OESTE.</li> <li>• ESPACIOS ORIENTADOS AL NORTE PROTEGIDOS DEL SOL.</li> <li>• ABERTURAS PROTEGIDAS PARA EVITAR INGRESO DE SOL.</li> <li>• APROVECHAMIENTO DE VIENTOS LOCALES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PENDIENTE &gt; 80%.</li> <li>• ALEROS PARA PROTECCION DE LLUVIAS.</li> <li>• PAREDES EXTERIORES PROTEGIDAS CONTRA LA HUMEDAD.</li> <li>• PISOS ANTIDESLI-ZANTES.</li> <li>• USO DE ESCURRI-DERAS</li> </ul>
			

**LEYENDA**

	Edificación permite ventilación entre bloques		Pergolas
	Volados protección sol / lluvia		Area deportiva
	Arboles		Patio

Vanos		Iluminación y Parasoles	Ventilación	Vegetación	Colores y ReflejanCIAS
<p>Área de vanos / Área de Piso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 25%</li> </ul>	<p>Área de Aberturas / Área de Piso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 - 15%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VENTANAS ORIENTADAS NORTE Y SUR.</li> <li>• VENTANAS BAJAS AL NORTE O SUR, DEPENDIENDO DE VIENTOS PREDOMINANTES.</li> <li>• VARIACION DE ORIENTACION 22.5°.</li> <li>• USO DE PARASOLES HORIZONTALES.</li> <li>• LUMINANCIA EXTERIOR 7500 LUMENES.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APROVECHAMIENTO O MAXIMO DEL VIENTO.</li> <li>• ORIENTACION QUE PERMITA LA VENTILACION CRUZADA.</li> <li>• TRATAR DE UTILIZAR EL EFECTO VENTURI PARA FORZAR EL AIRE CALIENTE HACIA EL EXTERIOR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BOSQUE MIXTO, ÁRBOLES FRONDOSOS PALMERA, ENREDADERA.</li> <li>• CREAR SOMBRAS Y ESPACIOS VERDES PARA INPEDIR LA RADIACION INDIRECTA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• USO DE TONALIDAD MATE</li> <li>• PISOS: MEDIOS (40%).</li> <li>• PAREDES: CLARAS (60%).</li> <li>• CIELORASO: BLANCO (70%)</li> </ul>
					

#### 4.2.8 Zona 8 (SUBTROPICAL HUMEDO)

##### A) DESCRIPCION

###### Tipificación:

Clima Semicálido muy húmedo (Subtropical muy húmedo), Temperatura de Semicálido a Cálido, con precipitaciones de deficiente a abundante para la yunga marítima y para la yunga fluvial lluvioso todo el año.

Equivalente Clasificación de Köppen: Aw. Este tipo de clima predomina en la selva alta (Yunga fluvial). Se caracteriza por ser muy húmedo, con precipitaciones como promedio por encima de los 2000 milímetros. Y bolsones pluviales que mayores a 5000 milímetros. Como en la zona de Quincemil. Las temperaturas están por debajo de 22°C. En su mayor extensión. Las temperaturas más elevadas se registran en los fondos de los valles y en la transición a la llanura amazónica. A excepción de la franja de la Sierra de Tumbes y Piura donde las precipitaciones son variadas. Cubre alrededor de 12.2% del territorio peruano. Se encuentra por lo general entre 400 a 2000 m.s.n.m.

###### Ciudades importantes:

Perene, Bellavista, Motupe, Marcavelica, Sullana, Salitral, Querecotillo, Quimbiri, Mazamari, Yuyapichis, Puerto Bermudez, Raymondi, Pichari, Rio Tambo, San Juan del Oro, Echarate, Inambari, Laberinto, Fitzcarrald, Madre de Dios, Tambopata, Sepahua, San Jacinto, Lancones, Tambo Grande, Las Lomas, Tumbes, Papayal, Chochope, Aguas Verdes, Zarumilla, Corrales, La Cruz, San Juan de la Virgen, Salas, Iberia, Las Piedras, Iñapari, Tahuamanu, Suyo, Buenos Aires, Salitral, Huarmaca, Lalaquiz, Yamango, Morropon, Santa Catalina de Mossa, Matapalo, Pampas de Hospital, San Miguel de el Faique, San Juan de Bigote, Canchaque.

###### Precipitaciones anuales:

Entre 3,001 a 4,000 milímetros Iberia, Las Piedras, Iñapari, Tahuamanu en Madre de Dios.

Entre 2,501 a 3,000 milímetros Echarate en Cusco. San Juan del Oro en Puno. Inambari, Laberinto, Fitzcarrald, Madre de Dios, Tambopata en Madre de Dios. Sepahua en Ucayali.

Entre 2,001 a 2,500 milímetros Quimbiri, Pichari en Cusco. Yuyapichis en Huanuco. Puerto Bermúdez en Pasco. Raymondi en Ucayali. Rio Tambo en Junin.

Entre 1,501 a 2,000 milímetros Perene en Junin.

Entre 751 a 1,000 milímetros San Miguel de el Faique, San Juan de Bigote, Canchaque en Piura.

Entre 501 a 750 milímetros Suyo, Buenos aires, Salitral, Huarmaca, Lalaquiz, Yamango, Morropon, Santa Catalina de Mossa en Piura. Matapalo, Pampas de Hospital en Tumbes.



Suyo

Entre 251 y 500 milímetros San Jacinto, Tumbes, Aguas Verdes, Zarumilla, Corrales, La Cruz, San Juan de la Virgen en Tumbes. Chochope, Salas en Lambayeque.

Entre 151 y 250 milímetros Motupe en Lambayeque. Bellavista, Marcavelica, Sullana, Salitral, Querecotillo en Piura.

**Humedad relativa:** Alta, predomina Grado de Humedad 4 (70% a 100%)

**Promedio anual de Energía solar incidente diario:**

5 Kw h/m<sup>2</sup> de Tumbes a Lambayeque, Entre 3 a 5 Kw h/m<sup>2</sup> de Puerto Inca a Puno.

**Promedio de Horas de Sol:**

Norte: 4 a 5

Sur- Este: 4 a 5

**Vientos: Velocidad y dirección predominante:**

Tumbes 5 m/s, Sur y Sur-Oeste

Piura 7 m/s, Sur-Oeste, Sur y Sur-Este

Ucayali 5 – 7 m/s, Sur y Sur-Oeste

Junin 5 m/s, Sur y Sur-Oeste

**Diferencia de temperatura medias:** (Entre el día y la noche)

Alcanza los 27.6°C, en El Salto con una temperatura mínima media de 21.5°C en la noche.

Alcanza los 29.5°C, en Zarumilla con una temperatura mínima media de 20.9°C en la noche.

Alcanza los 32.6°C, en Rica Playa con una temperatura mínima media de 21.3°C en la noche.

Alcanza los 31.3°C, en Chilaco con una temperatura mínima media de 19.2°C en la noche.

Alcanza los 31.5°C, en Morropon con una temperatura mínima media de 18.8°C en la noche.

Alcanza los 31°C, en Olmos con una temperatura mínima media de 18.4°C en la noche.

Alcanza los 30.7°C, en Mazamari con una temperatura mínima media de 18.4°C en la noche.



**Puerto Maldonado**

Alcanza los 32.9°C, en Puerto Ocopa con una temperatura mínima media de 20.5°C en la noche.

**Vegetación:**

Herbácea, pastos altos, bosque en la orilla de los ríos, árboles frondosos palmera, enredadera, crear sombras y espacios verdes para impedir la radiación indirecta.

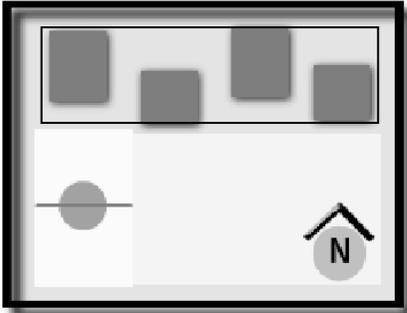
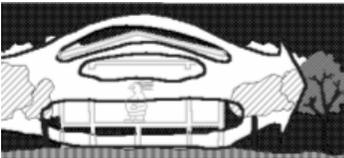
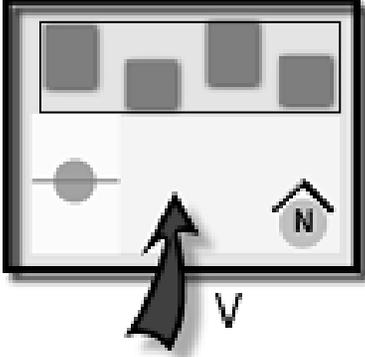
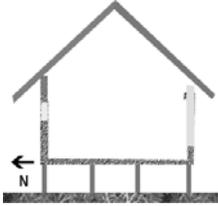


**Plaza Lancones**

**B) CUADRO DE EQUIVALENCIA CLIMATICA**

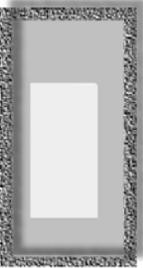
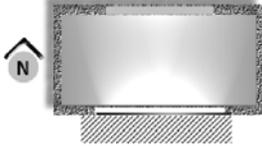
DESCRIPCION	CLASIFICACION					ALTITUD msnm	HUMEDAD RELATIVA	DISTRIBUCION POR PRECIPITACION	COBERTURA REFERENCIAL
	ZONA 8	KÖPPEN	THORNTHWAITE	PULGAR VIDAL	TEMPERATURA				
CLIMA SEMI-CALIDO MUY HUMEDO (SUBTROPICAL MUY HUMEDO)	Aw	E(d) A' H3	YUNGA MARITIMA	Cálido	Arido	400 a 2000	Húmedo	Deficiencia lluvia todo el año - cambiante	Franja Sierra de Tumbes y Piura
		B(r) B'1 H4	YUNGA FLUVIAL	Semi Cálido	Lluvioso	1000 a 2000	Muy Húmedo	Abundante todo el Año	Franja Oriental : Ucayali Pasco Junín Ayacucho Cusco Puno

**C) RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS DE DISEÑO: ZONA 8 (SUBTROPICAL HUMEDO)**

Partido Arquitectónico	Materiales y Masa Térmica	Orientación	Techos
<ul style="list-style-type: none"> <li>LINEAL Y ABIERTA ELEVADA, ESPACIOS ALTOS Y GRAN VOLUMEN.</li> <li>ALTURA INTERIOR MINIMA 3.50 METROS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MATERIALES MASA TERMICA BAJA.</li> <li>TECHOS AISLANTES, IMPEDIR EL ALMACENAMIENTO DE LA RADIACION TERMICA.</li> <li>EVITAR CALENTAMIENTO DE PAREDES Y PISOS EXTERIORES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ORIENTACION DEL EJE DEL EDIFICIO, ESTE OESTE.</li> <li>ESPACIOS ORIENTADOS AL NORTE PROTEGIDOS DEL SOL.</li> <li>ABERTURAS PROTEGIDAS PARA EVITAR INGRESO DE SOL.</li> <li>APROVECHAMIENTO DE VIENTOS LOCALES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PENDIENTE &gt; 80%.</li> <li>ALEROS PARA PROTECCION DE LLUVIAS.</li> <li>PAREDES EXTERIORES PROTEGIDAS CONTRA LA HUMEDAD.</li> <li>PISOS ANTIDESLIZANTES.</li> <li>USO DE ESCURRIDERAS.</li> <li>Nota: Franja Sierra de Tumbes y Piura pendiente menor.</li> </ul>
			

**LEYENDA**

	Edificación permite ventilación entre bloques		Pergolas
	Volados protección sol / lluvia		Area deportiva
	Arboles		Patio

Vanos	Iluminación y Parasoles	Ventilación	Vegetación	Colores y Reflejangias
<p>Área de vanos / Área de Piso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 30%</li> </ul>	<p>Área de Aberturas / Área de Piso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 15%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>VENTANAS ORIENTADAS NORTE Y SUR, VENTANAS BAJAS AL NORTE O SUR, DEPENDIENDO DE VIENTOS PREDOMINANTES, VARIACION DE ORIENTACION 22.5°</li> <li>USO DE PARASOLES HORIZONTALES</li> <li>LUMINANCIA EXTERIOR 7500 Lm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>APROVECHAMIENTO MAXIMO DEL VIENTO.</li> <li>ORIENTACION QUE PERMITA LA VENTILACION CRUZADA.</li> <li>TRATAR DE UTILIZAR EL EFECTO VENTURI PARA FORZAR EL AIRE CALIENTE HACIA EL EXTERIOR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ÁRBOLES FRONDOSOS PALMERA, ENREDADERA.</li> <li>CREAR SOMBRAS Y ESPACIOS VERDES PARA INPEDIR LA RADIACION INDIRECTA.</li> </ul>
				
				<ul style="list-style-type: none"> <li>USO DE TONALIDAD MATE</li> <li>PISOS: MEDIOS (40%).</li> <li>PAREDES: CLARAS (60%).</li> <li>CIELORASO: BLANCO (70%)</li> </ul>

#### 4.2.9 Zona 9 (TROPICAL HUMEDO)

##### A) DESCRIPCION

###### Tipificación:

Clima Cálido húmedo (Tropical húmedo), de precipitación de lluvioso a muy lluvioso, abundante todo el año.

Equivalente Clasificación de Köppen: Af. Este clima predomina en la selva baja. Las precipitaciones están alrededor de los 2,000 milímetros/año, y tiene temperaturas promedio de 25° C, con valores extremos encima de 30° C. Cubre alrededor de 39.7% del territorio peruano. encuentra por lo general entre 80 a 1000 m.s.n.m.

###### Ciudades importantes:

Tapiche, Alto Tapiche, San Jose de Lourdes, Jepelacio, Masisea, Calleria, Padre Marquez, Yarinacocha, Campoverde, Honoria, Tahuania, Emilio San Martin, Sarayacu, Alto Biavo, Bajo Biavo, Tingo de Ponasa, Tres Unidos, Pucacaca, Picota, San Cristobal, San Rafael, San Hilarion, Caspisapa, Pilluana, Alberto Leveau, Buenos Aires, Juan Guerra, Sauce, Lagunas, Alonso de Alvarado, Campanilla, Bellavista, Cuñumbuqui, Tarapoto, Morales, San Pablo, Zapatero, San Antonio, Cacatachi, Rumisapa, Lamas, Shanao, Tabalosos, Huallaga, Pajarillo, Juanjui, Sacanche, Tingo de Saposoa, El Eslabon, Yaquerana, Parinari, Jenaro Herrera, Saquena, Pastaza, Urarinas, El Cenepa, Imaza, Santa Rosa, La Peca, Iparia, Nueva Requena, Puerto Inca, Contamana, Uchiza, Maquia, Vargas Guerra, Inahuaya, Shamboyacu, Huimbayoc, Chipurana, Papaplaya, El Porvenir, Chazuta, Shapaja, Teniente Cesar Lopez Rojas, Barranquita, Caynarachi, La Banda de Shilcayo, Pinto Recodo, San Roque de Cumbaza, Pachiza, Copallin, Puinahua, Santa Cruz, Soplín, Tournavista, Huarango, Jeberos, Yavari, Nauta, Requena, Capelo, Rio Santiago, Aramango, Yurua, Yurimaguas, Fernando Lores, Indiana, Nieva, Morona, Barranca, Iquitos, Putumayo, Torres Causana, Tigre, Alto Nanay, Mazan, Punchana, Trompeteros, Cahuapanas, Balsapuerto, Irazola, Curimana, Padre Abad, Daniel Alomias Robles, Luyando, Hermilio Valdizan, Jose Crespo y Castillo, Nuevo Progreso, Pampa Hermosa, Las Amazonas, Pebas, San Pablo, Ramon Castilla, Manseriche, Purus, Napo, Choros, Yamon.

###### Precipitaciones anuales:

Entre 3,001 a 4,000 milímetros Putumayo, Torres Causana, Tigre, Alto Nanay, Mazan, Punchana, Trompeteros, Cahuapanas, Balsapuerto, Pampa Hermosa, Las Amazonas, Pebas, San Pablo, Ramon Castilla, Manseriche, Napo en Loreto. Irazola, Curimana, Padre Abad, Purus en Ucayali. Nuevo Progreso en San Martín. Daniel Alomias Robles, Luyando, Hermilio Valdizan, Jose Crespo y Castillo en Huánuco.

Entre 2,501 a 3,000 milímetros Nauta, Requena, Capelo, Yurimaguas, Fernando Lores, Indiana, Morona, Iquitos, Barranca en Loreto. Rio Santiago, Aramango, Nieva en Amazonas. Yurua en Ucayali.

Entre 2,001 a 2,500 milímetros Parinari, Jenaro Herrera, Saquena, Pastaza, Urarinas, Contamana, Maquia, Vargas Guerra, Inahuaya, Teniente Cesar



**Tarapoto**

Lopez Rojas, Puinahua, Santa Cruz, Soplín, Jeberos, Yavari en Loreto. El Cenepa, Imaza. La Peca, Copallín en Amazonas. Santa Rosa, Huarango en Cajamarca. Iparia, Nueva Requena en Ucayali. Puerto Inca, Tournavista en Huánuco.

Uchiza, Shamboyacu, Huimbayoc, Chipurana, Papaplaya, El Porvenir, Chazuta, Shapaja, Barranquita, Caynarachi, La Banda de Shilcayo, Pinto Recodo, San Roque de Cumbaza, Pachiza en San Martín.

Entre 1,501 a 2,000 milímetros Tapiche, Alto Tapiche en Loreto. San José de Lourdes en Cajamarca. Jepelacio, Alto Biavo, Bajo Biavo, Tingo de Ponasa, Tres Unidos, Pucacaca, Picota, San Cristóbal, San Rafael, San Hilarion, Caspisapa, Pilluana, Alberto Leveau, Buenos Aires, Juan Guerra, Sauce, Alonso de Alvarado, Campanilla, Bellavista, Cuñumbuqui, Tarapoto, Morales, San Pablo, Zapatero, San Antonio, Cacatachi, Rumisapa, Lamas, Shanao, Tabalosos, Huallaga, Pajarillo, Juanjui, Sacanche, Tingo de Saposoa, El Eslabón en San Martín. Masisea, Calleria, Yarinacocha, Campoverde, Tahuania en Ucayali. Padre Márquez en Loreto. Honoria en Huánuco. Emilio San Martín, Sarayacu, Lagunas, Yaquerana en Loreto.

Entre 751 a 1,000 milímetros Choros en Cajamarca. Yamon en Amazonas.

**Humedad relativa:** Alta, predomina Grado de Humedad 4 (70% a 100%)

**Promedio anual de Energía solar incidente diario:**

Entre 3 a 4 Kw h/m<sup>2</sup> de Cajamarca, Amazonas hacia Ucayali.

**Promedio de Horas de Sol:**

Norte - Este: 3 a 5    Este: 4 a 5

**Vientos: Velocidad y dirección predominante:**

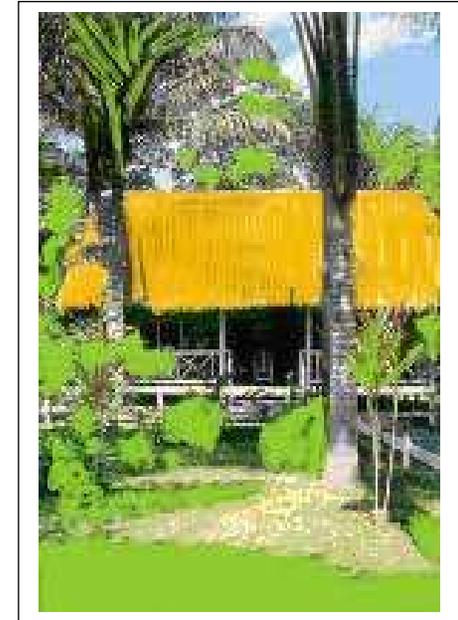
Loreto 5 a 6 m/s, Sur y Sur-Oeste

Ucayali 5 m/s, Sur y Sur-Oeste

**Diferencia de temperatura medias:** (Entre el día y la noche)

Alcanza los 31.3°C, en El Estrecho con una temperatura mínima media de 21.7°C en la noche.

Alcanza los 29.9°C, en Pebas con una temperatura mínima media de 21.8°C en la noche.



Iquitos



Alcanza los 32.1°C, en Yurimaguas con una temperatura mínima media de 22.3°C en la noche.

Alcanza los 31.2°C, en Tournavista con una temperatura mínima media de 20.7°C en la noche.

**Vegetación:**

Árboles exuberantes de gran tamaño, crear sombras y espacios verdes para impedir la radiación indirecta.

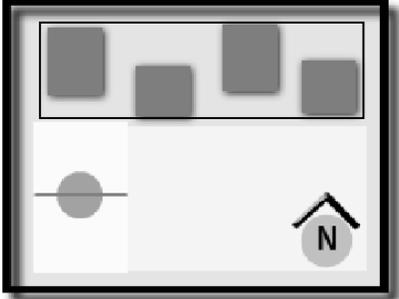
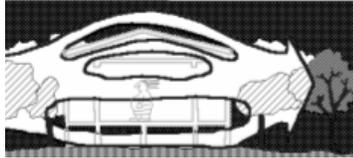
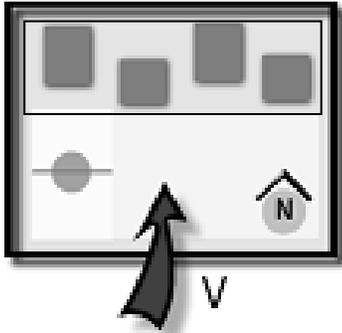
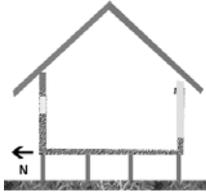


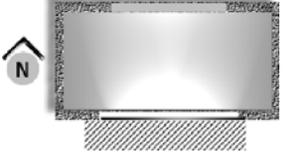
Iquitos

**B) CUADRO DE EQUIVALENCIA CLIMATICA**

DESCRIPCION ZONA 9	CLASIFICACION					ALTITUD msnm	HUMEDAD RELATIVA	DISTRIBUCION POR PRECIPITACION	COBERTURA REFERENCIAL
	KÖPPEN	THORNTHWAITE	PULGAR VIDAL	TEMPERATURA	POR PRECIPITACION				
CLIMA CALIDO HUMEDO (TROPICAL HUMEDO)	Af	B(r) A' H4	SELVA ALTA	Cálido	Lluvioso	400 a 1000	Muy Húmedo	Abundante todo el Año	Franja de: ríos Marañón y Huallaga, entre Borja y San Ramón (San Martín), Moyobamba, Lamas. Ríos Ene Perené Satipo
		A(r) A' H4	SELVA ALTA	Cálido	Muy Lluvioso	400 a 1000	Muy Húmedo	Abundante todo el Año	Franja de: Madre de Dios Cusco. Iquitos, Uchiza y Tocache.
		B(i) A' H3	SELVA BAJA	Cálido	Lluvioso	Menos de 400	Húmedo	Invierno Seco	Franja de ríos Ucayali y Pachitea

**C) RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS DE DISEÑO: ZONA 9 (TROPICAL HUMEDO)**

Partido Arquitectónico	Materiales y Masa Térmica	Orientación	Techos												
<ul style="list-style-type: none"> <li>LINEAL Y ABIERTA ELEVADA, ESPACIOS ALTOS Y GRAN VOLUMEN.</li> <li>ALTURA INTERIOR MINIMA 3.50 METROS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MATERIALES MASA TERMICA BAJA, TECHOS AISLANTES.</li> <li>IMPEDIR EL ALMACENAMIENTO DE LA RADIACION TERMICA.</li> <li>EVITAR CALENTAMIENTO DE PAREDES Y PISOS EXTERIORES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ORIENTACION DEL EJE DEL EDIFICIO, ESTE OESTE.</li> <li>ESPACIOS ORIENTADOS AL NORTE PROTEGIDOS DEL SOL.</li> <li>ABERTURAS PROTEGIDAS PARA EVITAR INGRESO DE SOL.</li> <li>APROVECHAMIENTO DE VIENTOS LOCALES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PENDIENTE &gt; 80%, ALEROS PARA PROTECCION DE LLUVIAS.</li> <li>PAREDES EXTERIORES PROTEGIDAS CONTRA LA HUMEDAD.</li> <li>PISOS ANTIDESLIZANTES</li> <li>USO DE ESCURRIDERAS</li> </ul>												
															
<p><b>LEYENDA</b></p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Edificación permite ventilación entre bloques</td> <td></td> <td>Pergolas</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Volados protección sol / lluvia</td> <td></td> <td>Area deportiva</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Arboles</td> <td></td> <td>Patio</td> </tr> </table>					Edificación permite ventilación entre bloques		Pergolas		Volados protección sol / lluvia		Area deportiva		Arboles		Patio
	Edificación permite ventilación entre bloques		Pergolas												
	Volados protección sol / lluvia		Area deportiva												
	Arboles		Patio												

Vanos	Iluminación y Parasoles	Ventilación	Vegetación	Colores y Refleancias
<p>Área de vanos / Área de Piso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt;30%</li> </ul>	<p>Área de Aberturas / Área de Piso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 15%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>VENTANAS ORIENTADAS NORTE Y SUR.</li> <li>VENTANAS BAJAS AL NORTE O SUR, DEPENDIENDO DE VIENTOS PREDOMINANTES</li> <li>VARIACION DE ORIENTACION 22.5°.</li> <li>USO DE PARASOLES HORIZONTALES.</li> <li>ILUMINANCIA EXTERIOR 7500 LUMENES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>APROVECHAMIENT O MAXIMO DEL VIENTO.</li> <li>ORIENTACION QUE PERMITA LA VENTILACION CRUZADA.</li> <li>TRATAR DE UTILIZAR EL EFECTO VENTURI PARA FORZAR EL AIRE CALIENTE HACIA EL EXTERIOR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ÁRBOLES FRONDOSOS PALMERA, ENREDADERA.</li> <li>CREAR SOMBRAS Y ESPACIOS VERDES PARA IMPEDIR LA RADIACION INDIRECTA.</li> </ul>
				 <ul style="list-style-type: none"> <li>USO DE TONALIDAD MATE</li> <li>PISOS: MEDIOS (40%).</li> <li>PAREDES: CLARAS (60%).</li> <li>CIELORASO: BLANCO (70%)</li> </ul>

### 4.3 RECOMENDACIONES GENERALES DE DISEÑO

Existe una gran variedad de soluciones para cada clima, las mismas dependerán, aparte de los factores climáticos de los materiales de construcción del lugar y las demandas del proyecto. El Perú posee una gran variedad de vegetación natural tanto de forma como tamaño, que se han adaptado a las condiciones de temperatura, precipitación, tipo de suelo y otros factores externos. La vegetación servirá de protección en el caso de vientos fuertes, así mismo se puede utilizar para producir frescor si se coloca cerca de fuentes de agua.

#### 4.3.1. Clases de microclimas

Las condiciones climáticas propias de una pequeña extensión del territorio determinan un microclima. Estos pueden cambiar de una urbanización a otra si es que se encuentra cercana a ríos, alrededor de cerros ó en una zona de montañosa. En todos estos casos no existen reglas específicas que permitan caracterizar los recursos climáticos debiendo realizarse una evaluación específica para cada situación.



- A. **Microclimas urbanos:** Las aglomeraciones de centros urbanos generan la aparición de las denominadas “islas calientes”. Este fenómeno es favorecido por la energía emitida por los edificios generando un aumento en la temperatura ambiental local respecto de las zonas de menor densidad urbana. En el verano la rugosidad determinada por las diferentes alturas de los edificios permite que aumente la captación solar calentando diferencialmente unos sectores respecto de otros. Este fenómeno provoca la aparición de corrientes de aire que se canalizan entre los edificios desde las zonas más calientes a las más frescas; esto puede suceder aún en situaciones de calma. A este efecto se le suma que cuando se presentan corrientes de aire sobre las zonas urbanas, la rugosidad de estas, disminuye la velocidad del viento por un aumento de la fricción.
- B. **Microclimas costeros:** La presencia de grandes masas de agua generan un efecto amortiguador de las temperaturas debido a la alta inercia térmica de estas masas y al aumento de la presión de vapor atmosférica. Las diferencias de presión que se dan entre la costa y el mar se invierten del día a la noche. Durante el día la tierra aumenta su temperatura más rápidamente que el agua por su menor capacidad térmica generando una menor presión sobre la tierra que favorece la aparición de una corriente de aire desde el agua hacia la costa, denominado brisa marina o costera. Durante la noche se invierte la situación ya que la tierra se enfría más rápidamente provocando un aumento en la presión del aire que favorece la aparición de una corriente de aire desde el continente hacia el agua. En las zonas templadas húmedas puede aprovecharse este tipo de corrientes de aire de baja velocidad para refrescar el interior de los edificios.

- C. **Microclimas de montaña:** En las zonas montañosas se presentan dos situaciones características en función de la dirección del viento:

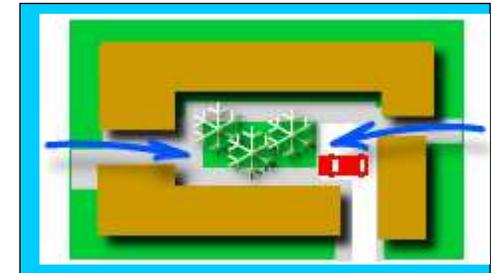
**Viento que asciende por la ladera,** el aire será húmedo con días cubiertos y abundantes precipitaciones, que en consecuencia generará poca radiación solar y pequeñas amplitudes térmicas.

**Viento que desciende desde la montaña,** el aire será fresco y seco con días despejados, poca precipitación pluvial, intensa irradiación solar con grandes amplitudes térmicas.

En las zonas de bosque o montaña cuando se presentan condiciones de viento regulares, el sector que está a favor del viento, es el más afectado. Si se presentan calmas en el momento de calentamiento se favorece la transpiración de las plantas, produciéndose un ascenso del aire sobre el bosque, resultando en un movimiento del aire desde las afueras hacia el bosque; favoreciendo las precipitaciones.

#### 4.3.2 Recomendaciones generales de diseño en los microclimas

- A. **En microclimas en zonas frías y extremadamente ventosa:** Las distribuciones de los edificios de aulas deben estar juntas, resultando lo más aconsejable, siempre que se eviten los callejones de altas velocidades. De existir obstáculos bajos (zonas de bosque) la ubicación en contra del viento puede brindar buena protección. La ubicación cercana a masas de agua, también se ve favorecida por la acción atemperadora de éstas. La ubicación al pie de la pendiente en valles, siempre que no resulten callejones de altas velocidades, también puede brindar buena protección.
- B. **En microclimas en zonas cálidas:** Las distribuciones de edificaciones de aulas abiertas atenúan el efecto de “isla caliente” y favorecen la ventilación. Por este motivo, resultan favorecidas las ubicaciones a favor del viento de cualquier obstáculo (zona de bosque).
- C. **En microclimas montañosos:** La distribución de las aulas deberá estar al pie de la pendiente, de esta forma se evita el marcado calentamiento diario y aprovecha la brisa durante las noches. Por su efecto atemperador, la cercanía a masas de agua resulta beneficiosa.



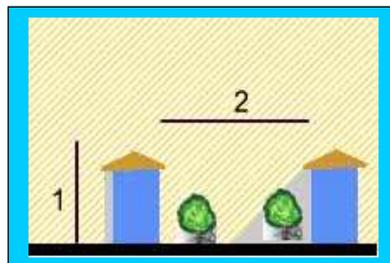


Se deberá aprovechar de la vegetación de hoja caduca, que en el verano nos proteja del sol y en el invierno al no tener hojas, deja pasar los rayos solares.

#### 4.3.3 Recomendaciones generales de diseño para salones de clase respecto a la conformación espacial y proporciones

La conformación espacial de los entornos inmediatos a las aulas debe responder a la funcionalidad y al confort deseado.

La orientación de las aulas deberá privilegiar el asoleamiento mínimo necesario dependiendo de la actividad, como por ejemplo, un entorno destinado a juego requerirá de sol en invierno y sombra en verano.



Utilizar proporciones de 1:2 mínimo entre altura y distanciamiento entre volúmenes, para garantizar el asoleamiento en invierno y considerar que proporciones inferiores a 1:1 generan falta de privacidad.

#### 4.3.4 Recomendaciones generales de diseño para salones de clase respecto al terreno.

El diseño integral de los salones de clase, considerando su emplazamiento en el terreno, diseño y definición de los materiales de sus cerramientos y la incorporación de sistemas pasivos y/o activos de control ambiental, debe aprovechar al máximo las condiciones del medio natural (clima, suelo, vegetación, etc.) a fin de que pueda proporcionar el máximo estándar de Bienestar Térmico con el mínimo suplemento adicional de energía, considerando el control sistémico e intencionado de los factores involucrados: radiación solar, temperatura, humedad exterior, movimiento del aire y características térmicas de la envolvente.

Emplazar las aulas en el terreno considerando la orientación y recorrido del sol, buscando asegurar un mínimo horas/sol diarias en cada ambiente del Local Educativo.

Minimizar pérdidas por muros y permitir ganancias térmicas en invierno.



## **5. ARQUITECTURA SOSTENIBLE - DISEÑO BIOCLIMÁTICO DE UN LOCAL EDUCATIVO**

### **5.1 NOCIONES GENERALES**

#### **5.1.1 Aula bioclimática.**

Es aquella que se trata de adaptar a las condiciones climáticas particulares de un determinado lugar, logrando las mejores condiciones de confort en el interior de ella, con el menor apoyo posible de fuentes de energía auxiliar.

La arquitectura bioclimática no es algo nuevo, sino que gran parte de la arquitectura tradicional funciona según los principios bioclimáticos, cuando las posibilidades de climatización artificial eran escasas y costosas.

Es importante para un aprovechamiento máximo de las fuentes de energía naturales que haya un planeamiento urbanístico total en el cual se estudien aspectos tales como la situación y distribución de los edificios; las distancias entre ellos y las alturas de construcción para evitar sombras en invierno; las zonas de arbolado necesarias para el aprovechamiento de la radiación solar y la protección del viento; la temperatura, velocidad del viento y la humedad relativa.

El confort térmico es una sensación que varía de una persona a otra aunque depende de la temperatura seca, de la humedad, de la velocidad del viento, de la temperatura interior del ambiente, del metabolismo de la vestimenta de las personas. En este caso de los alumnos y de la de los profesores.

En climas fríos, es interesante aprovechar la radiación solar mediante sistemas activos y pasivos, protegerse de las bajas temperaturas exteriores mediante adecuados materiales aislantes e impedir el efecto del viento predominante. En climas cálidos el efecto es contrario, hay que protegerse contra la radiación solar mediante zonas de sombras próximas a las aulas y de las altas temperaturas exteriores mediante aislamientos adecuados, así como aprovechar la ventilación natural.

#### **5.1.2 Costos.**

El aula bioclimática no necesita de la compra y/o instalación de extraños y costosos sistemas, sino que juega con los elementos arquitectónicos de siempre para incrementar el rendimiento energético y conseguir confort de forma natural. Por ello, el diseño bioclimático supone un conjunto de restricciones, pero siguen existiendo grados de libertad para el diseño.

#### **5.1.3 Funcionamiento.**

Las necesidades de calefacción de un salón de clase se calculan mediante la diferencia entre las pérdidas de calor del mismo y las ganancias. Las primeras se producen por los cerramientos que lo separan del exterior y por la necesidad de renovación de aire. Las segundas son debidas a la radiación solar incidente sobre el aula en particular y las ganancias

energéticas provenientes de iluminación, proyector multimedia de ser el caso u otro artefacto que este en funcionamiento dentro del aula y por último el metabolismo humano.

La distribución de los bloques de aulas deben ser tales que los espacios estén orientados al norte ó sur, dejando para la orientación norte los espacios reservados a comedores, servicios higiénicos, escaleras, talleres, laboratorios. Siguiendo el esquema representado según la zona climática. (Ver capítulo 4, desde página 14)

#### **5.1.4 Ahorro.**

Las ventajas obtenidas en la aplicación de las técnicas de arquitectura bioclimática reducen la necesidad de calefacción y de refrigeración en los bloques de aulas a una tercera parte de las necesidades de un edificio tradicional.

#### **5.1.5 Materiales.**

El acondicionamiento ambiental busca lograr temperaturas confortables a través del uso de sistemas pasivos de calefacción y enfriamiento, con protecciones y uso de fuentes naturales de refrescamiento (temperatura del subsuelo, temperatura de aire y humidificación / evaporación) para poder enfriar las construcciones. Esto lo podemos lograr mediante la arquitectura bioclimática que incluye la forma de la edificación, el uso de materiales apropiados a través del diseño de los elementos estructurales y la incorporación de sistemas de intercambio energético pasivo y activos de la edificación.

El diseño final por el cual optemos estará de acuerdo al clima, si este tuviera variaciones durante el año tendrá que satisfacer la calefacción en el invierno y el enfriamiento en el verano.

En el Perú, aplicar las dos formas de sistemas pasivos y activos de calefacción y enfriamiento tienen vital importancia porque determinan la respuesta a las condiciones climática.

##### **A. Tecnologías disponibles**

El estado de la tecnología a utilizar depende como todos los sistemas de energías renovables, del costo del combustible reemplazado, del costo de su puesta en operatividad y de la economía del usuario final.

La tecnología disponible la podemos catalogar en:

- Materiales aislantes térmicos y su disponibilidad en el lugar
- Sistemas pasivos de calefacción
- Sistemas pasivos de enfriamiento
- Ganancia directa, muros acumuladores, invernaderos, sistema termosifónico y termocielo
- Sistemas solares activos
- Sistemas de calentamiento de agua para calefacción
- Sistemas de aire caliente
- Sistemas de ventilación natural y cruzada

- Sistemas de enfriamiento convectivo nocturno
- Sistemas de enfriamiento por ventilación de confort
- Sistemas de enfriamiento subterráneo
- Sistemas de enfriamiento por patios sombreados, cobertura a modo de cortinas
- Sistemas de iluminación natural de espacios
- Ganancia indirecta

#### **B. Optimización de recursos naturales.**

La noción de economía energética.- El concepto de economía en el manejo de la energía, se basa en mantener el bienestar térmico, con un menor costo, generando al mismo tiempo menos contaminantes, esto se logrará solamente utilizando energías renovables en la medida que las condiciones lo permitan.

El ahorro se notará aún más con el paso del tiempo debido al incremento de los costos de los combustibles derivados del petróleo y gas. La razón se fundamenta en el agotamiento de los yacimientos y a los conflictos bélicos en medio oriente.

Con el uso de alternativas no convencionales y energías renovables obtendremos adicionalmente a los beneficios económicos, una reducción de la polución y elementos contaminantes. Además un buen diseño arquitectónico genera un menor consumo de energía, por conceptos de iluminación, ventilación, calefacción o aire acondicionado, logrando un diseño sostenible, cuyo objetivo deriva en cinco aspectos fundamentales:

1. Optimización de los recursos y materiales,
2. Disminución del consumo energético y uso de energías renovables,
3. Disminución de residuos y emisiones,
4. Disminución del mantenimiento, explotación y uso de los edificios
5. Aumento de la calidad de vida de los ocupantes de los edificios.

#### **C. La noción de control energético**

Las grandes potencias están en la carrera por el control de fuentes de energía. En los últimos 40 años el 88% de las energía primaria proviene de combustibles fósiles. En la última década la relación de reservas de petróleo en comparación con la demanda se ha reducido significativamente. Desde la década del 90 los países subdesarrollados han duplicado su consumo energético.

Solamente algunos países tienen una política energética a futuro clara, por ejemplo, Brasil apuesta por uso alternativo de combustibles desde hace más de 20 años, alternativas viables, utilizar derivados de caña de azúcar para generación de combustible. Más del 50% del transporte en Brasil no utiliza como combustibles derivados del petróleo. España recientemente ha aprobado un proyecto que busca hacer lo mismo que Brasil.

Países como Chile, Brasil y Argentina poseen normativas para Diseño Arquitectónico que contemplan la variable climática y energética. Es decir si por iniciativa propia el profesional no es capaz de exigirse a sí mismo para lograr una arquitectura sostenible, la normativa lo obliga por lo menos a tener consideraciones básicas a cumplir.

En nuestro país aún no existe una normativa, y la presente guía trata de brindar los criterios que deberían considerarse en el diseño para garantizar el confort de los alumnos. No todos los materiales utilizados en la construcción tienen las mismas repercusiones medioambientales ni el mismo costo energético. Mediante el Análisis del Ciclo de Vida de los mismos se pueden comparar entre los diversos materiales propios de cada lugar, para saber cuál más o menos es solidario con el medio ambiente. La elección de los materiales adecuados también entra a formar parte de la Arquitectura Bioclimática. Es recomendable la utilización de madera autóctona y sin tratamientos artificiales, la utilización de vidrio doble y de protecciones solares, la restricción de la superficie pavimentada favoreciendo la utilización de pavimentos verdes, evitar el empleo de poliuretano, no utilizar PVC sin reciclar, no usar plomo en la fontanería.

### 5.1.6 Elementos.

Los elementos que existen los podemos clasificar en pasivos y en activos.

#### A. Elementos solares activos

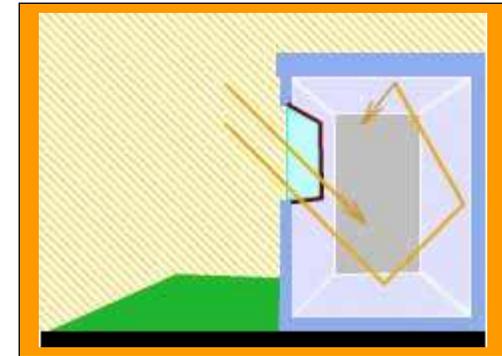
Los activos hacen referencia al aprovechamiento de la energía solar mediante sistemas mecánicos y/o eléctricos: colectores solares (para calentar agua o para calefacción) y paneles fotovoltaicos (para obtención de energía eléctrica).

#### B. Elementos solares pasivos

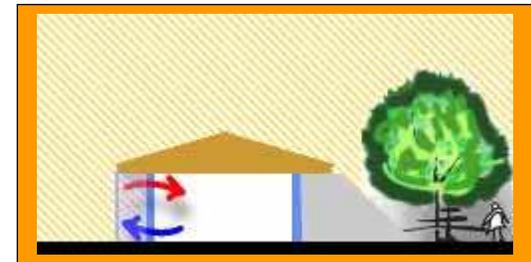
Están constituidos por una superficie captadora formada por vidrios, materiales plásticos transparente y por una superficie de almacenaje formada por los muros, suelos y techos del edificio.

Las superficies captadoras más habituales son las ventanas, atrios y lucernarios.

- **Muros Trombé:** son similares a los muros térmicos (que almacena el calor) con precalentamiento de aire pero en este caso en el acristalamiento exterior no se practican orificios, sino que se hacen en el muro tanto en la parte superior como en la parte inferior.



Elementos captadores: vidrios, paredes



Muro trombe

De esta manera el aire del interior del habitáculo se calienta al recircular por la cámara de aire existente. Por la noche es necesario cerrar los orificios para que no ocurra el efecto contrario al deseado.

- **Muros Másicos:** es como un muro Trombé al que no se le han practicado ningún tipo de orificios por lo que las ganancias de calor se producen por conducción a través del muro.
- **Colectores y Lechos de Grava:** Los colectores de aire hacen circular por el interior de la dependencia un flujo de aire que previamente ha sido calentado en el colector mediante un acristalamiento externo que crea el efecto invernadero en su interior. Los lechos de grava son sistemas de almacenamiento de energía que captan calor gracias a la circulación de aire caliente.

### C. Invernaderos.

Es resultado de la combinación de sistemas de ganancia directa e indirecta. Están compuestos de un gran acristalamiento y de un espacio libre entre éste, siendo el área del muro mucho más grande que en el muro Trombé.

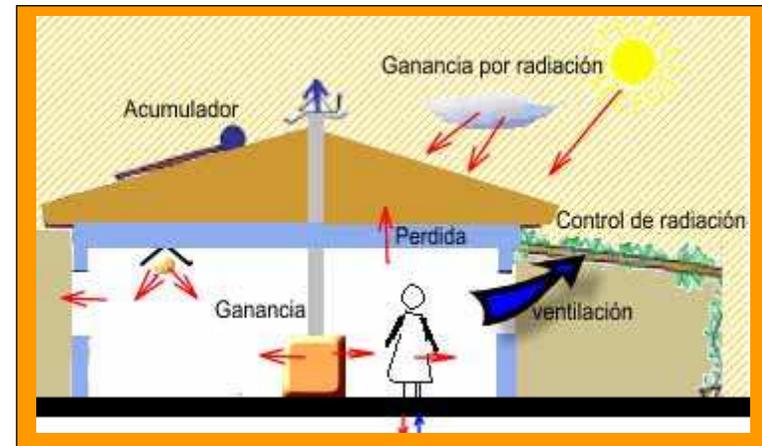
El funcionamiento es similar en ambos casos. En verano es importante cubrirlo con aleros masa arbórea u otros elementos puestos que son capaces de conseguir temperaturas muy altas. Este efecto se puede paliar también practicando aberturas en la superficie acristalada para que circule el aire. La superficie de almacenaje está constituida en este caso por muros y suelos.

Pueden existir varios tipos de invernaderos dependiendo del espacio y de la estética del edificio. Así, pueden estar adosados al edificio, integrados en el edificio, de ventana, o bien formando atrios o galerías.



### 5.1.7 Radiación solar.

Considerar elementos de protección y control de la radiación solar, para evitar sobrecalentamiento en verano, por los vanos que permitan controlar las ganancias térmicas en verano aprovechando dicho aporte térmico en invierno. Esto considera principalmente elementos de protección frente a ventanas y/o balcones (protecciones del tipo celosías, rompesoles, parasoles, uso de vegetación, etc.)



En ventanas y puertas que relacionan el interior con el exterior se recomienda:

Controlar las dimensiones de las ventanas en relación con los recintos al margen de esto se debe asegurar la renovación de aire adecuada, incluyendo el ingreso del aire y extracción del mismo. Se deberían considerar sistemas de ventilación incluidos en el diseño de vanos, o independientes de ellos, para evacuar el vapor de ambientes como servicios higiénicos y cocinas, a fin de controlar la humedad relativa del aire. Estos sistemas pueden ser pasivos, activos o mecánicos. En el invierno aminoran el riesgo de condensaciones y en el verano mejoran las condiciones de enfriamiento en el interior.

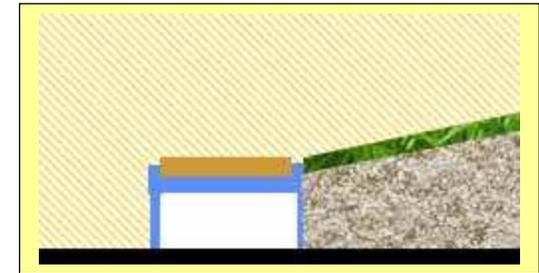
## 5.2 CRITERIOS DE DISEÑO BIOCLIMATICO CON SISTEMAS PASIVOS

### 5.2.1 Sistemas pasivos de calentamiento

Si en el clima a diseñar necesitamos ganar calor, consideraremos los siguientes criterios:

#### A. Aislamiento

Tenemos varias formas para aislar la edificación para climas fríos usaremos la tierra como material aislante. La tierra por debajo de la profundidad a la que llegan las heladas tiene una temperatura constante de 13 °C., la cual obviamente es más alta que la temperatura exterior. Si la edificación es subterránea rodeada de tierra, es como si estuviera en un clima de 13 °C.



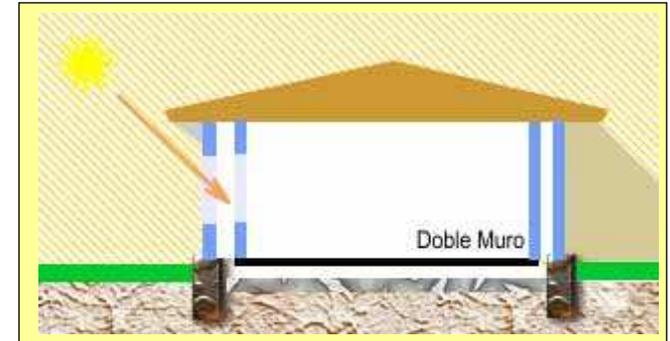
#### B. Sobreaislamiento.-



En este caso usaremos paredes, techos y el sobrecimiento serán con materiales que tengan bastante resistencia a la pérdida de calor. Si tenemos aire atrapado en el interior de dos muros, impediremos la conducción de calor. Otro material sería la lana de fibra de vidrio, el polietileno. Diremos finalmente que a mayor aislamiento tendremos menos pérdida de calor.

**C. Construcción doble.-**

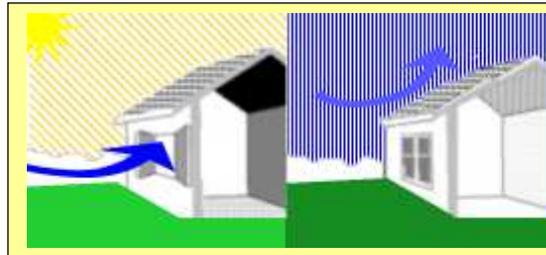
Para climas extremadamente fríos usaremos el criterio de tener un doble muro con una cámara de aire interior, de esta forma almacenaremos aire caliente, captándolo de las ventanas, en un almacén de piedras dispuestas bajo el piso, para luego usar este aire, haciéndolo circular para calentar la edificación.



**D. Utilización del sol directamente.-**

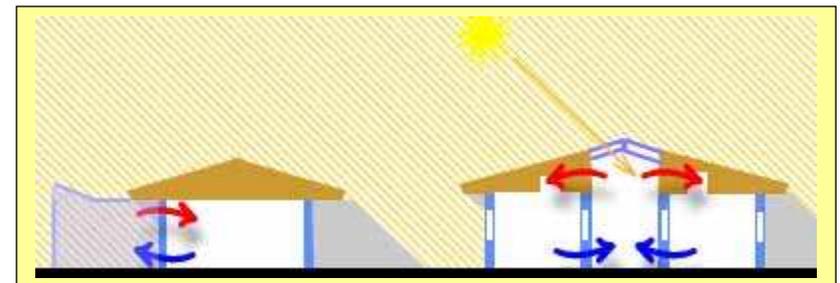
Dentro de los sistemas pasivos, es el más usado, no altera el costo de la edificación, en el Perú basta orientar la ventana al Este y al Oeste para ganar calor, durante todo el año. Pero en las noches se perdería este calor, así como cuando exista bastante nubosidad.

Para evitar estas pérdidas en climas fríos es indispensable el uso de contraventanas. (Elemento exterior que sirve de cierre y a la vez protege contra el frío)



**E. Utilización del sol indirectamente.-**

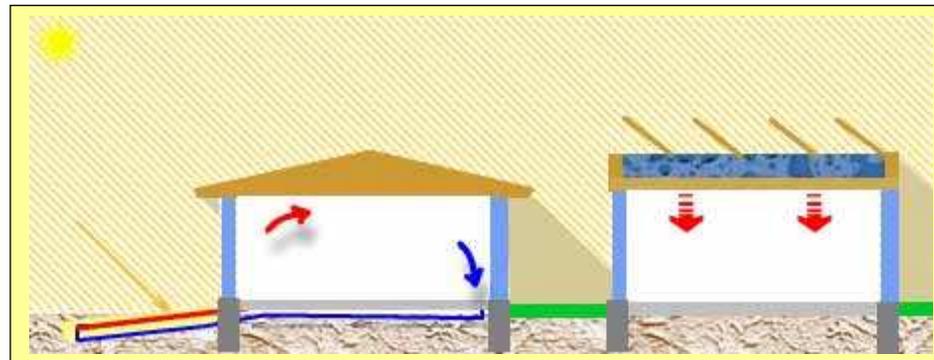
Utilizamos accesorios de la edificación (nos referimos a los vidrios de la ventanas), para captar energía solar. Recordar el **efecto de invernadero**, el cual se aísla durante la noche para reducir la pérdida de calor. Esto sucede porque el vidrio tiene la propiedad de ganar calor rápidamente, que el que se pierde al exterior.



Existen muchas formas de utilizar el sol indirectamente, entre ellas tenemos:

El sistema “**termosifónico**” el cual utiliza colectores planos para calentar el aire, por medio de la convección para luego distribuirlo al interior del ambiente.

El sistema “**termocielo**” el cual utiliza varios colchones de agua sobre el techo, con una superficie negra, entre la cubierta y el cielo raso, así como un sistema de puertas retráctiles, de tal forma que produce frío o calor según la necesidad.



**Sistema termosifónico**

**Sistema Termocielo**

### 5.2.2 Sistemas pasivos de enfriamiento

Si en el clima a diseñar necesitamos perder calor, consideraremos los siguientes criterios:

#### A. Aislamiento.-

Tenemos varias formas para aislar la edificación para climas calurosos, una forma es usar la tierra como material aislante. La tierra mantiene una temperatura constante de 13 °C, la cual obviamente es menor que la temperatura del aire. Si hipotéticamente la edificación fuera subterránea rodeada de tierra, es como si estuviera en un clima de 13 °C. Este sistema es aplicable lo utilizaremos en climas cálidos y secos, porque el aire húmedo, en contacto con los muros fríos, causaría mucha condensación en los muros interiores de la edificación en climas húmedos.

En climas calurosos, si el terreno es seco y a una profundidad de 1.50 a 2.50 metros, la temperatura no excederá a los 21 °C., siendo en el exterior 38 °C. La iluminación y la renovación de aire se darán por fuentes de luz y registros de ventilación. Un ejemplo son las edificaciones trogloditas.



#### B. Sobreaislamiento.-



En este caso usaremos paredes, techos y el sobrecimiento serán con materiales que tengan bastante resistencia a la transferencia del calor. Este criterio es válido para climas en que la diferencia de temperatura entre el día y la noche oscile en 10 °C., más no en los que se mantengan constante.

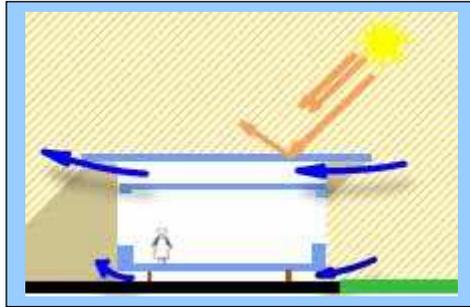
#### C. Construcción doble.-

Para climas extremadamente calurosos usaremos el criterio de tener un doble muro con una cámara de aire interior, de esta forma almacenaremos aire, para luego hacerlo ventilar este aire, usando la acción de convección para bajar la temperatura interior, aislando las condiciones del exterior de la edificación.

Si a la edificación le modificamos el microclima usando vegetación, cuidadosamente estudiada, bajaremos el aporte térmico de la radiación solar.



**D. Coberturas a modo de cortinas.-**



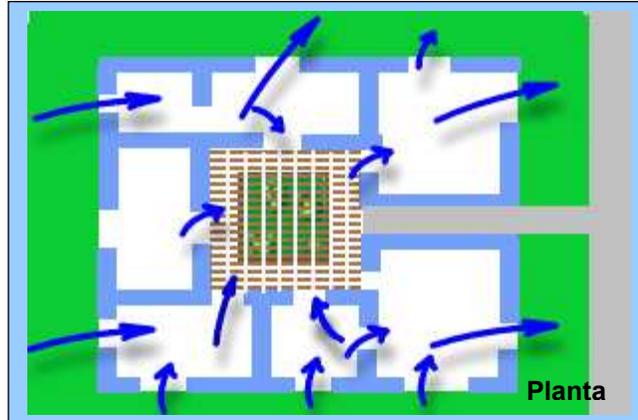
Para climas tropicales, es importante tener en cuenta el uso de la mínima masa estructural, a fin de disminuir el almacenaje térmico. La edificación que tenga poca capacidad de retener el calor, cuando sople el viento o llueva se enfriará más rápidamente.

**E. Con el sombreado de las cubiertas.-**

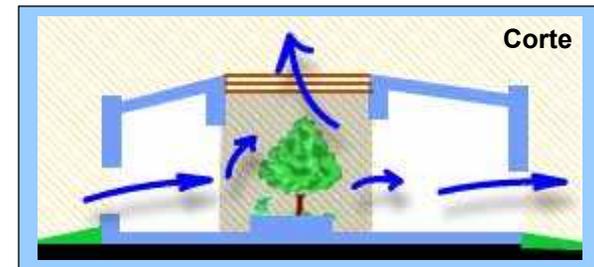
En este caso usaremos las sombras debidas a elementos tanto de las paredes, como techos.



**F. Patios sombreados.-**



El patio como espacio sombreado es un medio eficaz de refrigeración, se puede cubrir en los días calurosos a modo de celosías ligeras, a manera de interponerse a la entrada del sol.



Las aberturas contribuirán a la ventilación, lo mismo que una fuente y la vegetación. En la noche, al retirar el elemento de sombra la radiación espacial y la evaporación no retendrán su acción de enfriamiento.

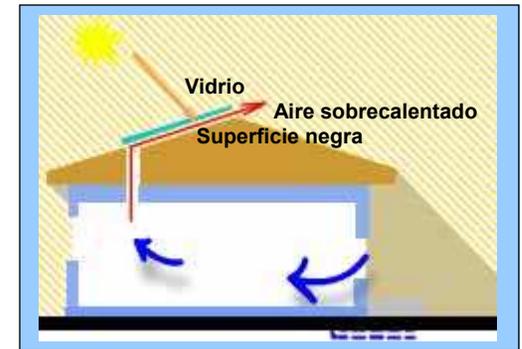
### G. Utilización de la “Chimenea solar”. -



Usa la convección del aire para crear ventilación, por medio del efecto de sobrecalentar el aire atrapado por la chimenea, obligado a subir rápidamente, succionándolo por un espacio que se conecta a la chimenea. Dentro de los sistemas pasivos, es el más usado, no altera el costo de la edificación.

### H. Con el retardo del calor.-

En este caso utilizaremos materiales pesados que retarden la transferencia de calor de los techos y muros. Cuando la temperatura exterior es la máxima y de elevado transmisión esto mayormente ocurre al mismo instante, por eso al usar materiales pesados retardaremos la transferencia de calor al interior hasta la noche. Como sabemos la temperatura en la noche es más baja, con lo cual habrá menos discomfort.



### 5.3 CRITERIOS DE DISEÑO BIOCLIMATICO EN FUNCION DE LA VIENTO

#### 5.3.1 Ubicación de la edificación de un local educativo

La ubicación de la edificación de un local educativo tomará en cuenta el impacto del viento, desde un comienzo del estudio, de tal forma que el diseño final corresponda a un urbanismo que preserve el confort de sus futuros usuarios, en este caso de los alumnos y profesores.

La forma que adoptan las edificaciones de las aulas, nos permitirá controlar los efectos de la temperatura, radiación solar, humedad y ventilación en los espacios interiores, produciendo cierto grado de aislamiento, de acuerdo con las diferentes características climáticas de cada región.

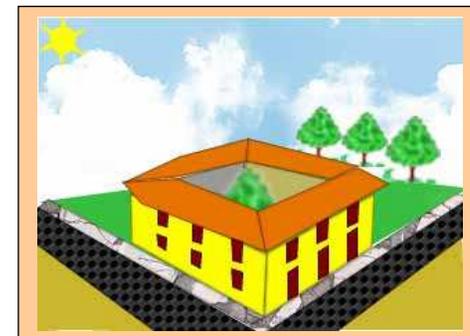
**En climas muy cálidos y húmedos:** Al desarrollar una planta lineal y abierta, se está aprovechando al máximo la acción de los vientos y se refrescaría la temperatura interior alta, se liberaría el exceso de humedad ambiental.



**En clima cálido-húmedo:** En una planta abierta con patio mediante la ventilación se libera la humedad, pero conserva cierto aislamiento para equilibrar diferencias de temperatura entre el día y la noche.



**En climas templados con escasa humedad:** Una planta cerrada con patio aísla de tal forma que permite equilibrar las diferencias de temperatura entre el día y la noche.



**En climas muy fríos y secos:** Una planta cerrada y compacta nos brinda protección contra la acción del viento, evitando las pérdidas de calor interno en las edificaciones.



**En climas cálidos-húmedos:** Se protegerá del asoleamiento y lluvias sin que por ello se impida la ventilación.

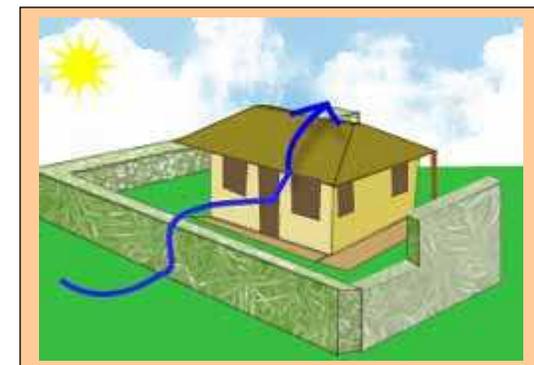


**En climas cálidos:** Se protegerá del asoleamiento con sombra.



**En climas templados o fríos:** En donde sea necesario aprovechar la radiación solar para incrementar la temperatura interior en el día y almacenarla para ser utilizada durante la noche.

**En climas muy fríos:** Se orientará los locales educativos para aprovechar al máximo la radiación solar, pero protegida del viento, de tal forma que se permita elevar la temperatura interior, controlando el efecto de los vientos.



#### 5.4 CRITERIOS DE DISEÑO BIOCLIMATICO EN FUNCION DEL TERRENO

Las correctas ubicaciones de los futuros locales educativos, respecto al terreno, nos permitirá controlar los efectos de la radiación solar y el viento, proporcionando la humedad y ventilación deseable en los ambientes internos de los salones de clase.



**En climas cálidos-húmedos:** Es recomendable ubicar el local educativo en la parte más alta del terreno porque la expone más a los vientos, liberando el exceso de humedad y contrarrestando las temperaturas altas.



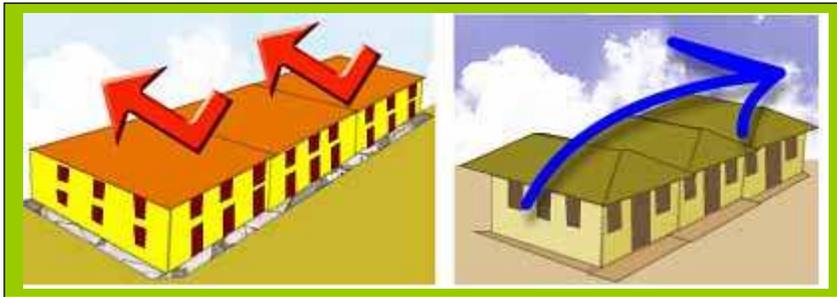
**En climas fríos con bajas de humedad:** la edificación del local educativo se protegerá en la parte baja del terreno de las temperaturas bajas y de los vientos.



**En climas subtropicales:** ubicar un local educativo en las laderas se aprovecha de los vientos para refrescar en el día y se impide la acción de los vientos de montaña durante la noche.

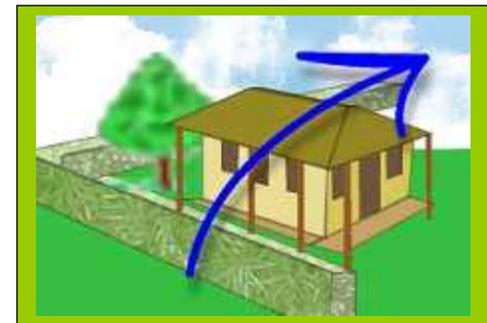


**En climas cálidos-húmedos:** Ubicar los salones de clase aisladamente, nos permite liberar el exceso de humedad ambiental con la ventilación, así refrescar la temperatura interior.



**En un clima frío o templado:** Las aulas se ubicarán juntas para protegerse de los vientos, manteniendo así una temperatura interior superior a la del medio ambiente.

**En climas cálidos con vientos fuertes:** Las aulas se ubicarán separadas pero protegidas con vegetación, de esta forma se controlan los vientos y se permite liberar el exceso de humedad.



## 6 CONTROL SOLAR Y DE LOS FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS; AMBIENTE INTERIOR Y ENERGÍAS RENOVABLES

### 6.1 TABLAS DE AZIMUT Y ALTURA

- Es fundamental determinar un adecuado nivel de protección del ingreso del sol en los espacios educativos, para ello una de las formas más sencillas es conociendo los datos de posición del sol para las diferentes horas y meses del año. Ello se consigue de las tablas de azimut y altura, donde el dato de azimut corresponde a la orientación del sol medido a partir del sur en sentido horario horas de tarde y antihorario las de la mañana, el ángulo de altura medido desde el horizonte y tomado en la dirección del azimut. En el diseño de aleros y parasoles se realizará un ejercicio práctico de aplicación de estas tablas. Las tablas se han centrado en el horario de clases entre las 8 a.m. y 5 p.m. Así como para las latitudes entre  $0^\circ$  y  $18^\circ$  sur cada  $2^\circ$ , se considerará la tabla más cercana la latitud del lugar a diseñar.

Como debe de leerse la siguiente tabla:

#### **Ejemplo 1**

Si dice Hora 7 -17 H, quiere decir que a las 7 de la mañana y a las 5 de la tarde, en el mes de diciembre tendrá un azimut de  $65.82^\circ$  y una altura  $13.74^\circ$  para una latitud de  $0^\circ$  Sur

#### **Ejemplo 2**

Si dice Hora 8 -16 H, quiere decir que a las 8 de la mañana y a las 4 de la tarde, en el mes de diciembre tendrá un azimut de  $63.39^\circ$  y una altura  $27.30^\circ$  para una latitud de  $0^\circ$  Sur

#### **Ejemplo 3**

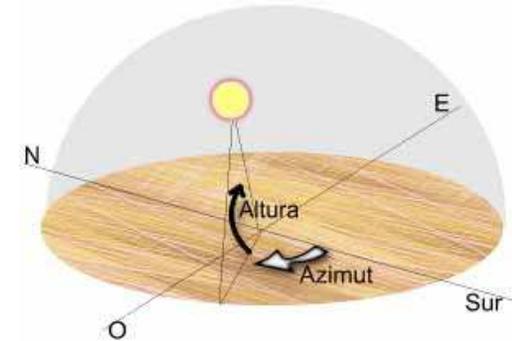
Si dice Hora 9 -15 H, quiere decir que a las 9 de la mañana y a las 3 de la tarde, en los meses de Enero y Noviembre tendrá un azimut de  $62.59^\circ$  y una altura  $41.60^\circ$  para una latitud de  $0^\circ$  Sur

#### **Ejemplo 4**

Si dice Hora 10 -14 H, quiere decir que a las 10 de la mañana y a las 2 de la tarde, en los meses de Febrero y Octubre tendrá un azimut de  $68.35^\circ$  y una altura  $58.15^\circ$  para una latitud de  $0^\circ$  Sur

#### **Ejemplo 5**

Si dice Hora 11 -13 H, quiere decir que a las 11 de la mañana y a las 1 de la tarde, en los meses de Marzo y Setiembre tendrá un azimut de  $97.42^\circ$  y una altura  $74.87^\circ$  para una latitud de  $2^\circ$  Sur



<b>0° Sur</b>	<b>Diciembre</b>		<b>Enero / Noviembre</b>		<b>Febrero / Octubre</b>		<b>Marzo / Setiembre</b>		<b>Abril / Agosto</b>		<b>Mayo / Julio</b>		<b>Junio</b>	
Hora	Azimet	Altura	Azimet	Altura	Azimet	Altura	Azimet	Altura	Azimet	Altura	Azimet	Altura	Azimet	Altura
7 -17 H	65.82	13.74	69.21	14.06	78.39	14.71	90.00	15.00	102.34	14.67	111.00	14.04	114.18	13.74
8 -16 H	63.39	27.30	67.05	28.00	77.09	29.37	90.00	30.00	103.71	29.29	113.18	27.96	116.60	27.30
9 - 15 H	58.47	40.44	62.59	41.60	74.32	43.91	90.00	45.00	106.63	43.78	117.67	41.53	121.52	40.44
10 - 14 H	49.06	52.61	53.74	54.40	68.35	58.15	90.00	60.00	112.90	57.92	126.56	54.29	130.94	52.61
11 - 13 H	30.82	62.39	35.21	65.08	52.52	71.34	90.00	75.00	129.22	70.92	145.08	64.92	149.17	62.39
12 m.	-	66.55	-	69.86	-	78.77	-	90.00	-	78.07	-	69.66	-	66.55
<b>-2° Sur</b>	<b>Diciembre</b>		<b>Enero / Noviembre</b>		<b>Febrero / Octubre</b>		<b>Marzo / Setiembre</b>		<b>Abril / Agosto</b>		<b>Mayo / Julio</b>		<b>Junio</b>	
Hora	Azimet	Altura	Azimet	Altura	Azimet	Altura	Azimet	Altura	Azimet	Altura	Azimet	Altura	Azimet	Altura
7 -17 H	66.28	14.55	69.69	14.77	78.91	15.10	90.54	14.99	102.84	14.23	111.45	13.32	114.61	12.91
8 -16 H	64.34	28.18	68.05	28.76	78.20	29.80	91.15	29.98	104.78	28.80	114.13	27.16	117.50	26.39
9 - 15 H	59.96	41.47	64.20	42.49	76.20	44.42	92.00	44.97	108.44	43.17	119.20	40.58	122.94	39.38
10 - 14 H	51.11	53.89	56.08	55.55	71.41	58.84	93.46	59.94	115.77	57.10	128.71	53.07	132.84	51.27
11 - 13 H	32.92	64.09	37.88	66.68	57.54	72.49	97.42	74.87	133.41	69.60	147.37	63.25	151.01	60.66
12 m.	-	68.55	-	71.86	-	80.77	-	88.00	-	76.07	-	67.66	-	64.55
<b>-4° Sur</b>	<b>Diciembre</b>		<b>Enero / Noviembre</b>		<b>Febrero / Octubre</b>		<b>Marzo / Setiembre</b>		<b>Abril / Agosto</b>		<b>Mayo / Julio</b>		<b>Junio</b>	
Hora	Azimet	Altura	Azimet	Altura	Azimet	Altura	Azimet	Altura	Azimet	Altura	Azimet	Altura	Azimet	Altura
7 -17 H	66.77	15.34	70.20	15.45	79.45	15.48	91.07	14.96	103.33	13.78	111.88	12.58	115.02	12.07
8 -16 H	65.33	29.04	69.09	29.49	79.33	30.19	92.31	29.92	105.83	28.27	115.05	26.32	118.36	25.46
9 - 15 H	61.53	42.45	65.89	43.34	78.13	44.87	93.99	44.86	110.19	42.51	120.66	39.58	124.28	38.27
10 - 14 H	53.33	55.12	58.58	56.63	74.61	59.43	96.89	59.76	118.47	56.19	130.71	51.79	134.60	49.89
11 - 13 H	35.32	65.75	40.93	68.23	63.22	73.48	104.59	74.49	137.06	68.18	149.38	61.55	152.63	58.90
12 m.	-	70.55	-	73.86	-	82.77	-	86.00	-	74.07	-	65.66	-	62.55
<b>-6° Sur</b>	<b>Diciembre</b>		<b>Enero / Noviembre</b>		<b>Febrero / Octubre</b>		<b>Marzo / Setiembre</b>		<b>Abril / Agosto</b>		<b>Mayo / Julio</b>		<b>Junio</b>	
Hora	Azimet	Altura	Azimet	Altura	Azimet	Altura	Azimet	Altura	Azimet	Altura	Azimet	Altura	Azimet	Altura
7 -17 H	67.29	16.13	70.73	16.12	80.00	15.83	91.60	14.92	103.79	13.31	112.28	11.83	115.39	11.22
8 -16 H	66.36	29.85	70.16	30.19	80.49	30.54	93.45	29.82	106.85	27.70	115.92	25.46	119.18	24.49
9 - 15 H	63.18	43.37	67.65	44.13	80.09	45.25	95.97	44.69	111.88	41.79	122.05	38.54	125.55	37.13
10 - 14 H	55.72	56.28	61.26	57.63	77.94	59.90	100.26	59.46	121.02	55.19	132.57	50.46	136.23	48.47
11 - 13 H	38.07	67.35	44.46	69.70	69.57	74.28	111.31	73.87	140.24	66.68	151.14	59.81	154.07	57.11

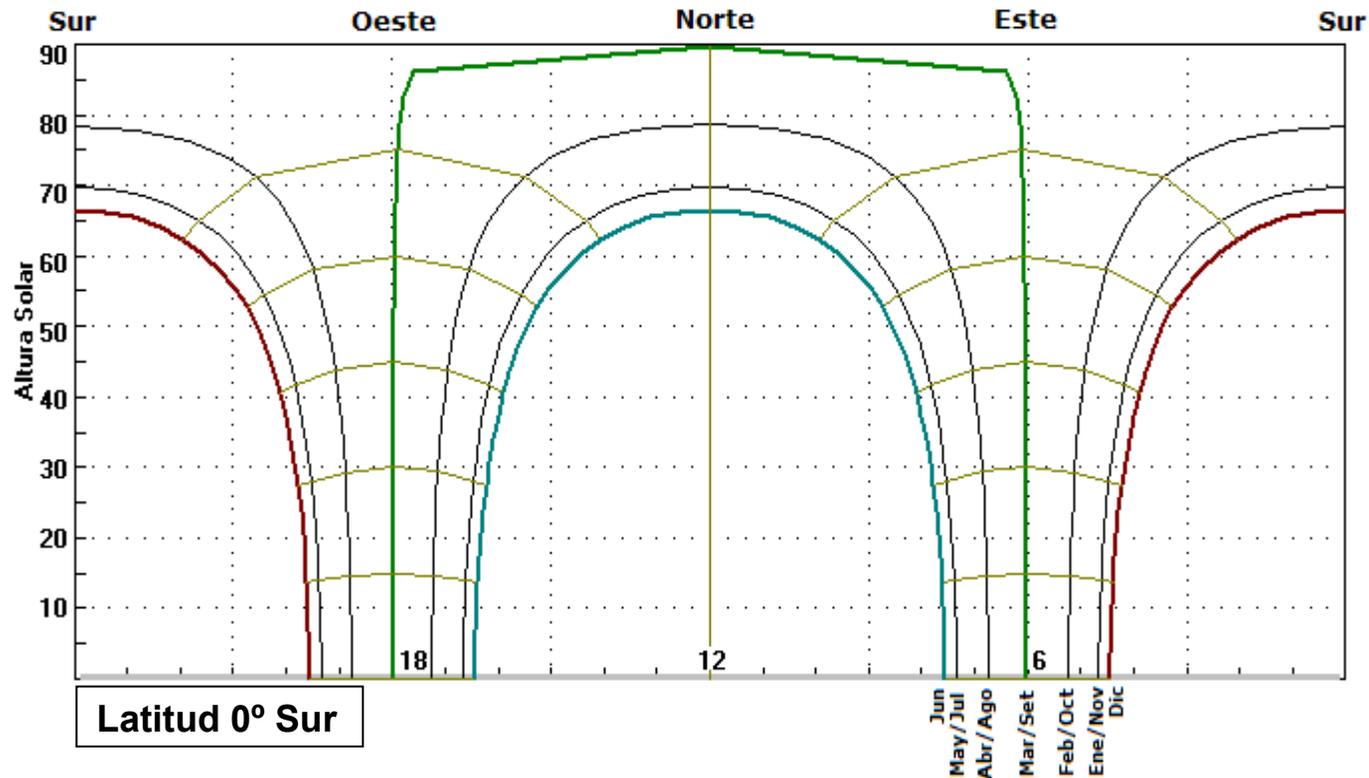
12 m.	-	72.55	-	75.86	-	84.77	-	84.00	-	72.07	-	63.66	-	60.55
<b>-8° Sur</b>	<b>Diciembre</b>		<b>Enero / Noviembre</b>		<b>Febrero / Octubre</b>		<b>Marzo / Setiembre</b>		<b>Abril / Agosto</b>		<b>Mayo / Julio</b>		<b>Junio</b>	
Hora	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura
7 -17 H	67.83	16.89	71.29	16.77	80.56	16.17	92.14	14.85	104.24	12.83	112.65	11.07	115.73	10.36
8 -16 H	67.43	30.64	71.28	30.85	81.66	30.85	94.59	29.68	107.84	27.11	116.76	24.57	119.96	23.51
9 - 15 H	64.91	44.25	69.48	44.86	82.10	45.55	97.92	44.45	113.51	41.02	123.36	37.46	126.74	35.95
10 - 14 H	58.28	57.37	64.12	58.55	81.35	60.26	103.55	59.05	123.40	54.13	134.28	49.09	137.73	47.00
11 - 13 H	41.25	68.89	48.54	71.08	76.50	74.87	117.45	73.04	143.01	65.11	152.71	58.05	155.35	55.30
12 m.	-	74.55	-	77.86	-	86.77	-	82.00	-	70.07	-	61.66	-	58.55
<b>-10° Sur</b>	<b>Diciembre</b>		<b>Enero / Noviembre</b>		<b>Febrero / Octubre</b>		<b>Marzo / Setiembre</b>		<b>Abril / Agosto</b>		<b>Mayo / Julio</b>		<b>Junio</b>	
Hora	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura
7 -17 H	68.41	17.63	71.87	17.40	81.14	16.49	92.66	14.77	104.68	12.33	113.00	10.29	116.05	9.48
8 -16 H	68.54	31.39	72.42	31.47	82.85	31.12	95.73	29.50	108.80	26.48	117.56	23.66	120.69	22.50
9 - 15 H	66.71	45.07	71.37	45.53	84.13	45.79	99.85	44.14	115.07	40.20	124.61	36.34	127.87	34.73
10 - 14 H	61.03	58.38	67.14	59.37	84.85	60.50	106.74	58.53	125.63	52.99	135.87	47.67	139.12	45.51
11 - 13 H	44.93	70.35	53.23	72.34	83.88	75.21	122.95	72.04	145.44	63.49	154.09	56.26	156.49	53.48
12 m.	-	76.55	-	79.86	-	88.77	-	80.00	-	68.07	-	59.66	-	56.55
<b>-12° Sur</b>	<b>Diciembre</b>		<b>Enero / Noviembre</b>		<b>Febrero / Octubre</b>		<b>Marzo / Setiembre</b>		<b>Abril / Agosto</b>		<b>Mayo / Julio</b>		<b>Junio</b>	
Hora	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura
7 -17 H	69.02	18.36	72.48	18.02	81.73	16.79	93.19	14.66	105.09	11.81	113.32	9.50	116.33	8.60
8 -16 H	69.70	32.10	73.61	32.06	84.05	31.35	96.84	29.28	109.73	25.82	118.31	22.72	121.38	21.47
9 - 15 H	68.59	45.83	73.33	46.13	86.19	45.96	101.75	43.76	116.57	39.33	125.78	35.19	128.93	33.49
10 - 14 H	63.97	59.30	70.34	60.10	88.39	60.62	109.80	57.90	127.72	51.80	137.34	46.22	140.40	43.98
11 - 13 H	49.19	71.72	58.62	73.46	91.48	75.29	127.81	70.88	147.58	61.82	155.33	54.45	157.51	51.63
12 m.	-	78.55	-	81.86	-	89.23	-	78.00	-	66.07	-	57.66	-	54.55
<b>-14° Sur</b>	<b>Diciembre</b>		<b>Enero / Noviembre</b>		<b>Febrero / Octubre</b>		<b>Marzo / Setiembre</b>		<b>Abril / Agosto</b>		<b>Mayo / Julio</b>		<b>Junio</b>	
Hora	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura
7 -17 H	69.65	19.07	73.12	18.61	82.34	17.06	93.71	14.54	105.48	11.29	113.62	8.71	116.59	7.71
8 -16 H	70.90	32.78	74.83	32.60	85.27	31.53	97.95	29.02	110.62	25.13	119.03	21.76	122.03	20.42
9 - 15 H	70.54	46.53	75.36	46.67	88.26	46.06	103.60	43.32	118.00	38.41	126.89	34.00	129.93	32.22
10 - 14 H	67.08	60.13	73.69	60.72	91.94	60.61	112.73	57.17	129.66	50.55	138.71	44.73	141.58	42.43

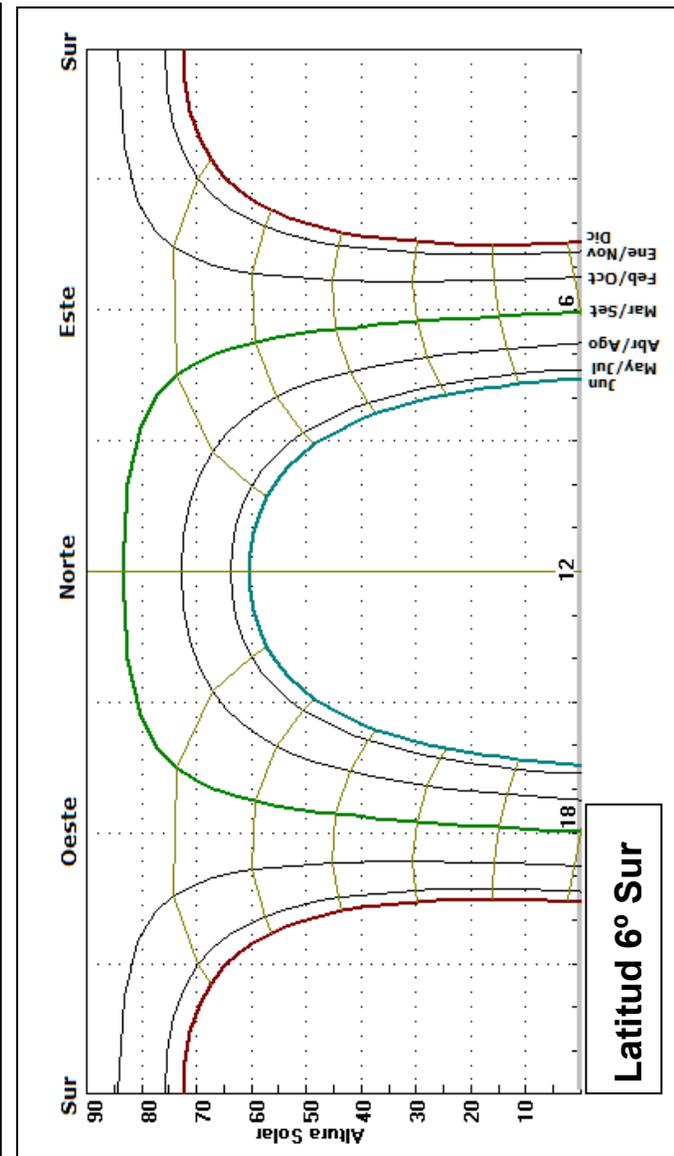
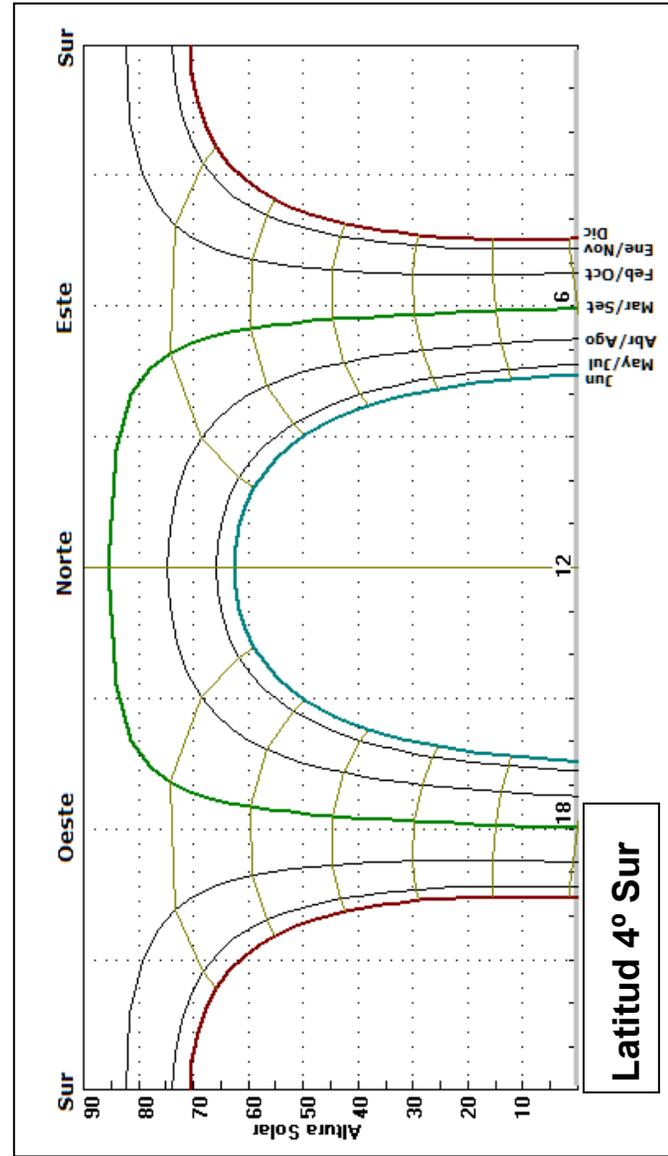
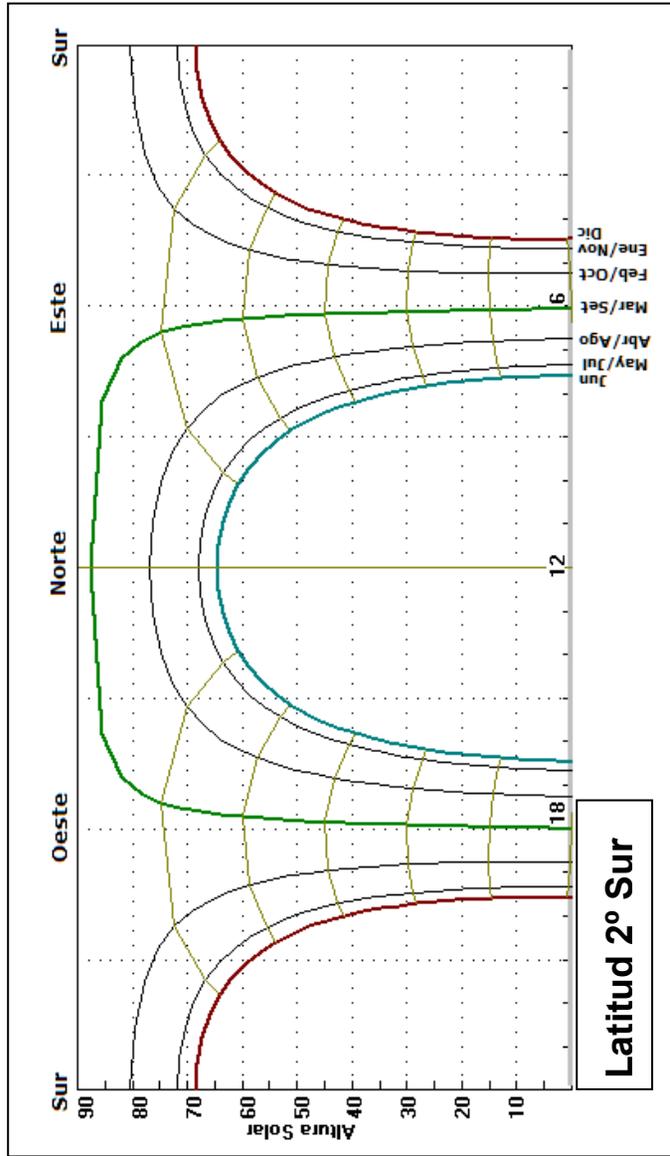
11 - 13 H	54.12	72.96	64.74	74.41	99.02	75.11	132.08	69.59	149.46	60.11	156.44	52.63	158.42	49.78
12 m.	-	80.55	-	83.86	-	87.23	-	76.00	-	64.07	-	55.66	-	52.55
<b>-16° Sur</b>	<b>Diciembre</b>		<b>Enero / Noviembre</b>		<b>Febrero / Octubre</b>		<b>Marzo / Setiembre</b>		<b>Abril / Agosto</b>		<b>Mayo / Julio</b>		<b>Junio</b>	
Hora	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura
7 -17 H	70.31	19.75	73.77	19.18	82.95	17.32	94.22	14.41	105.86	10.75	113.88	7.90	116.82	6.81
8 -16 H	72.13	33.41	76.08	33.10	86.50	31.67	99.04	28.73	111.49	24.41	119.71	20.78	122.64	19.35
9 - 15 H	72.57	47.16	77.44	47.14	90.33	46.09	105.41	42.82	119.37	37.45	127.94	32.79	130.87	30.92
10 - 14 H	70.38	60.86	77.18	61.22	95.47	60.48	115.52	56.35	131.46	49.25	139.96	43.22	142.67	40.85
11 - 13 H	59.79	74.05	71.57	75.16	106.25	74.67	135.81	68.20	151.12	58.37	157.43	50.79	159.25	47.92
12 m.	-	82.55	-	85.86	-	85.23	-	74.00	-	62.07	-	53.66	-	50.55
<b>-18° Sur</b>	<b>Diciembre</b>		<b>Enero / Noviembre</b>		<b>Febrero / Octubre</b>		<b>Marzo / Setiembre</b>		<b>Abril / Agosto</b>		<b>Mayo / Julio</b>		<b>Junio</b>	
Hora	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura
7 -17 H	71.00	20.41	74.45	19.72	83.57	17.55	94.73	14.25	106.21	10.19	114.12	7.09	117.02	5.90
8 -16 H	73.41	34.00	77.36	33.56	87.73	31.78	100.12	28.39	112.31	23.67	120.35	19.78	123.21	18.26
9 - 15 H	74.66	47.73	79.56	47.54	92.41	46.04	107.17	42.26	120.67	36.45	128.93	31.54	131.75	29.60
10 - 14 H	73.84	61.47	80.78	61.60	98.96	60.23	118.16	55.45	133.14	47.90	141.13	41.67	143.68	39.25
11 - 13 H	66.22	74.96	79.01	75.67	112.97	73.99	139.07	66.73	152.60	56.61	158.32	48.93	160.00	46.04
12 m.	-	84.55	-	87.86	-	83.23	-	72.00	-	60.07	-	51.66	-	48.55

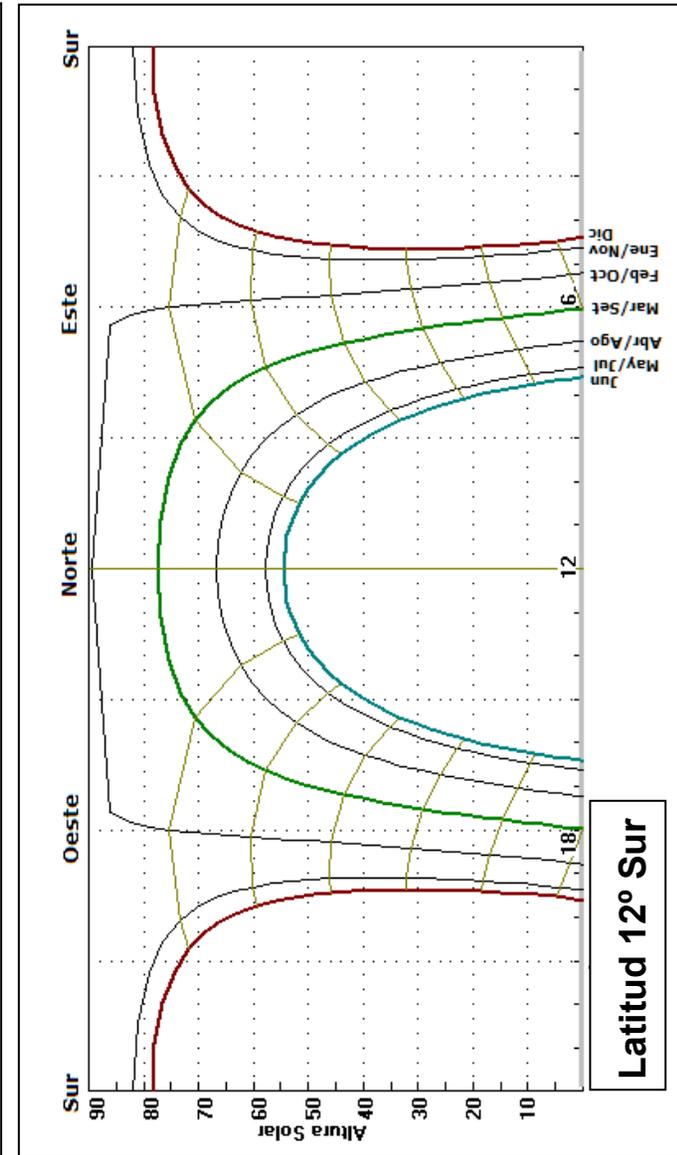
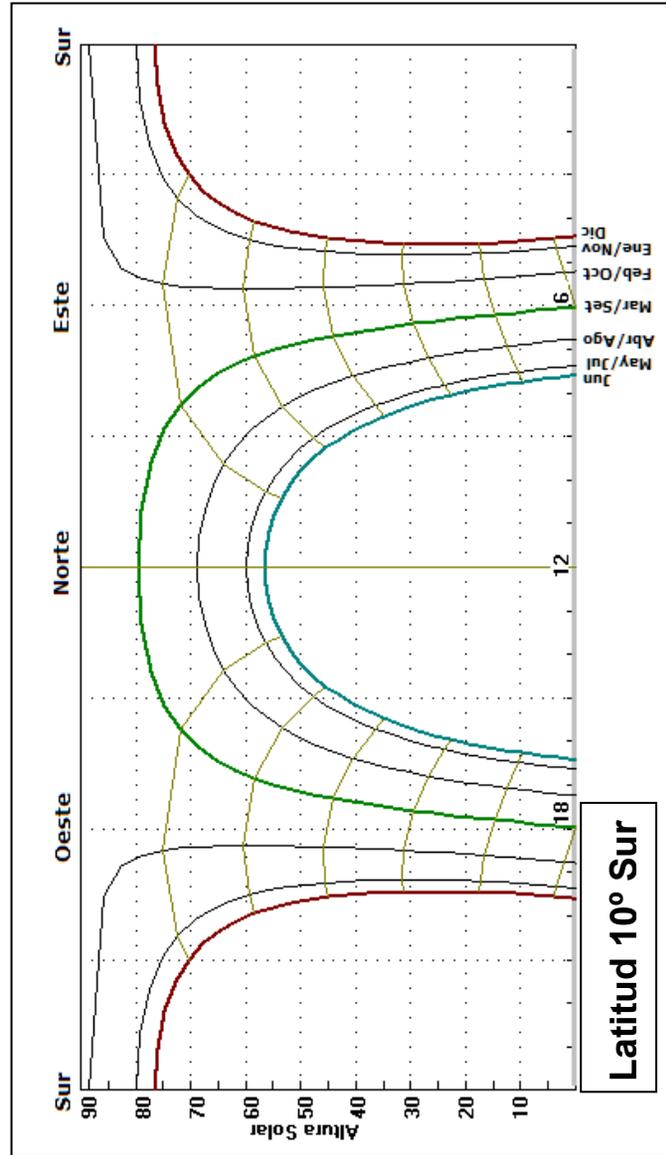
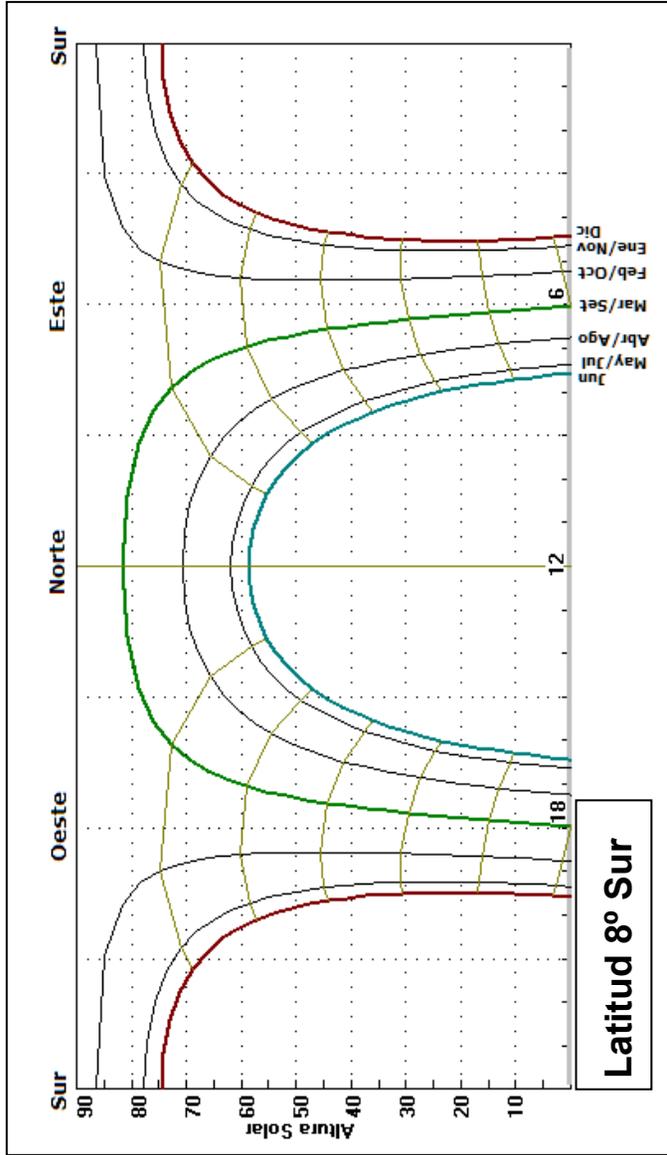
## 6.2 PROYECCION CILINDRICA

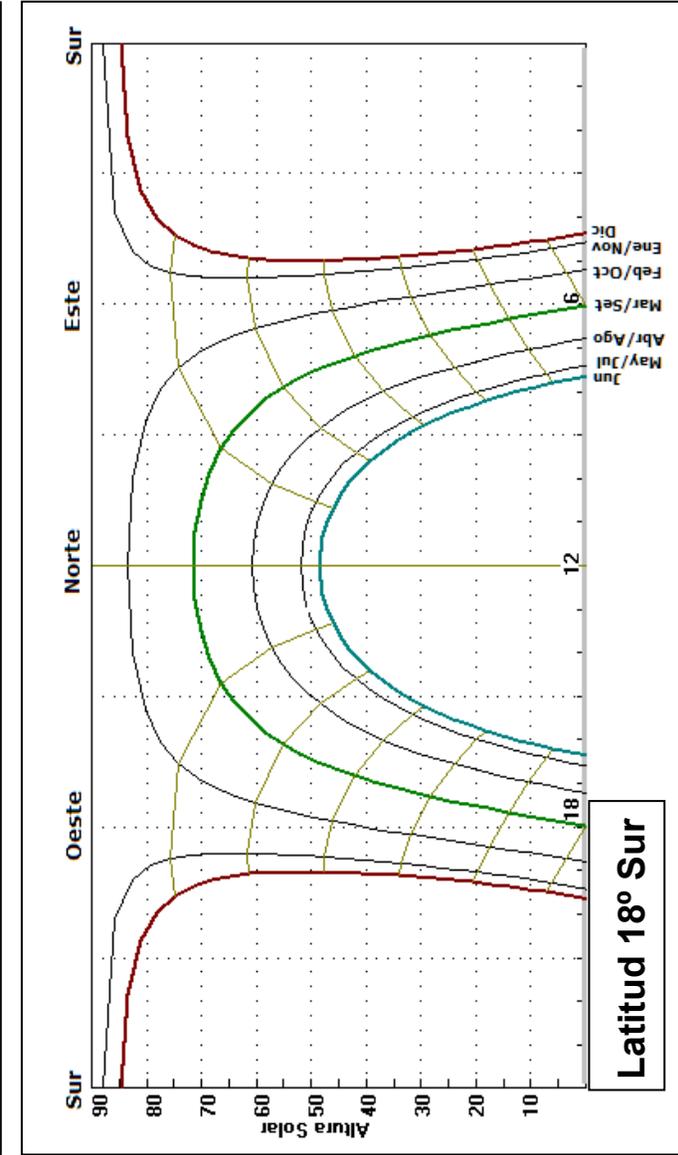
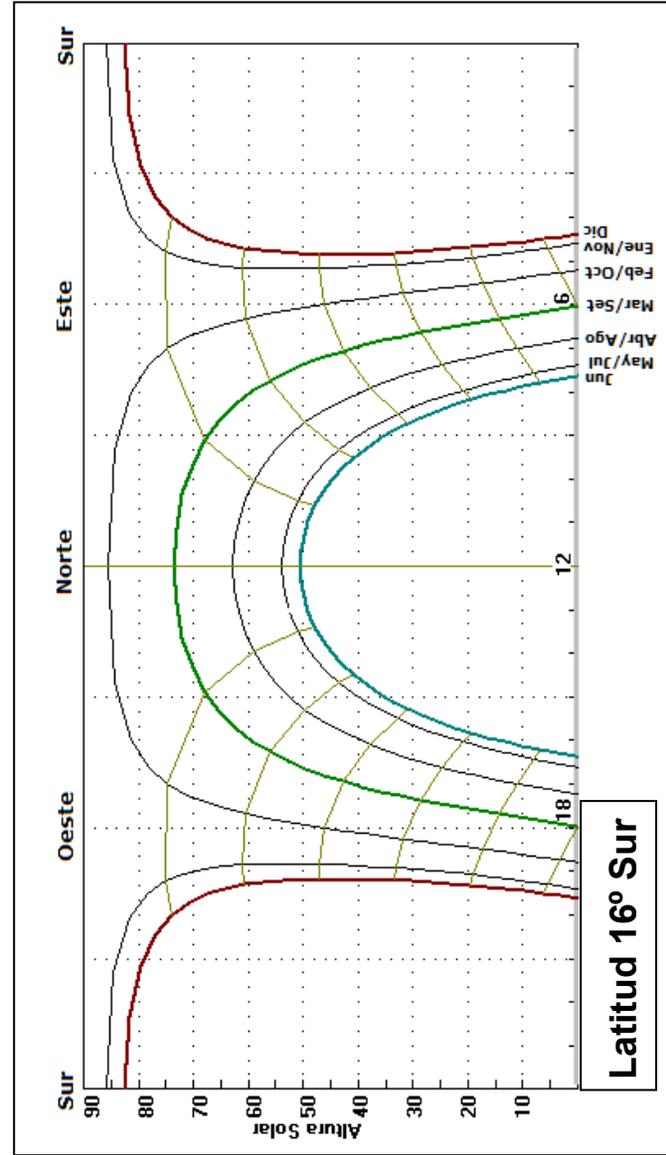
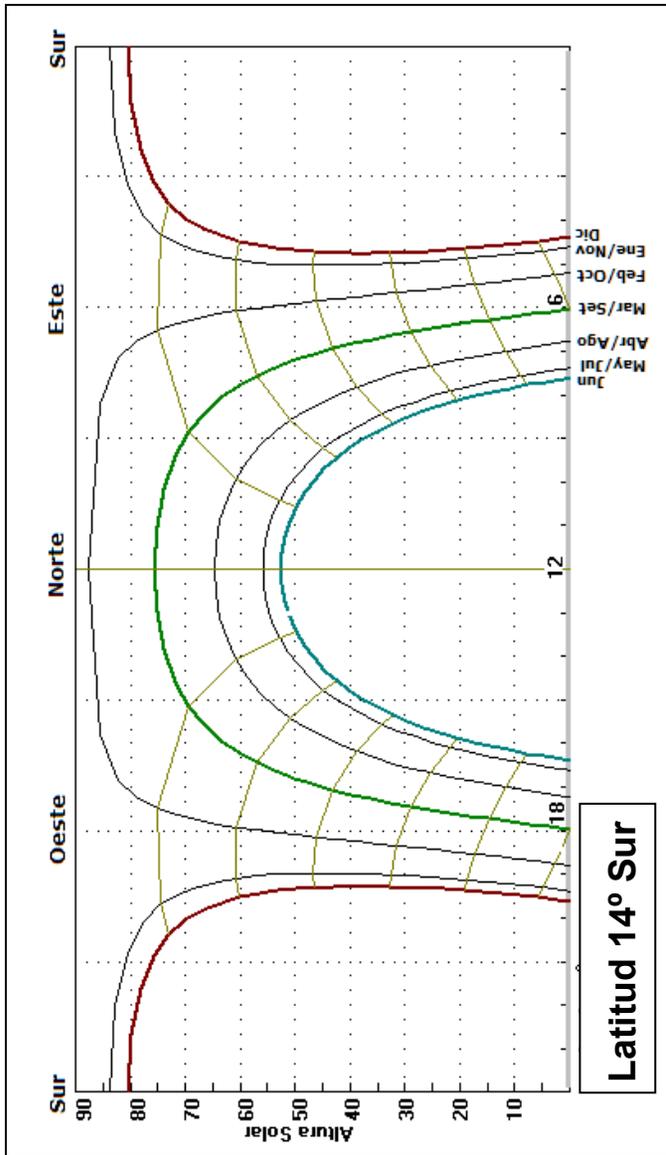
- La Proyección Cilíndrica es una de las formas más simples de representar el recorrido solar a partir de los datos de azimut y altura, su principal ventaja es que puede servir para representar simultáneamente la información correspondiente a las obstrucciones, de edificios y terrenos circundantes (topografía) así como de la superposición de fotografías panorámicas que en la actualidad son relativamente simples de realizar, existiendo inclusive cámaras digitales que ya poseen dicha función. Así mismo se puede indicar aquellos meses u horas donde no debe tener en cuenta el problema de asolamiento por razones de nubosidad, como por ejemplo sucede en Lima entre los meses de Junio a mediados de Agosto.

A continuación presentaremos las proyecciones para las latitudes entre 0° y 18° sur cada 2°, se considerará la proyección más cercana la latitud del lugar a diseñar.





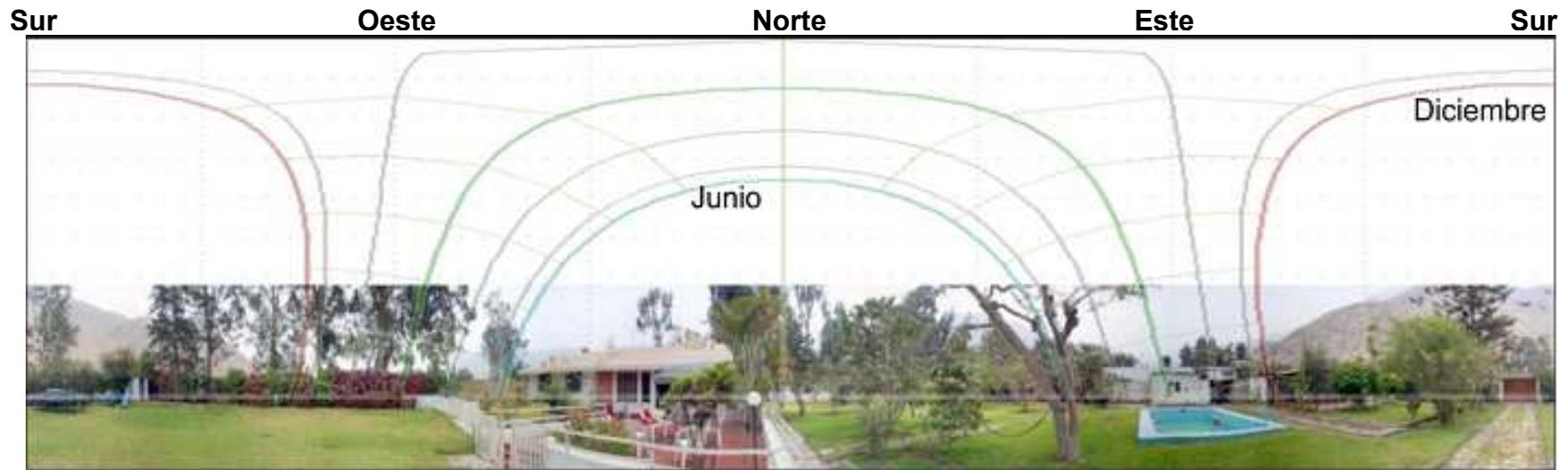




### 6.2.1 Topografía y Obstrucciones

La Topografía y obstrucciones se pueden graficar sobre la proyección cilíndrica de dos maneras, a partir de un plano topográfico del lugar de donde se extrae los datos de obstrucciones por diferencia de cotas de los cerros aledaños, es decir si estamos a 1 Km. de un cerro cuya cota es 3200 msnm y el terreno se encuentra a 2820 msnm, quiere decir que se tiene una diferencia de cota de 380 metros en 1000 metros de distancia, lo que equivale a un ángulo de obstrucción de  $20.81^\circ$  en la dirección en la que se encuentre el cerro, se recomienda utilizar cartas cuya precisión mínima sea 1/25000. Estas cartas se pueden encontrar en el Ministerio de agricultura, siendo lo recomendable escalas 1/10,000.

Otra manera es trasladar los datos aproximados en el lugar con un teodolito, o hasta con un transportador, o por último y siendo lo más recomendable una fotografía panorámica.

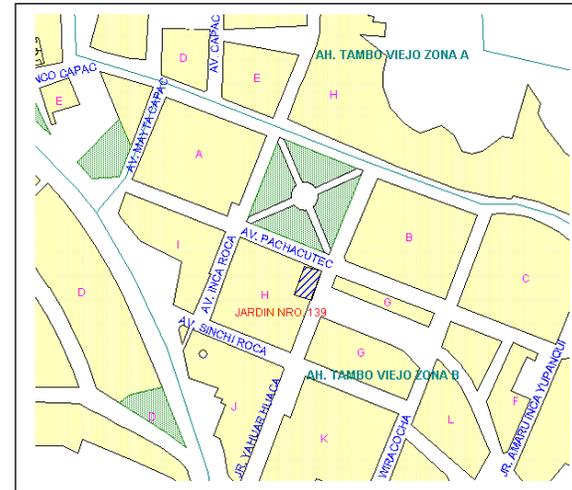


Ejemplo aplicado en un terreno.

**Ejemplo de un colegio existente, (CEI 139 Cieneguilla – Lima)**



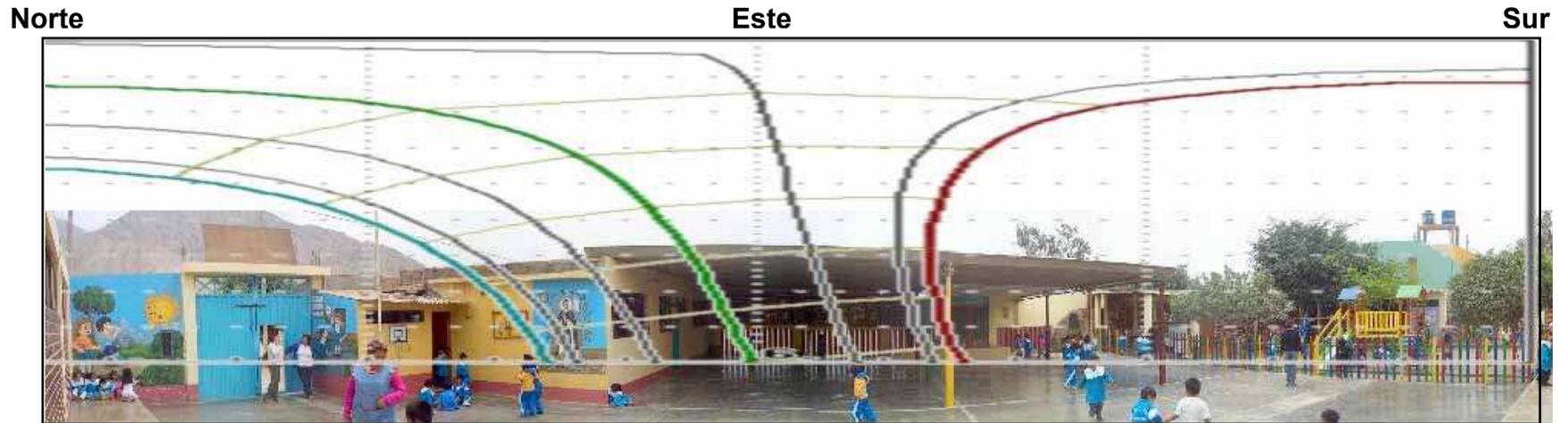
**Vista Exterior**



**Plano de Ubicación**

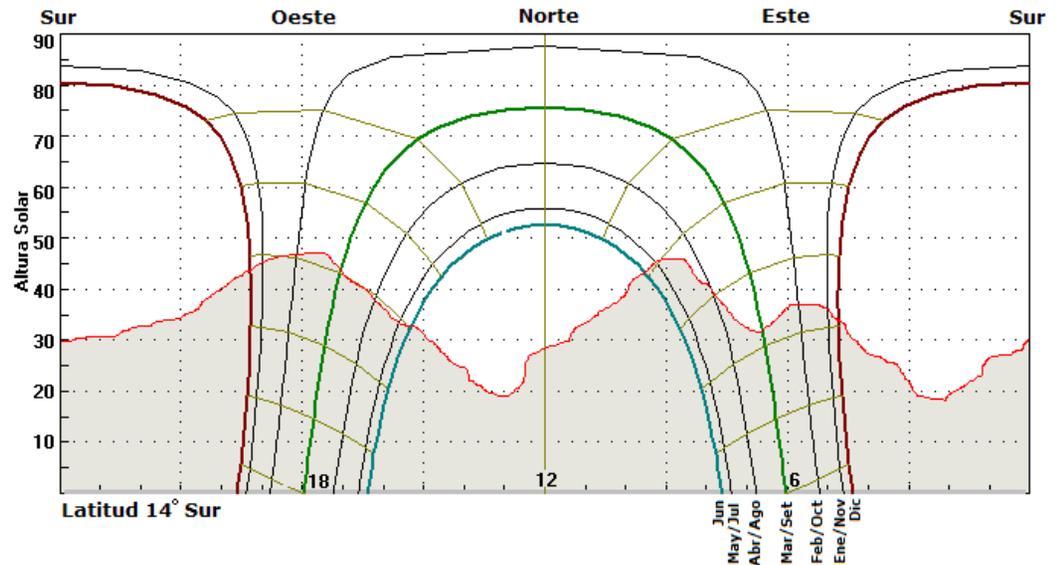


**Vista Panorámica exterior (Este 20° Sur)**



Vista Panorámica Interior, superpuesta con el recorrido solar (Este 20° Sur), debe tenerse en cuenta que el eje de la panorámica debe coincidir con la orientación correspondiente en la cilíndrica

Ejemplo de obstrucción por Topografía en Antabamba en Apurímac



### 6.2.2 Diseño de Aleros y Parasoles

A continuación explicaremos mediante la aplicación en un caso práctico los dos métodos más simples para determinar el diseño de aleros mediante la utilización de los datos directos de azimut y altura o mediante la utilización de la proyección cilíndrica.

#### A. Mediante el uso de datos de azimut y altura

##### Para Aleros:

Digamos por ejemplo que se quiere diseñar el alero para una ventana orientada al N15°E y se ha determinado que la hora requerida es a partir de las 11 am., sabiendo que se encuentra en la ciudad de Huancayo. Realizaremos el cálculo para el mes de Abril. La ventana tiene 1.20 de altura y llega al techo, se considerará para el ejemplo un espesor de muro de 20 cm.

El proceso que explicaremos podrá ser ingresado en una hoja de cálculo y variar para otros meses, dejando aquel que genere un mayor alero. Así mismo se podrán combinar aleros o parasoles verticales y horizontales.

Para Huancayo se utilizará los datos para 12°

-12° Sur	Diciembre		Enero / Noviembre		Febrero / Octubre		Marzo / Setiembre		Abril / Agosto		Mayo / Julio		Junio	
Hora	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura	Azimut	Altura
11 - 13 H	49.19	71.72	58.62	73.46	91.48	75.29	127.81	70.88	147.58	61.82	155.33	54.45	157.51	51.63

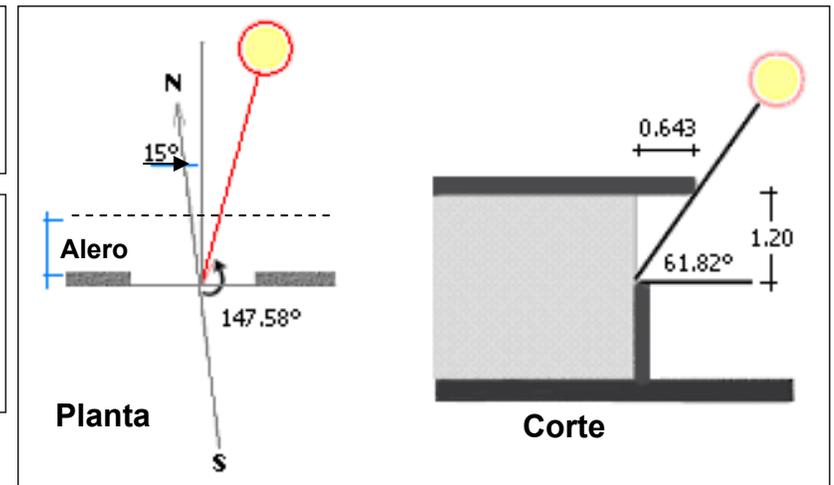
Si se aprecia en el gráfico el ángulo que forma la ventana con el azimut del mes corresponde a 17.42°, el “alero + el muro” medido en esta dirección quedará expresado por (altura desde el alfeizar al techo)/ tg del ángulo de altura.

#### Fórmula:

Alero = ((Altura desde el alfeizar / Tg del Angulo de Altura) x Cos (Angulo de la Perpendicular del vano con el azimut)) – Espesor del Muro

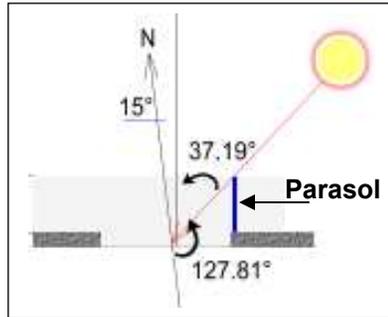
“alero + el muro” = 1.20/tg 61.82° = 0.643, para trasladar esta medida a verdadera magnitud, habrá que multiplicarla por el coseno del ángulo que forma la perpendicular de la ventana y el azimut para el mes elegido, es decir 165°-147.58°=17.42°

$$\text{Alero} = (0,643 \times \text{Cos } 17,42^\circ) - 0,20 = 0,41 \text{ m}$$



**Para Parasoles verticales:**

Solo se considera el dato de azimut, como ejemplo si tomamos el ambiente anterior pero se quiere diseñar un parasol vertical para el mes de marzo, tendríamos que el dato de azimut es de  $127.81^\circ$  lo que daría un ángulo real de  $(165^\circ - 127.81^\circ) = 37.19^\circ$  siendo el ángulo a considerar el complemento, es decir  $52.81^\circ$



El tamaño del parasol dependerá del espaciamiento que se quiera dejar entre ellos siendo igual a:

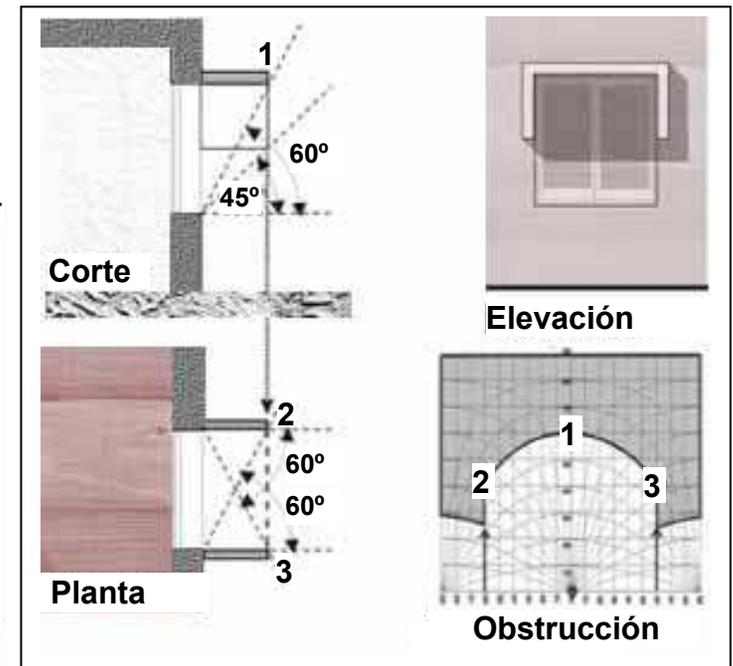
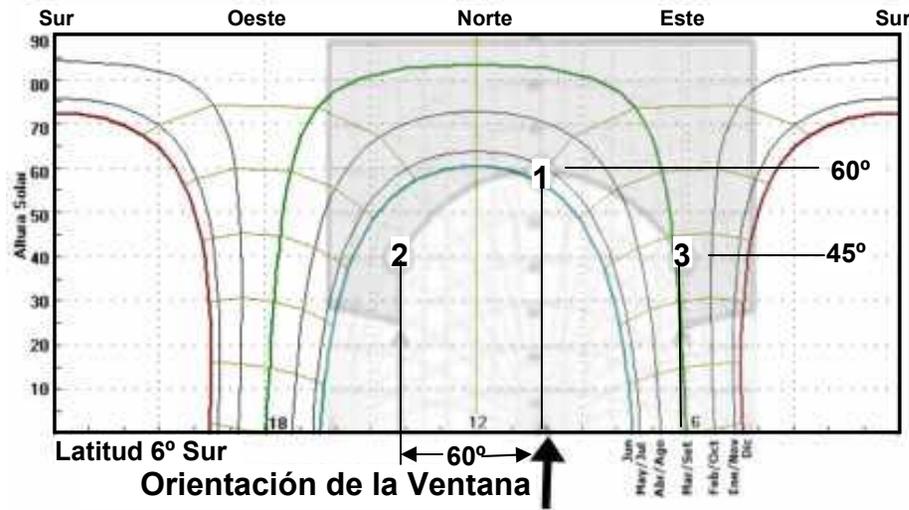
**Parasol** = separación x tangente del complemento.

Por ejemplo si decidimos que la separación entre parasoles verticales sea de 50 cm., el parasol medirá  $0.50 \times \text{tg } 52.81^\circ$

**Parasol Vertical = 0.66 m**

**B. Mediante el uso de la Proyección cilíndrica**

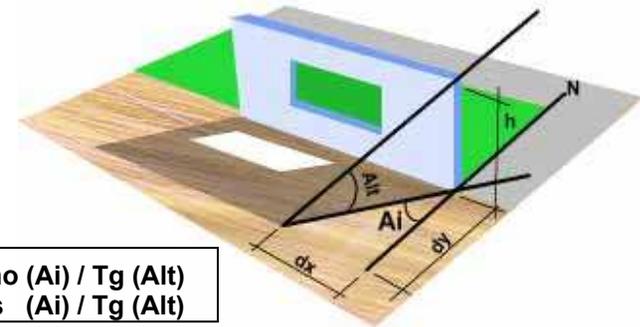
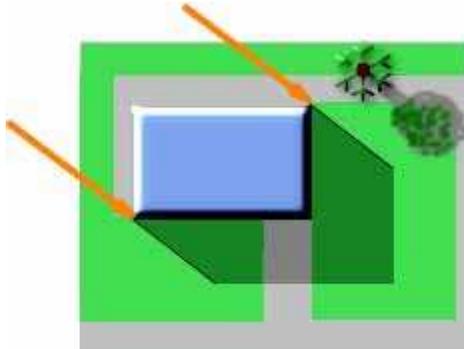
Alternativa menos precisa para estimar los aleros y parasoles de los vanos mediante la utilización de la proyección cilíndrica. Tener en cuenta el traslado de los ángulos de planta y corte, así como la orientación de la ventana N  $15^\circ$  Este para el ejemplo.



### 6.2.3 Determinación de Sombras exteriores

Para hallar las sombras exteriores a partir de los datos de azimut y altura. Se tendrá en cuenta lo siguiente: La sombra será en sentido opuesto a la dirección del sol, la extensión de la sombra se calcula a partir de la altura de la edificación dividida entre la tangente del ángulo de altura. También se puede usar cuando por alguna razón se desee que ingrese el sol a un ambiente.

$$\text{Distancia de la Sombra} = \frac{\text{Altura de la Edificación}}{\text{Tangente del ángulo de altura}}$$



$$\begin{aligned} dx &= h \times \text{Seno} (Ai) / \text{Tg} (Alt) \\ dy &= h \times \text{Cos} (Ai) / \text{Tg} (Alt) \end{aligned}$$

donde:

“**Ai**” es el Angulo que se forma con el ingreso del sol.

“**Alt**” es el ángulo de altura.

## 6.3 ILUMINACION

### 6.3.1 Niveles de Iluminación (Iluminancia)

Es fundamental el determinar un adecuado nivel de confort visual, conociendo los requisitos lumínicos de los diferentes ambientes que comprenden los locales Educativos.

Si bien es cierto que existen métodos para determinar la iluminancia o niveles de iluminación los cuales tienen en consideración parámetros tales como:

- Función del ambiente e importancia de la labor a realizar
- Tipo de actividad que se va a desempeñar
- Edad promedio de los ocupantes
- Velocidad y/o exactitud requerida
- Reflejancia del ambiente

Se ha establecido la conveniencia de determinar valores recomendados los que se determinan con un criterio estándar de colores neutros en paredes de reflejancia entre 30% y 60%, techos blancos con reflejancia mayores a 70%, y edad de alumnos inferiores a 40 años.

El cuadro adjunto contiene los principales ambientes de los locales educativos con sus respectivos niveles de iluminación recomendados:

Principales Ambientes	Iluminancia (Luxes) Recomendada
Aulas Comunes	300
Aulas de Dibujo	400
Laboratorios	350
Talleres (Carpintería, Soldadura, Electricidad, Mecánica, Corte-confección)	400
Talleres (Electrónica)	500
Ambientes Complementarios (Gimnasio, Lavandería, Cocina)	300
Biblioteca (Lectura de Libros y manuscritos a tinta)	350
Hemeroteca (Impresos de bajo contraste)	500
Salas de Cómputo	400
Ambientes Administrativos	300
Servicios Sanitarios y Vestíbulos	150
Circulación y pasillos	150

Si bien la iluminancia es independiente a la fuente de iluminación es decir Natural o Artificial, en casos extremos, cuando los locales educativos no cuentan con fluido eléctrico de la red pública, sino generada por grupos electrógenos o sistemas

fotovoltaicos. Se permite utilizar valores mínimos para iluminación artificial correspondientes al 60% del nivel recomendado.

En locales de educación para personas adultas, mayores a 40 años, considerar 20% adicional a los niveles recomendados en la tabla.

### 6.3.2 Iluminación Natural

Debemos de conocer las condiciones más favorables para usar la iluminación natural, evitando ambientes demasiados iluminados que ocasionen un resplandor excesivamente molesto, o por el contrario escasez con niveles por debajo de lo recomendado, perjudicando el desempeño del estudiante.

El problema de la luz natural no sólo está en la luminosidad que entra por las ventanas, sino en el diseño total de la edificación, los exteriores (vegetación, pavimentación, obstrucciones, parasoles, carpintería, tipo de vidrios, etc.) es decir, por todo el entorno urbano. Es por ello que el diseño de las ventanas no sólo debe responder a las exigencias de iluminación, sino también de vistas, de control de la luz y aprovechamiento solar, del viento, de control térmico, el polvo, los insectos, seguridad y el ruido.

Para realizar el cálculo básico se tendrá en cuenta la iluminancia exterior mínima, según cada Zona Climática (ver 4.2 Descripción de zonas climáticas y recomendaciones específicas de diseño) y tener en cuenta las peores condiciones de cielo. Los valores indicados por zona son conservadores teniendo en consideración que no existen datos a detalle para el territorio nacional. Además la iluminación exterior dependerá de la distribución de la luminiscencia en el cielo, el cual podrá tipificarse como cielo cubierto uniforme, (Principalmente La Zona 1 y 2) y cielo cubierto no uniforme el resto de zonas.

Se podrá realizar un predimensionamiento, el cual luego se validará en por lo menos dos puntos del ambiente.

Los criterios de predimensionamiento tendrá de referencia el cuadro adjunto:

ZONA CLIMATICA	AREA DE VENTANA / AREA DE PISO
1	25%
2	23%
3	18%
4	16%
5	15%
6	15%
7	25% *
8	30% *
9	30% *

\* Mayor % por criterios de ventilación.

Los valores de la tabla tienen en cuenta el factor de reducción para el uso de cristales transparentes, carpintería que ocupa como máximo el 20% del vano, obstrucciones producto de vegetación, aleros, construcciones, entre otros menores al 20%. Para situaciones diferentes se aplicará la siguiente ecuación de corrección de % de ambiente, para el precálculo.

$$\text{NUEVO \%} = \% \text{ SEGÚN ZONA} \times \frac{0.85}{\text{TRAMITANCIA}} \times \frac{0.80}{(1 - \% \text{ CARPINTERIA})} \times \frac{0.80}{(1 - \% \text{ OBSTRUCCIONES})}$$

Ejemplo: Para valores diferentes de tramitancia, carpintería y obstrucciones:

**Zona 3** Tramitancia = 75% Obstrucciones 30%. Carpintería = 10%

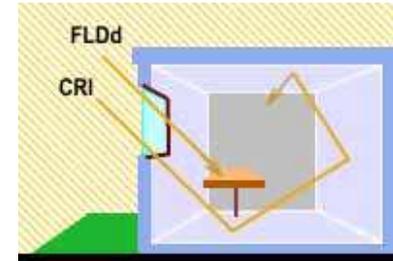
$$\text{NUEVO \%} = 18 \% \times \frac{0.85}{75\%} \times \frac{0.80}{90\%} \times \frac{0.80}{70\%} = 20.72\%$$

A continuación señalaremos un método simplificado para obtener el nivel de iluminación en un plano horizontal al interior del ambiente, para ello haremos referencia a algunos conceptos. Para luego ver un ejercicio sencillo de aplicación. El factor de la luz diurna Corregido (**FLDc**) en un punto al interior de un ambiente, es la razón de la iluminación interior (**Eint**) entre la exterior (**Eext**) según la zona climática. Por lo tanto El nivel de iluminación interior queda expresado por la siguiente formula:

$$\mathbf{Eint = FLDc \times Eext}$$

Donde FLDc queda expresado por la suma de los componentes:  
 Componente Celeste o Factor de luz de día directo (FLDd), El coeficiente de reflexión interna (CRI) y por último el coeficiente de reflexión externa (CRE) el cual para este caso no se considerará, ya que su aporte es mínimo.  
 Estos componentes son multiplicados por los factores de reducción como obstrucciones, tramitancia y factor de mantenimiento.  
 Para el Factor de Mantenimiento se usará = 0.80.

$$\mathbf{FLDc \% = (FLDd + CRI) \times FR.}$$



### A. Cálculo del Factor de luz de día Directo (FLDd)

El cálculo considera dos posibles condiciones de cielo cubierto, las que se detallan a continuación:

**Cielo cubierto uniforme (CCU).** Típico cielo de Lima, donde se aprecia que no se definen claramente las sombras, debido a que la luz llega de manera uniforme de todas las direcciones. El FLDd queda expresado por la siguiente fórmula:

$$\mathbf{FLDd = (Atg M - R \times (Atg M \times R))/3.6}$$
 donde  $M = L/D$   $T = H/D$  y  $R = 1/\sqrt{1+T^2}$

L es ancho de la ventana, H la altura y D, la distancia perpendicular al punto a calcular

**Cielo cubierto no uniforme (CCNU).** Típico cielo de Sierra, cubierto por nubes, y distribución de la luz mayor hacia el zenit. El FLDd queda definido por la siguiente fórmula:

$$\mathbf{FLDd (CCNU) = (3/7) \times FLDd (CCU) \times (1+2 \text{ sen } \varphi)}$$

donde  $\varphi$  es el ángulo que forma la bisectriz, medida desde la línea de horizonte. En el ejemplo de aplicación se aprecia a detalle el cálculo.

**B. Cálculo del Coeficiente de Reflexión interna (CRI).**

Por razones de simplificación de cálculo, el valor de CRI lo obtendremos directamente del cuadro adjunto. Para ello deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones respecto a las reflejancias:

- **Techos:** superior a 0.70 equivalente a tonalidades de blanco.
- **Muros:** entre 0.50 a 0.60, colores claros como: cremas, beige, celeste claro o blanco humo.
- **Pisos:** Materiales o colores de piso con una reflejancia mínima a 20%, siendo lo recomendable superiores a 40% para un mejor aprovechamiento de la luz natural, sobre todo cuando las condiciones de diseño obliguen a trabajar con área de vano mínimas.

AV % AP	FACTOR DE REFLEXION DEL PISO		
	10	20	40
	FACTOR DE REFLEXION DEL MURO		
	50	50	50
	%	%	%
10	.3	.45	.65
15	.5	.65	.9
20	.7	.9	1.2
25	.8	1.15	1.45
30	1.0	1.2	1.7
35	1.1	1.4	1.95
40	1.3	1.6	2.2
45	1.4	1.8	2.4
50	1.5	1.9	3.6

**C. Ejemplo de aplicación:**

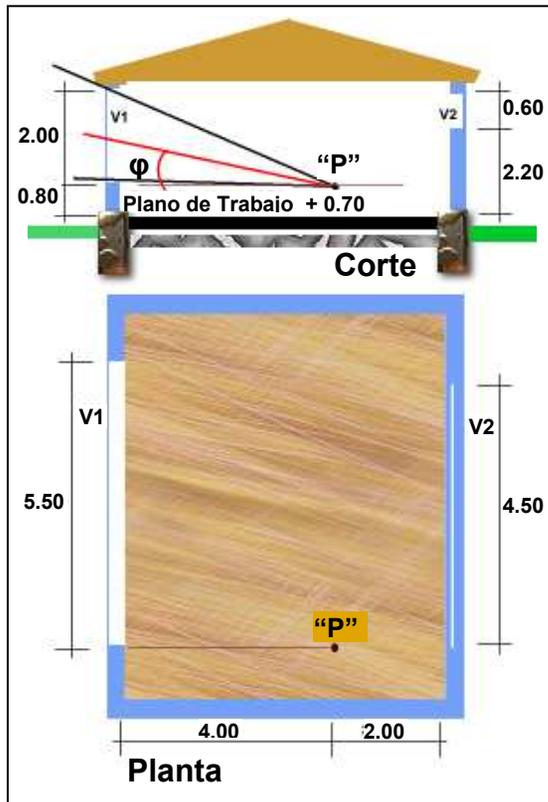
La iluminancia interior de un ambiente dependerá de múltiples factores como el tamaño de la ventana y la posición respecto al punto a calcular, la capacidad reflectante de la superficie que lo rodea, calidad de vidrio, mantenimiento, entre otros factores. A continuación se plantea un ejercicio para un salón de clases típico.

El objetivo es calcular el nivel de iluminación que llega al punto “P”, producto de las ventanas, se encuentra en la zona climática 2. Reflejancia de Muros 0.5, Piso 0.20, techo 0.7, factor de mantenimiento bueno = 0.8, La carpintería ocupa 10% del Vano y tiene 2% de obstrucciones, Tramitancia 0.85.

Para ello se ubica el punto donde estimamos que es el lugar más desfavorable, es decir con menor ingreso de luz del aula. Este punto por ningún motivo podrá tener un nivel de iluminación 30% por debajo del valor recomendable, recordemos que el valor se incrementará rápidamente conforme avance el día, estimándose esta recuperación antes de las 10 a.m.

**Datos Generales:**

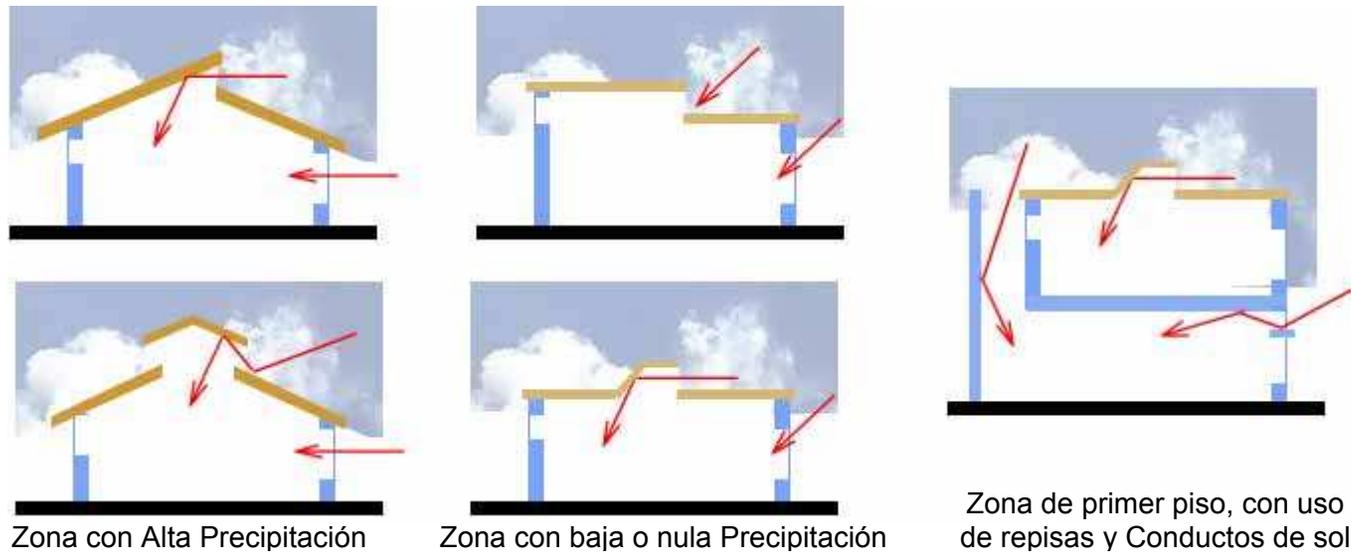
Aula de 6.00 m x 8.00 m x 2.80 m y el punto "P" se encuentra a 4.00 m de la ventana 1 y a 2.00 m. de la ventana 2  
 Ventana 1: Ancho 5.50 m Alf. 0.80 m Altura 2.00 m.  
 Ventana 2: Ancho 4.50 m Alf. 2.20 m Altura 0.60 m



Cálculo de la Ventana 1					
L=	5.50	M=	1.375	Area ventana	13.70
H=	2.10	T=	0.525	Area de piso	48.00
D=	4.00	R=	0.885	AV/AP =	29%
		FLDd=	2.548%	<b>CRI</b>	<b>1.19%</b>
Restar parte del Muro:					
L=	5.50	M=	1.375	Mantenimiento	0.8
H=	0.10	T=	0.025	Tramitancia	0.85
D=	4.00	R=	0.9997	obstrucciones	2%
		FLDd=	0.007%	Carpinteria	10%
<b>FLDd (CCU) V1 =</b>			<b>2.541%</b>	Factor de Reducción	
		$\phi =$	<b>14.56°</b>	0.8 x 0.85 x 0.98 x 0.90	
<b>FLDd (CCNU) V1 =</b>			<b>1.633%</b>	<b>FR</b>	<b>0.60</b>
Cálculo de la Ventana 2					
L=	4.50	M=	2.25	FLDd (CCU)	5.126%
H=	2.10	T=	1.05	FLDd (CCNU)	4.215%
D=	2.00	R=	0.690		
		FLDd=	7.386%	<b>Zona Climática 2</b>	
Restar parte del Muro:					
L=	4.50	M=	2.25	<b>FLDc % = (FLDd + CRI) x FR</b>	
H=	1.50	T=	0.75	Iluminancia exterior de la Zona	
D=	2.00	R=	0.8000	<b>6,000 luxes</b>	
		FLDd=	4.800%	FLDc (CCU)%	<b>3.788%</b>
<b>FLDd (CCU) V2 =</b>			<b>2.585%</b>	Luxes :	<b>227.287</b>
		$\phi =$	<b>41.63</b>	Porcentaje respecto al	
<b>FLDd (CCNU) V2 =</b>			<b>2.582%</b>	valor recomendado	<b>76%</b>
				Dentro del Límite Permitido	

**D. Criterios generales de iluminación.**

En el ejemplo anterior, se aprecia un buen porcentaje de área de ventana respecto al área de piso, siendo la distribución resultante buena. Las construcciones de un piso tienen ventajas desde el punto de vista lumínico, ya que permiten aprovechar de iluminación cenital, así como la facilidad de acceso a discapacitados. En los casos de dos niveles o más, se podrían utilizar conductos de sol y repisas.



### 6.3.3 Iluminación Artificial

Para la enseñanza, la calidad de la iluminación es fundamental. Por lo general la en muchos locales educativos no se cumplen los niveles de iluminación adecuados. La guía pretende dar algunas reglas sencillas para obtener una buena iluminación.

Uno de los principales problemas con bajo nivel de iluminación es que provocan cansancio mental, permiten la distracción, mala postura. Sin embargo el exceso de luz no controlado genera deslumbramiento, reflejos molestos y fuertes contrastes.

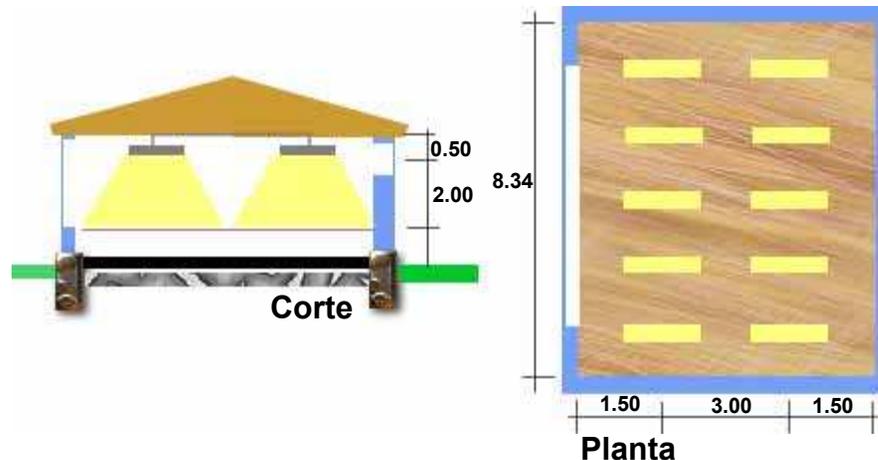
Las lámparas adecuadas son las fluorescentes incluyendo a los ahorradores de energía (Lámparas compactas). Debe evitarse lámparas incandescentes, pues tienen un alto consumo y baja eficacia así como horas útiles reducidas.

Los fluorescentes más usados son el tipo luz de día y luz blanca de 40w cuyo flujo luminoso varía entre 2450 a 3200 lúmenes e índices de reproducción cromática superior a 75. Se recomienda utilizar luz de día ó luz blanca.

A continuación se explicará un método sencillo para un cálculo de referencia, el cual tiene como premisa la utilización de luminarias de luz directa, con un coeficiente de utilización (CU) para un salón de dimensiones promedio de 0.75 y un factor de mantenimiento (FM) equivalente a 0.8, la cantidad de lúmenes de referencia para un salón de clase queda definida por la siguiente expresión.

$$\text{Lúmenes totales para un salón de clase} = (\text{área} \times \text{Luxes requeridos}) / (\text{CU} \times \text{FM})$$

Para un salón de clases de 50 m<sup>2</sup> tendríamos 25000 Lm. lo que equivale a un aproximado de 10 fluorescentes tipo Luz de día, el criterio de agrupamiento dependerá de la distribución la cual debe seguir la siguiente norma, la separación entre luminarias no debe sobrepasa 1.5 veces la distancia entre la parte baja de la luminaria y el plano de trabajo. De preferencia utilizar las tablas del fabricante para obtener valores exactos de CU y factor de espaciamiento. A continuación veremos un ejemplo:



Para el caso señalado el ambiente no debe tener mas de 6 m, ya que el máximo espaciamiento resulta de multiplicar los 2m entre la luminaria y el plano de trabajo por 1.50, lo que da por resultado 3m entre luminarias y 1.50 a los extremos. De contar con las especificaciones técnicas del fabricante usar dichos datos.

## 6.4 VENTILACION

### 6.4.1 Vientos en el Perú

El Perú lo hemos dividido en 9 zonas de acuerdo a los diferentes climas según Köppen y tiene alrededor de 28 climas según la clasificación de Thornthwaite, pero los factores que determinan su clima son: El Anticiclón del Pacífico Sur que es una célula de alta presión, regulador de la circulación, sopla en sentido antihorario, la Corriente Peruana o de Humbolt y la Cordillera de los Andes que actúa como efecto de barrera.

#### A) Costa Peruana:

En la costa peruana se alternan en el día y la noche las brisas de mar y las brisas de tierra. Por ejemplo en Ica, tenemos las “paracas”, debida a la gran diferencia de temperaturas entre el mar y el desierto, movilizándose abundante arena.

Durante el día cerca de grandes áreas acuáticas, la brisa sopla del agua hacia la tierra debido a que esta se calienta más rápido que el agua, este proceso se denomina Anabático. De noche se produce lo contrario, la tierra se enfría más rápido que el agua, la brisa sopla desde la tierra para reemplazar el aire que se eleva sobre el agua por convección natural, a este proceso se le denomina Catabático.



**B) Sierra Peruana**

En nuestra sierra es común la presencia de la brisa del valle, la cual sopla en el día desde las quebradas hacia cuesta arriba y de noche en sentido contrario.

**C) Selva Peruana**

En la selva, en forma leve soplan los vientos alisios provenientes del sur-este.

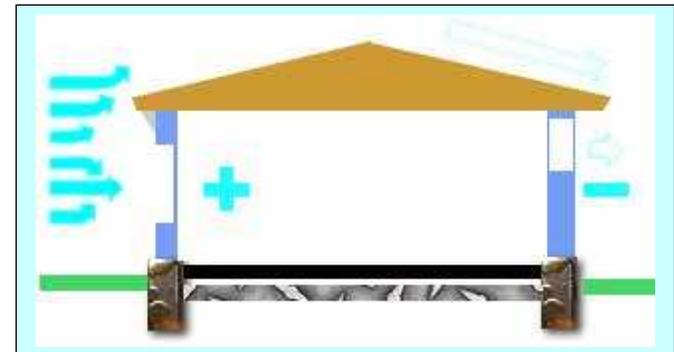
Según observaciones del satélite, por medio de fotografías en infrarrojo, durante el fenómeno del niño, el aire cálido, viene del Atlántico, este luego de ascender produce fuertes lluvias en la ceja de selva, atraviesa la cordillera y baja a la costa ya seco y caliente, dando lugar al llamado “colchón” de nubes propia de la margen occidental de nuestros andes.

Debido a la orientación y configuración de la cordillera de los andes, considerada como una barrera por sus 5,000 mts. de altura a lo largo del Ecuador, Perú y Chile, nos aísla del sistema eólico de la amazonía, resultando dominado por los vientos tropicales del este. Normalmente el aire frío del oeste, pareciera dominar las altas capas de nuestra atmósfera y trasmontando los andes, llega a la amazonía donde interacciona con los vientos provenientes del este, la convergencia produce grandes precipitaciones.

**6.4.2 Tipos de Ventilación**

**A) Ventilación natural**

Se denomina ventilación natural al proceso de intercambio de aire del interior de una edificación por aire fresco del exterior, sin el uso de equipos mecánicos que consuman energía tales como acondicionadores de aire o ventiladores. El movimiento del aire se origina por la diferencia de presiones, la cual tiene dos fuentes: gradiente de temperaturas o efecto dinámico del viento al chocar contra la edificación. En las regiones tropicales, el movimiento del aire de origen térmico puede ser despreciable, dada la poca diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior.



## B) Ventilación forzada

Por el contrario, la fuerza dinámica provee mayor velocidad y remoción del aire a los ambientes interiores, factor de suma importancia para el confort térmico en climas cálidos.

La ventilación natural, utilizada en combinación con el aislamiento, la masa térmica y las protecciones solares, pueden reducir o eliminar la necesidad del aire acondicionado en los espacios interiores. Para maximizar las oportunidades de ventilar naturalmente en los salones de clases deben asegurarse un irrestricto acceso a los vientos exteriores. La velocidad del aire en un ambiente está condicionada por la velocidad del viento incidente y de los campos de presión que se generan alrededor de la edificación, los cuales están determinados por la implantación y forma de la edificación, la permeabilidad de las fachadas y la distribución interior de los ambientes.



El aire caliente tiende a elevarse. Se generan corrientes de aire fresco por la sombra y por la evapotranspiración.

El comportamiento del aire alrededor y dentro de la edificación está regido por los siguientes principios:

El movimiento del aire dentro de las edificaciones se basa en el principio básico del «equilibrio de presiones» entre los ambientes. En la medida en que se mantenga una diferencia de presiones, se produce un proceso continuo de circulación del aire. Al chocar con la edificación el viento provoca diferencias de presión entre los lados. De esta manera, el aire se desplaza desde la zona de barlovento (presión +) a la de sotavento (presión -), a través de las aberturas.

El aire tiende a entrar por las aberturas de cara a la incidencia del viento y a salir por las aberturas restantes, en función de las dimensiones, de la ubicación y del tipo de ventana. Si un ambiente tiene sólo un orificio hacia el exterior, allí se crea una zona neutral donde el aire entra por arriba y sale por debajo, con escasa renovación del mismo.

### 6.4.3 Recomendaciones para el diseño en función de la ventilación

Para aprovechar eficientemente la ventilación natural, la edificación y los componentes constructivos deben orientarse convenientemente; también deben disponerse aberturas y ventanas que promuevan la ventilación cruzada en el interior de los ambientes. Algunas regiones presentan condiciones de viento y de temperatura del aire que permiten acondicionar los espacios de forma natural. Una apropiada respuesta arquitectónica debe tomar en cuenta además las características del terreno, el contexto urbano.

**Las estrategias de diseño pueden resumirse entonces, en las siguientes recomendaciones:**

- Adecuada implantación y forma de la edificación para producir mayor movimiento del aire alrededor y dentro de los ambientes.
- Utilización del paisajismo para canalizar el movimiento del aire.
- Ubicación y tamaños de vanos que estimulen la circulación y renovación del aire.
- Alta permeabilidad en las fachadas y en los cerramientos interiores.
- Ventilación cruzada.

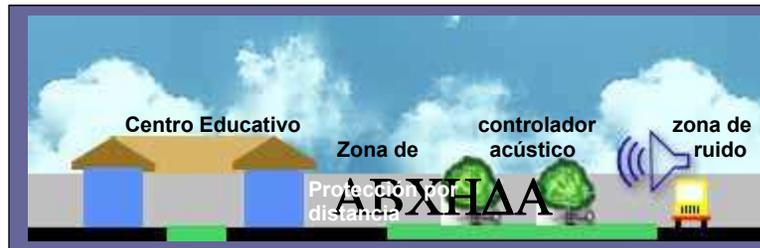
**Recomendaciones generales por tipo de clima:**

- Zona muy calida y cálida  
Subzona húmeda: ventilación cruzada, fundamental, por el beneficio de la velocidad del aire, para disminuir el “discomfort”.  
Subzona seca: Ventilación selectiva. Mayor cuidado con la sensible reducción de ventilación generada por las protecciones contra insectos en espacios semicubiertos (galerías, balcones, terrazas, patios).  
Vientos: Son predominantes por lo que se deberán crear zonas de alta y baja presión que aumenten la circulación de aire.
- Zona templada calida  
Se evitará la ventilación cruzada en la subzona seca, favoreciendo la ventilación selectiva y lo inverso en la subzona húmeda.
- Zona templada fría  
En la subzona secas se recomienda ventilación selectiva con inercia térmica y en la subzona húmeda deberá controlarse la infiltración en el período invernal y favorecer la ventilación cruzada en el verano.
- Zona fría  
Debe evitarse los vientos presentes a lo largo del año, favoreciendo la estanqueidad del edificio con un eficiente control de las infiltraciones.

## 6.5 ACUSTICA

### 6.5.1 Fuentes de ruido en locales educativos

Varias son las fuentes de ruido en los locales educativos. En primer lugar, afectando a las aulas que dan a la calle, tenemos el ruido del tránsito. Una segunda fuente son los gritos de los niños. Esta fuente es especialmente importante en clases de actividades prácticas, así como en clases de gimnasia u otras en las cuales el silencio no sea condición imprescindible.



En los locales educativos con aulas taller, una fuente importante puede ser las maquinarias (por ejemplo en aulas de carpintería, o de metalurgia)

### 6.5.2 Propiedades acústicas de las aulas

Son seis las principales propiedades acústicas de las aulas, las que tienen una gran incidencia en el nivel de ruido al cual se encuentran sometidos alumnos y docentes.

#### A) Volumen de la sala

El volumen de la sala depende del número de personas que se desea acomodar y de la actividad principal que se va a desarrollar. Para Salones de Clase se estima un volumen inferior a 200 m<sup>3</sup>:

Tipo	Volumen (m <sup>3</sup> ) por persona		
	Mínimo	óptimo	máximo
Aula, Salones de Clase	2.3	4.0	5.1

**B) Densidad del alumnado**

La densidad del alumnado incide en la absorción y el tamaño de la planta del salón de clase. La absorción del alumnado, no es proporcional a la cantidad de personas, sino al área que ellas ocupan. En otras palabras, mientras más separadas estén las butacas mayor será su absorción. De tal forma que el número de asientos es tan importante como la separación que se entre ellos.

**C) Inteligibilidad de la palabra**

Un aula tendrá una buena o mala acústica, dependiendo del grado que se entiendan las palabras. La inteligibilidad de la palabra depende de varios factores, tales como: El tiempo de reverberación, el ruido de fondo y la forma del local educativo. Estadísticamente se realizan pruebas para determinar el índice de articulación, que es una forma de estimar la inteligibilidad.

El porcentaje de inteligibilidad nos sirve para poder clasificar el grado de corrección acústica de una sala:

Inteligibilidad del 90%	Muy Bueno
Inteligibilidad del 85%	Satisfactorio
Inteligibilidad del 70%	Regular
Inteligibilidad del 65%	Malo
Inteligibilidad < 65%	Inaceptable

El método más sencillo se realiza distribuyendo 9 alumnos en el salón y realizando un dictado de 100 monosílabos, la cantidad de aciertos determinará la calidad acústica. Por lo general se repite el proceso un mínimo de 6 veces rotando al alumno de sitio y cambiando a la persona que realiza el dictado. Así mismo el orden de las palabras a dictar es modificado.

**D) Tiempo de la reverberación:**

Es decir la persistencia del sonido dentro de un ambiente interior aun después de interrumpida la fuente. Se produce a causa de Las sucesivas reflexiones o “ecos del sonido”, ya que en cada reflexión se pierde una cantidad muy pequeña de energía sonora. El efecto de la reverberación es doble. Para empezar, produce un refuerzo del nivel sonoro, lo cual hasta cierto punto es conveniente, ya que produce una especie de amplificación natural del sonido que facilita al docente dirigirse con emisiones moderadas de voz a una audiencia numerosa. Sin embargo, una persistencia del sonido durante un tiempo prolongado, es decir un elevado tiempo de reverberación, genera una disminución de la inteligibilidad de la palabra. La inteligibilidad depende fundamentalmente de la correcta transmisión de las consonantes, que son más cortas y más débiles que las vocales. La excesiva reverberación se puede corregir mediante el uso de apropiados materiales absorbentes.

Para la frecuencia de 512 Hertz que es la que predomina en el uso de la palabra, el tiempo de reverberación para un salón de clase no debe sobrepasar 0.44 segundos, y 0.37 segundos cuando tenga apoyo electroacústico.

Para ambientes con volúmenes (V) mayores a 200 m<sup>3</sup>. se podrá utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo de Reverberación Optimo} = 0.075 \times (V)^{1/3}$$

Si el ambiente posee apoyo electroacústico multiplicar el resultado por =0.85, Este valor debe verificarse con los valores obtenidos con la fórmula de Millington:

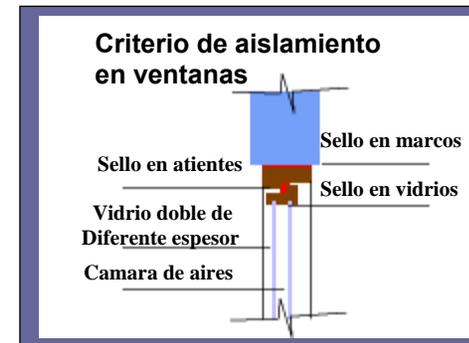
Tiempo de reverberación =  $(-0.161 \times V) / (\ln (1-\alpha^1) + \ln (1-\alpha^2) + \dots + \ln (1-\alpha_n))$  donde “ $\alpha$ ” es el coeficiente de absorción de las diferentes superficies, “ln” es el logaritmo neperiano y “V” es el volumen del salón.

En las salas de reuniones y cafeterías escolares, el tiempo de reverberación debe ser de menos de 1 segundo. En los campos de juego, el nivel de sonido del ruido de fuentes externas no debe exceder 55 dB LAeq, el mismo valor dado para áreas residenciales exteriores durante el día.

El nivel de ruido interno con el aula llena no debe sobrepasar los 40 decibeles, para lo cual consideraremos las distintas fuentes de ruidos probables y el aislamiento de las mismas.

### E) Aislamiento acústico

Es decir la capacidad de los muros, aberturas y tabiquería para impedir el paso del sonido del exterior hacia el interior del aula o viceversa. El aislamiento depende fundamentalmente del espesor de las paredes y de la densidad de las mismas, así como del cuidado de un perfecto ajuste de las aberturas, es decir evitando filtraciones, logrando la hermeticidad. Las rendijas por debajo de una puerta o en el perímetro de una ventana pueden echar por tierra el aislamiento de una gruesa pared de mampostería.



#### **F) Resonancias**

Debido a las reflexiones en superficies opuestas, existen ciertos tonos para los cuales la reverberación se vuelve muy notable, lo cual produce un efecto desconcentrador. Esto se suele producir en las aulas pequeñas o con techo bajo, y muy particularmente con las voces masculinas, ya que el efecto es más notable con los tonos graves.

#### **6.5.3 Recomendaciones para el diseño en función de la Acústica**

Pasos a seguir en el Acondicionamiento Acústico de un local educativo.

- Selección del lugar a diseñar.
- Determinación de las posibles fuentes de ruido.
- Distribución de espacios.
- Diseño de aislamiento.
- Diseño del control de ruido.
- Diseño del tamaño y forma del local.
- Selección y distribución del material Absorbente y Reflectante.
- Supervisión de la construcción en relación a las juntas y otros acabados finales.
- Supervisión de la instalación de los materiales absorbentes y reflectantes.
- Inspección, verificación y medición final al concluir la obra.

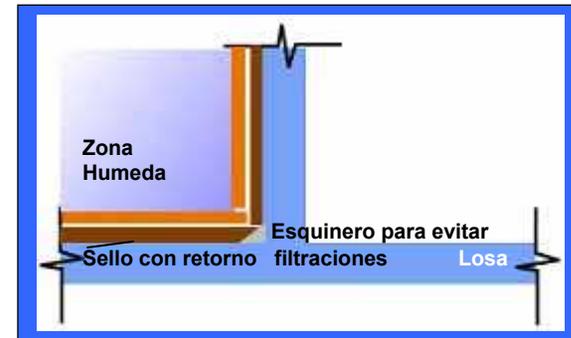
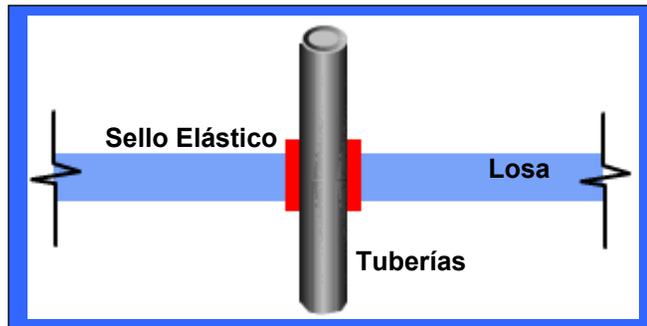
## 6.6 RECOMENDACIONES GENERALES RESPECTO AL CONTROL DE LAS PRECIPITACIONES PLUVIALES

Como la precipitación es un elemento del clima que influye en la humedad relativa, vegetación y contaminación, desde el punto de vista arquitectónico, resulta ser un parámetro importante en algunas zonas climáticas debido a su frecuencia, a la elevada o escasa cantidad que puede caer y a su estado físico, porque ello nos determinará el tipo de cubierta a utilizar, su inclinación y el material constructivo a emplear. Así mismo puede proveer a los locales de agua no potable para determinados usos como en servicios higiénicos.

- Considerar el diseño de canales recolectores y bajadas de aguas de lluvias en cuanto a dimensiones, pendientes y barrera contra la humedad. Tener en consideración la protección en muros, sobre todo cuando se incluya como variable el viento, ya que esto genera que la lluvia caiga de manera perpendicular.
- Controlar la recolección y evacuación de aguas lluvias mediante canales recolectoras, drenajes en terreno o escurrimiento superficial controlado.
- Diseñar las ventanas y puertas, controlando el estancamiento del agua, en los encuentros de marcos con los vanos y en las hojas o batientes con dichos marcos a fin de evitar el ingreso de agua por las posibles perforaciones o rendijas. Se recomienda considerar la normal evacuación de agua en elementos componentes como: alféizar, dinteles y jambas, diseñando teniendo presente la configuración del terreno en cuanto a su composición, presencia de capas subterráneas y cursos de aguas superficiales que podrían afectar la construcción, para lo cual se deberían considerar los estudios correspondientes y controlar las afecciones detectadas, principalmente referidas a aguas ascendentes, incorporando barreras contra la humedad.
- Considerar las pendientes adecuadas para los techos de acuerdo a las distintas zonas climáticas señaladas a partir de la página 16, al tipo y material de las cubiertas propuestas, controlando traslapes longitudinales y transversales, los botaguas, corta goteras y derrames correspondientes. Tener en consideración la dirección de vientos predominantes.



- Considerar el diseño y especificación de la impermeabilización de pisos en zonas húmedas interiores, controlando su correcta ejecución en obra asegurando su continuidad, retorno de dicha impermeabilización en el plano vertical evitando los ángulos rectos, y el sellado de rendijas y uniones.



- Considerar en el diseño, especificación y control del proceso constructivo de las instalaciones interiores de agua y desagüe, estas precauciones permitirán evitar posibles filtraciones.

## 6.7 MATERIALES

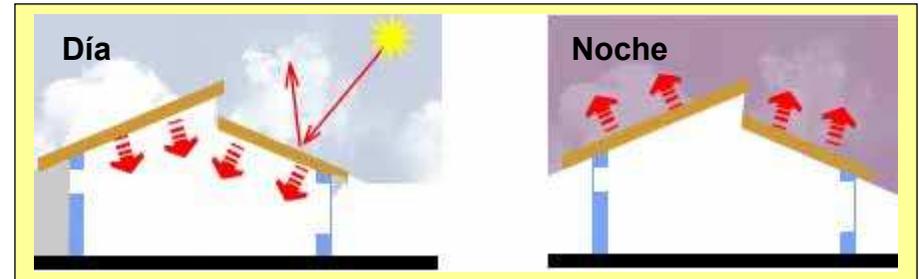
### 6.7.1 Conductividad térmica de los materiales

#### A) LOS TECHOS

Los techos horizontales están expuestos a la acción de los rayos del sol durante 12 horas del día, independientemente de la orientación del edificio. No sucede así con los techos inclinados, pues en este caso dependerá de la latitud, ángulo con la horizontal y la orientación de los mismos.

Esto lo convierte en uno de los elementos más críticos de la construcción en relación con la ganancia por conducción de la energía solar.

Las regiones situadas en latitudes próximas al Ecuador reciben los rayos del sol casi perpendicularmente durante todo el año, las ciudades del Perú están situadas entre los 0° a 18° de latitud Sur.



Por esta razón, en nuestra latitud es muy importante, al diseñar los techos, elegir materiales con una conductividad que deje pasar la menor carga térmica posible hacia interior de las construcciones y orientarlos adecuadamente.

Asimismo, el techo, por su posición es el que mas irradia al espacio durante la noche y esta característica debe ser aprovechada para perder el calor acumulado durante el día, en las horas más frescas de la noche para zonas calidas y evitarlo en zonas frías.

#### B) LOS MUROS

Los muros exteriores son los cerramientos fijos de la edificación que tienen una menor incidencia que el techo en las condiciones de bienestar térmico del espacio interno. En nuestra latitud, los rayos inciden durante todo el año oblicuamente en relación con los planos verticales (paredes) por lo que la ganancia de calor se reduce; esta reducción de la cantidad de calor que pasa hacia el interior de una edificación, redundará en el bienestar térmico de sus ocupantes.

Si tenemos un aula con cuatro caras orientadas hacia los cuatro puntos cardinales, las que se orientan hacia el Este y el Oeste son afectadas por la radiación solar en mayor medida que las del Norte y del Sur. La fachada Norte recibe los rayos del sol desde Marzo hasta Setiembre y con ángulos de altitud solar grande, lo cual hace que, con pequeños aleros, puedan protegerse las paredes que dan hacia el Norte.

Las fachadas Este y Oeste están muy poco favorecidas pues reciben sol durante medio día toda la mañana la fachada Este y toda la tarde la fachada Oeste, las protecciones que se requiere colocar deben serán de mayor amplitud,

siguiendo el método de cálculo explicado en la presente guía. De requerir abrir vanos en estas orientaciones tener en cuenta el uso de aleros o parasoles.

En zonas cálidas, si las paredes están a la sombra no es necesario el aislamiento térmico, si están expuestas a la radiación solar, un buen aislamiento evita la elevación de la temperatura interior.

En muros o paredes exteriores con exposición de la radiación es conveniente utilizar acabados de superficie que sean buenos reflectores, para reducir la ganancia de calor hacia el interior. (Ver cuadro de recomendaciones según zona climática)

El tratamiento exterior de las paredes debe tomar en cuenta dos aspectos:

- Que es parte de un espacio público o privado, exterior. Ver gráfico (a).
- Que se puede utilizar para rechazar parte de la radiación solar incidente. Ver gráfico (b).



Pero puede ocurrir que un acabado favorable para el primero, sea de poco beneficio para el segundo, en ese caso será preciso buscar la combinación mas adecuada. Para ese tipo de situaciones, la vegetación es el mejor elemento para sombrear las paredes sin embargo, cuando esto no es posible, se pueden utilizar elementos de protección solar separados de la pared para permitir la ventilación y la remoción del calor. Por ejemplo las pérgolas.

### C) LAS VENTANAS

En un clima como el nuestro, no se puede concebir un vano sin pensar en la protección solar que requiere. Si no tiene una protección adecuada, la cantidad de calor que penetra en la habitación a través de él es muy elevada; la ventana, por ejemplo, es el elemento de la construcción que permite el paso de la mayor cantidad de carga térmica.

Las funciones de los vanos en el clima calido - húmedo son en primer lugar permitir el paso del aire libremente y protección solar en las paredes.

- Orientar la corriente de aire hacía el espacio habitado.
- Asegurar la protección contra la radiación solar directa y difusa.
- Garantizar el aislamiento de ruido evitando el paso de ruido a las aulas contiguas.

- Limitar la cantidad de luz que penetra al aula, dejando pasar una cantidad suficiente.
- Permitir visuales hacía el espacio exterior; y
- Contar con una protección contra robos.

En el área de las ventanas, hay que asegurar una buena ventilación y a la vez evitar la excesiva iluminación. Se requieren amplias superficies de vidrio y amplías aberturas para ventilación. Seguir las recomendaciones según zona climática.

La excesiva área vidriada en climas cálidos ocasiona un calentamiento excesivo en el interior del aula, como consecuencia del "efecto de invernadero" ya que es transparente a la radiación proveniente del sol (ondas cortas e infrarrojas), pero opaco a la radiación que emiten los objetos al calentarse dentro, las ventanas orientadas directamente al sol, producen excesiva ganancia de calor hacia el interior. Para evitar o reducir el calor, generalmente, se colocan cortinas que bloquean la vista y entonces la ventana deja de cumplir su función como proveedora de visuales y luz natural.

Tener presente que algunos materiales absorben mas la radiación que otros y otros las emiten más. Por lo tanto, se deben emplear adecuadamente para disminuir el impacto de la radiación. Así pues, el uso de materiales que reflejan la radiación en vez de absorberla y que emitan rápidamente o devuelvan al exterior la que han absorbido, permite mantener temperaturas bajas dentro del edificio.

Por otra parte, si una superficie refleja una gran proporción de la radiación que incide sobre ella, debe absorber muy poca cantidad de la radiación recibida. Lo mismo sucede con las superficies brillantes que son buenas reflectores y pobres absorbentes, igual pasa con las superficies mates ó rugosas de colores oscuros que son buenos absorbentes y malos reflectores.

Sin embargo, se debe tener cuidado de no asociar el color de una superficie con su capacidad para absorber o emitir radiación infrarroja (longitud de onda mayor de 3 micras). Esto se debe a que el modo en que el material de una superficie determinada absorbe y refleja la radiación visible (longitud de onda menor a 2.6 micras), no tiene, necesariamente relación proporcional, con su capacidad para absorber y reflejar radiación infrarroja.

Cuando la energía solar incide sobre los edificios, prácticamente toda se encuentra distribuida en longitudes de onda menores a 2.6 micras, correspondiente a la radiación ultravioleta y visible, con longitudes de onda comprendidas entre 0.2 a 0.7 micras, y radiación infrarroja corta con longitudes de onda que llegan hasta 2.6 micras, mientras que un cuerpo que alcance una temperatura próxima a los 100 °C emite casi la totalidad de su energía radiante con longitudes de onda mayores de 3 micras. Así por ejemplo el intercambio térmico entre un edificio y sus alrededores se hace por medio de ondas largas infrarrojas, con longitudes de onda comprendidas entre 5 y 20 micras, que son reflejadas sin depender del color de la superficie sobre la que incide, sino de la densidad y composición molecular de dicha superficie.

En las zonas cálidas deben considerarse los efectos combinados de reflectividad y emisividad de los materiales.

Si las superficies expuestas a la irradiación del sol y del cielo despejado se cubren con cal, se pintan de blanco o se construyen con materiales claros, permanecerán más frescas que las superficies de un metal pulido como el aluminio. Pues a pesar de que el aluminio tiene una reflectividad mayor a la radiación solar, el efecto se compensa por la capacidad de emisividad de la superficie blanca que pierde calor hacia el cielo por radiación.

Este principio explica el por que de los exteriores blancos de las edificaciones tropicales. Sin embargo, si los mismos materiales están expuestos, no solo al sol, sino al suelo caliente en donde la superficie blanca no es capaz de perder calor a pesar de su elevada emisividad, el aluminio pulido será el material más fresco.

La forma en que se transmite el calor absorbido hacia el interior, depende de las características térmicas del material utilizado. Dichas características dependen de gran número de factores: la conductividad térmica, el espesor y la densidad, la posición de las capas o cavidades aislantes dentro de la construcción. El poder absorbente respecto de la radiación solar y la emisividad de la radiación a baja temperatura.

La combinación de estos factores permite reducirlos a tres variables principales:

- Coeficiente de transmisión térmica de aire a aire, "U"
- Factor de calor solar (flujo calorífico extra causado por la radiación solar).
- Tiempo de transmisión térmica.

El uso de estas variables se ha tenido en consideración para generar las recomendaciones por cada zona climática, así mismo se adjunta cuadros con datos de radiación térmica y solar para diferentes materiales, así como valores de conductividad térmica para los principales materiales de la construcción. Ver Anexo A. Su aplicación no se realiza de manera directa, y es parte del balance térmico.

## 6.8 USO DE ENERGIAS RENOVABLES

Las energías renovables provienen de fuentes inagotables y menos contaminantes permitiendo además eliminar la dependencia en los casos de países importadores de petróleo así mismo permite contar con energía en donde por razones de infraestructura no es viable el uso energías convencionales.

### 6.8.1 Energía Solar

Dependiendo de la forma de aprovechar esta radiación que nos llega del sol se distinguen tres tipos de energía solar:

**Energía Solar Fotovoltaica:** La radiación solar se utiliza exclusivamente para generar corriente eléctrica a través de paneles fotovoltaicos.

**Energía Solar Térmica:** La radiación solar se utiliza fundamentalmente para obtener calor por medio de colectores solares, aunque también puede generarse electricidad a partir de vapor.

**Energía Solar Pasiva:** La radiación solar se aprovecha para mejorar el confort térmico en un edificio por medio de elementos arquitectónicos bioclimáticos.

Estas dos últimas tratadas en capítulos anteriores.

La transformación directa de la energía solar en electricidad mediante la conversión fotovoltaica presenta ventajas claras dadas por su sencillez, modularidad, fiabilidad y operatividad.

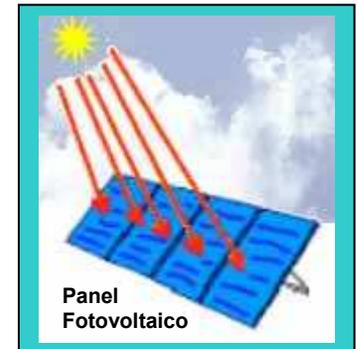
La tecnología disponible en la actualidad hace que las instalaciones fotovoltaicas tengan un interés y una rentabilidad especiales en aquellos lugares alejados de la red eléctrica, de manera que en muchos casos constituyen la mejor opción en términos económicos, de operatividad y de fiabilidad de suministro.

Los usuarios de las instalaciones fotovoltaicas autónomas tienen que gestionar un sistema de generación, acumulación y transformación de la energía eléctrica, por lo que deben comprender sus características, posibilidades y limitaciones, y participar, aunque sea mínima, por su buen funcionamiento.

El comportamiento del usuario junto con el dimensionamiento adecuado de los equipos y un correcto mantenimiento determina fuertemente el rendimiento de la instalación, el buen servicio y la larga vida.

En una primera gran división las instalaciones fotovoltaicas se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Instalaciones aisladas de la red eléctrica
- Instalaciones conectadas a la red eléctrica (No aplicable a centros educativos)



En el primer tipo, la energía generada a partir de la conversión fotovoltaica se utiliza para cubrir pequeños consumos eléctricos en el mismo lugar donde se produce la demanda.

La energía fotovoltaica puede ser aplicada en locales educativos para zonas rurales, alejadas de la red de alumbrado público.

### **Paneles fotovoltaicos**

Para obtener potencias utilizables en aparatos de mediana potencia, hay que unir un cierto número de células con la finalidad de obtener la tensión y la corriente requeridas.

A modo de ejemplo, si se desea obtener más tensión hay que conectar varias células en serie. Conectando 36 (dimensiones normales, 7.6 cm. de diámetro) se obtienen 18 V, tensión suficiente para hacer funcionar equipos a 12V, incluso con iluminaciones mucho menores de 1kW/m<sup>2</sup>.

Un panel solar está formado por varias células iguales conectadas en serie y paralelo, de forma que la tensión y la corriente suministrada por el panel se incrementen hasta ajustarse al valor deseado. Otros elementos hacen posible la protección del conjunto frente a agentes exteriores, aseguran una rigidez suficiente, posibilitando la sujeción a las estructuras que lo soportan y permiten la conexión eléctrica.

Estos son la cubierta exterior de vidrio, la protección posterior, el encapsulante entre ambas, el marco metálico y las bornes de conexión.

Normalmente los paneles utilizados están diseñados para trabajar en combinación con baterías de tensiones múltiplo de 12 V y tienen entre 28 y 40 células, aunque lo más típico es que cuenten con 36. La superficie del módulo puede variar entre 0.1 y 0.5 m<sup>2</sup>.

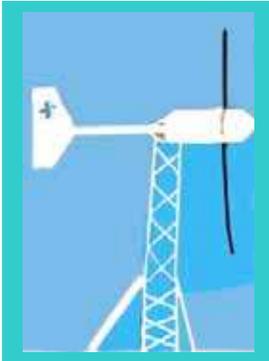


### **6.8.2 Energía Eólica**

Como hemos podido apreciar en arquitectura el viento es la principal forma de climatización en climas húmedos, se puede estudiar a través de maquetas expuestas a túneles de viento donde se observa mediante simuladores, los obstáculos a los que se puede enfrentar el movimiento de aire y determinar así las posibles turbulencias para mejorar el diseño de las Locales educativas.

Al viento lo podemos considerar una forma de parámetro en el análisis de las edificaciones, puesto que si bien, es una forma de climatizar, también puede producir gran malestar.





Para un pequeño Local educativo rural alejado de la red de suministro eléctrico. Se puede pensar en equipos cuya potencia oscile entre 100 W y 10 Kw. En este caso “aerogeneradores sencillos”.

Sus características fundamentales son:

- **La turbina**, que puede tener dos o tres palas realizadas en fibra de vidrio y carbono.
- **El generador**, compuesto de imanes permanentes y esta acoplado directamente a la turbina (no se utiliza multiplicador).
- **El sistema de orientación**, que suele consistir en una cola tal y como la que se ve en la figura adjunta.
- **La salida del sistema**, que puede ser en corriente continua o alterna, dependiendo del sistema al que se desee abastecer, y.
- **La torre**, que puede ser tubular o de celosía.

Sin embargo, existe una limitación en la cantidad de potencia eólica que se puede conectar a una red, debido principalmente a dos factores:

- **Variabilidad.** Una de las características fundamentales de la energía eólica es su gran variabilidad y la dificultad de predecir la potencia que va a poder inyectar a la red en un momento determinado.
- **Tipo de generador.** En la actualidad, la mayoría de los aerogeneradores utilizan máquinas asíncronas, que no pueden fijar la frecuencia de red.

Por estos dos motivos, la máxima potencia eólica que se puede conectar en un punto es el 5% de la potencia de cortocircuito.

**ANEXO A**

Material	Porcentaje de Reflexión		Porcentaje de Emisividad
	Radiación Solar	Radiación térmica	
Plata	93	SB	2
Aluminio Brillante	85	92	8
Cal	0	-	-
Cobre brillante	76	85	15
Plancha de cromo	72	80	20
Pintura cromada	71	11	89
Marmol blanco	54	5	95
Pintura verde clara	50	5	95
Pintura a base de aluminio	45	46	54
Piedra caliza	43	5	95
Madera clara	40	5	95
Asbesto cemento con antigüedad de 1 año	25	5	95
Ladrillo arcilla rojo	23 - 30	6	94
Pintura gris	25	5	95
Hierro galvanizado	10	72	28
Negro mate	3	5	95

Fuente Tesis David Morillón Gálvez.  
 Diseño de dispositivo y método para medición de conductividad térmica de materiales de construcción.  
 Universidad de Colima.

<b>Conductividad de los materiales</b>							
	$10^{-3} \text{ W / m } ^\circ\text{C}$		$10^{-3} \text{ W / m } ^\circ\text{C}$		$10^{-3} \text{ W / m } ^\circ\text{C}$		$10^{-3} \text{ W / m } ^\circ\text{C}$
Aire	26	Concreto en general:		Lámina de cemento asbeto:		Madera contrachapada	201
Agua	580	Agregado	1000	Ligero	216	Placa espuma de poliestireno	33
Hielo	26	Ligero	720	Medio	360	Tarrajeo cemento - arena	532
Roca:		Medio	1200	Denso	576	Piedra:	
Granito	1920	Denso	1500	Mampostería:		Granito	2920
Caliza	1530	Madera	140	Ligero	806	Caliza	1530
Arenisca	1290	Fibra de madera	50	Medio	1210	Arenisca	1295
Arena seca	500	Triplay	140	Denso	1470	Cartón de paja	93
Arcilla seca	450	Aglomerado	150	Ladrillo ligero	576	Madera blanda	138
Adobe	580	Placa de corcho	50	Ladrillo prensados	1150	Madera dura	160
Yeso	280	Lámina de asbeto cemento	360	Concreto:		Cartón de fibra de madera	100
Mortero cemento arena	1400	Lana mineral	37	ordinatio, denso	1440	Placa de filtro de madera:	
Mampostería del tabique:		Fibra de vidrio	42	Plancha de corcho:		Ligera	82
Ligera	560	Poliestireno expandido	33	Natural	43	Densa	115
Mediana	730	Cemento arcillosos expandido	460	Regranulado, secado	39	Plomo	34000
Densa	950	Acero	58000	Lana mineral:		Hierro colado	50000
Vidrio	720	Aluminio	220000	Filtro	37	Acero	58000
Asfalto	580	Asbeto:		Placa rígida	49	Bronce	64000
Acero	50000	Seco	51	Enlucido de yeso	159	Zinc	110000
Aluminio	200000	Mojado	144	Revoque:		Aluminio	220000
Zinc	110000	Empapado	203	Yeso	461	Cobre	350000
Plomo	340000	Suelto	34	Ladrillo prensado	1150	Plata	407
Enlucido 12mm	461	Pulverizado	46	Plancha de lana de vidrio de 25 mm	93	Aire	26