

**GUIA SOSTENIBILIDAD PROYECTO MEN**  
**MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL**

**BIOCLIMATICA**

## Tabla de contenido.

1.	Objetivos del estudio
2.	Metodología
3.	Marco conceptual
4.	Rangos de confort por zonas
4.1	Zona clima frio
4.2	Zona clima medio
4.3	Zona clima cálido
5	Confort adaptativo
6	Normas aplicables
7	Estrategias de climatización natural
8	Recomendaciones de implantación y control solar
9	Recomendaciones de aislamiento térmico
9.1	Envolvente clima frio
9.2	Envolvente clima medio
9.3	Envolvente clima cálido
10	Recomendaciones Ventilación natural
10.1	Sistemas básicos de ventilación
11.	Guía general diseño de ventilación natural
12.	Criterios y matrices guía de selección
13.	Bibliografía
14.	Anexos

## **1. Objetivos del estudio**

Este estudio tiene por objetivo el de definir los criterios, estrategias y sistemas bioclimáticos apropiados a climas representativos de la geografía colombiana para la implementación de infraestructuras educativas contempladas en el proyecto MEN del Ministerio de Educación Nacional.

Este estudio debe configurarse como una guía para los diseños específicos que además de responder a las exigencias de confort deben tener en cuenta aspectos coyunturales de alto impacto como es el cambio climático y fenómenos del niño, lo que puede representar un aumento las temperaturas externas máximas.

## **2. Metodología**

Para el desarrollo de este trabajo se tendrá como marco metodológico el definido por el Ministerio de Educación y aquellos específicos para la consultoría arquitectónica.

No obstante lo anterior, desde el ámbito de la bioclimática se presenta un marco metodológico que incluye los siguientes componentes:

2.1 Estudio del contexto climático de intervención, el cual se definirá con base en la caracterización climática del IDEAM, escogiendo las regiones representativas para análisis.

2.2 Caracterización climática del sitio escogido representativo, considerando los principales factores que inciden en el confort como: temperaturas, humedad relativa, radiación solar, vientos.

2.3 Establecimiento de los requerimientos bioclimáticos y de confort térmico con base en los diagramas bioclimáticos de la construcción, niveles de disconfort aceptables y estándares mínimos aplicables (Estándares internacionales Normas nacionales y locales).

2.4 Cálculo y dimensionamiento de estrategias, sistemas y dispositivos de climatización pasiva para un colegio tipo adaptado a cada región seleccionada.

2.5 Elaboración de las guías de diseño con base en una matriz de selección y tipologías arquitectónicas replicables. Fichas bioclimáticas

2.6 Conclusiones y recomendaciones finales

### **3. Marco conceptual**

#### **Caracterización climática del trópico**

Colombia está localizada en la zona tropical caracterizada por rangos de condiciones termodinámicas complejas, debido a que esta zona del planeta recibe la mayor parte de la energía solar, generando movimientos de aire entre las latitudes ecuatoriales y polares, estas corrientes de aire denominadas vientos alisios provenientes del noreste y sureste al encontrarse cerca de la zona ecuatorial denominada zona de confluencia intertropical hacen que el aire cálido ascienda provocando un enfriamiento de aire por expansión, generando condensación y formación de nubes y por ende precipitaciones que se hacen mas fuertes y frecuentes tal como se aprecia en la costa pacífica colombiana. El movimiento de la zona de confluencia intertropical va determinando las temporadas lluviosas

En esta zona también se presentan fenómenos meteorológicos que inciden en las condiciones climáticas, por ejemplo las ondas del Este del Caribe frecuentes en las temporadas de lluvias en la zona norte del país caracterizadas porque el viento cambia de dirección del noreste al este, la temperatura pasa a ser ligeramente más alta, una vez la onda se aleja las condiciones se normalizan y se imponen nuevamente los vientos alisios, así mismo se las condiciones normales se pueden ver afectadas por la formación de ciclones tropicales, sistemas sinópticos del Pacífico y la Amazonia, influencia de vaguadas de latitudes medias del hemisferio norte, vaguada tropical de la alta troposfera.

Las particularidades locales junto con la circulación atmosférica a gran escala determinan las condiciones propias en las zonas del territorio, estos factores locales como brisas tierra - agua, montaña - valle, ascenso orográfico, isla de calor en las áreas urbanas generan condiciones microclimáticas a tener en cuenta en el diseño de cada escuela.

#### 4 Rangos de confort por zonas.

A continuación se describen las condiciones térmicas aceptables con base en el estándar ASHRAE 55. 2010 para clima Frio, cálido húmedo y cálido seco consideradas en esta guía como casos de estudio específico.

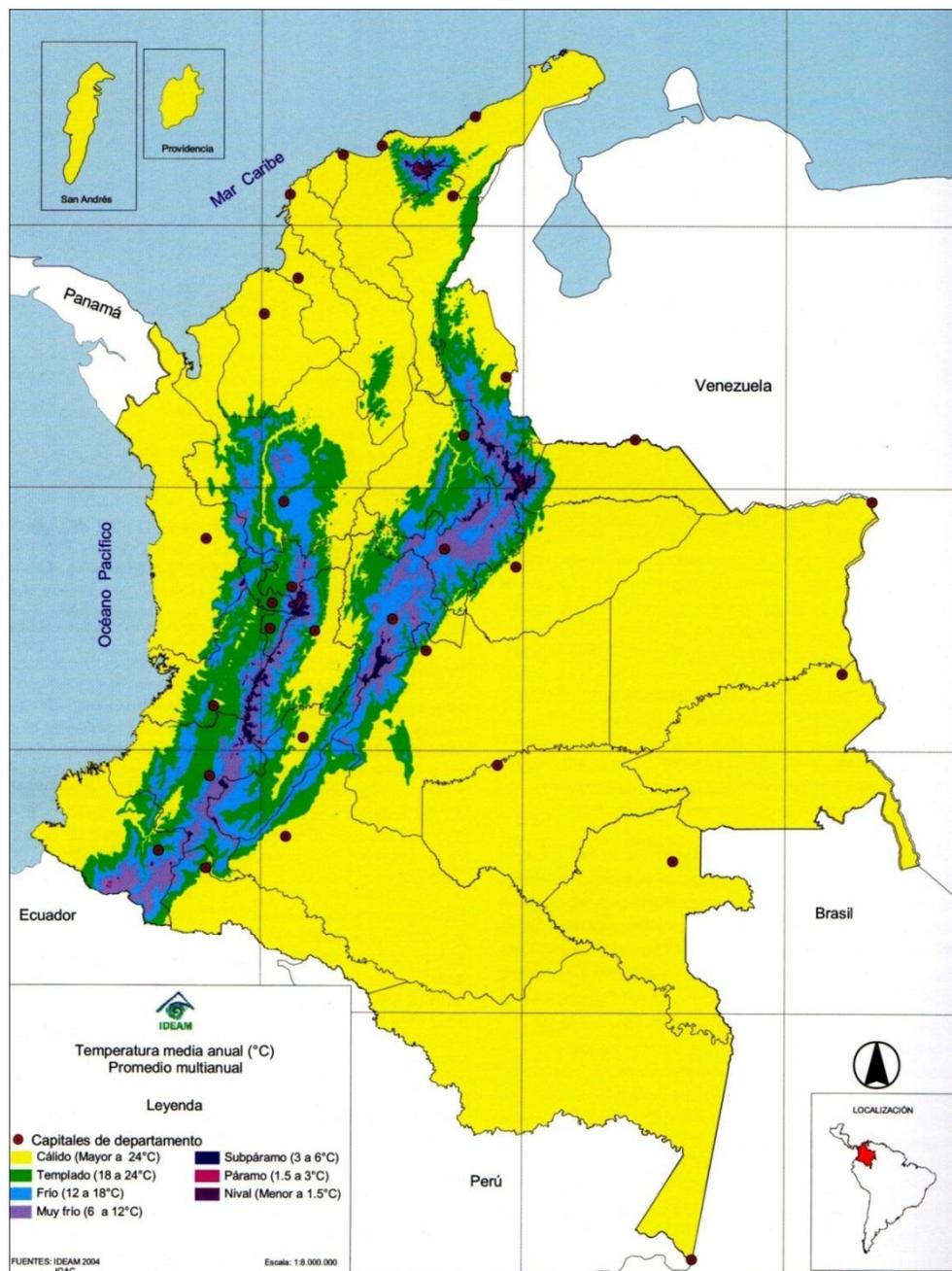
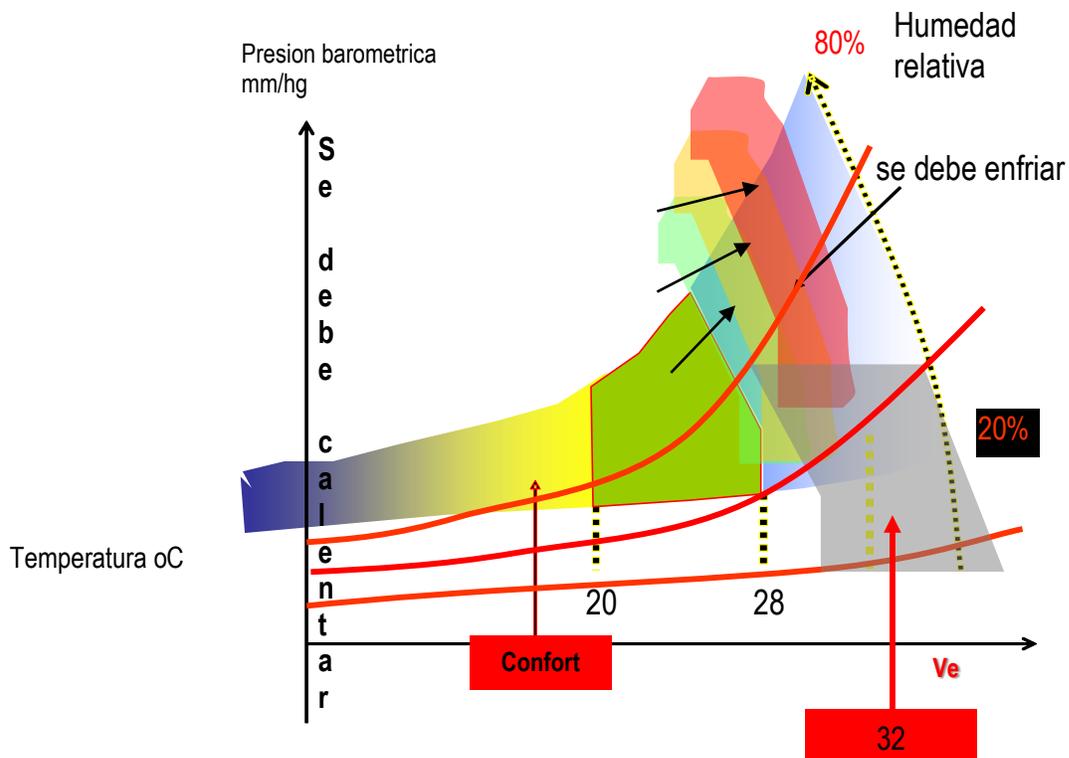


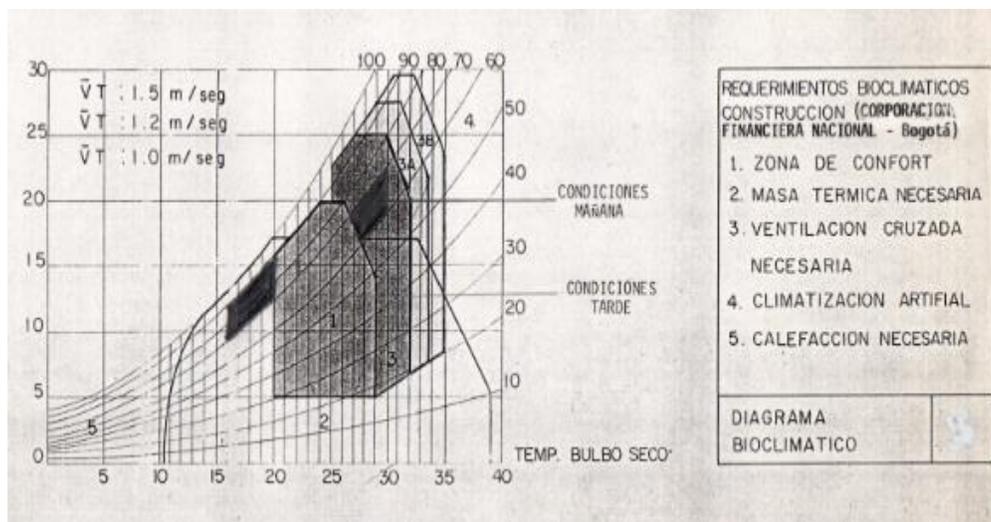
Imagen 1 - Caracterización climática Colombia, Fuente- Atlas climatológico de Colombia IDEAM



### Estrategias basicas

- Ventilation
- Evitar radiacion solar
- Controlar y estabilizar temperaturas

**Grafica 2 –Lmites de confort Térmico**



**Grafico 3 - Diagrama bioclimático de la construcción**

### **Estrategias según caracterización climática.**

**Clima cálido – húmedo:** Maximizar la ventilación natural - Evitar la radiación solar directa - controlar el paso rápido de calor

**Clima medio:** Potenciar la ventilación natural - Evitar la radiación solar directa - estabilizar las temperaturas entre día y noche.

**Clima frío:** Renovación de aire (mínima ventilación) - Maximizar los aportes de energía solar - Maximizar el aislamiento térmico para evitar enfriamiento nocturno

Condiciones de confort esperado con sistemas de ventilación natural: De acuerdo al ASHRAE 55-1 2004 se definen los siguientes rangos de confort aceptable para espacios ventilados naturalmente:

#### 4.1 Zona Clima frio

##### Característica climática

Región andina, la temperatura guarda una estrecha correlación con la elevación. Corresponde a las zonas localizadas entre los 2.000 y 3.000 metros de altura sobre el nivel del mar, presenta temperaturas medias anuales que oscilan entre los 12 a 18 °C, cubriendo 93.000 Km<sup>2</sup>, correspondientes al 7.9% del territorio nacional y ubicándose en las partes altas de las montañas. <sup>1</sup>

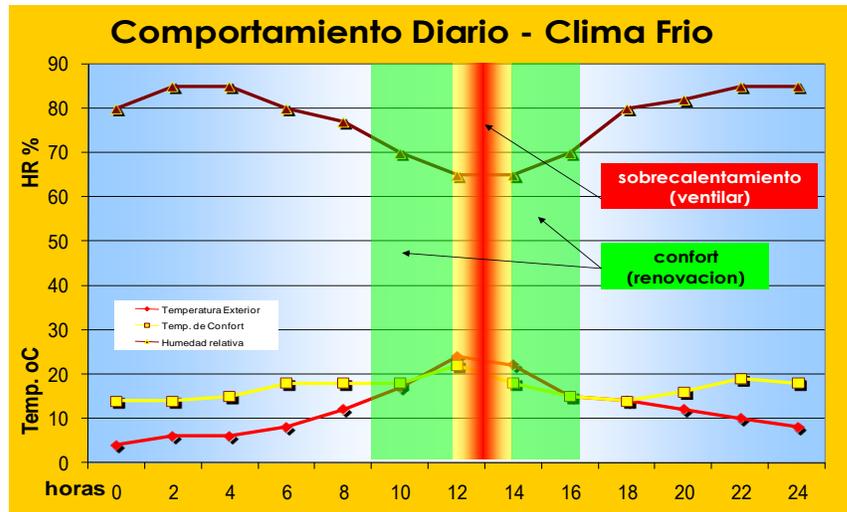


Gráfico 3 - Condiciones aceptables para climas fríos. Zona de referencia Rionegro Antioquia

En este caso el rango de aceptabilidad se sitúa entre 18°C y 25°C (caso Bogotá)

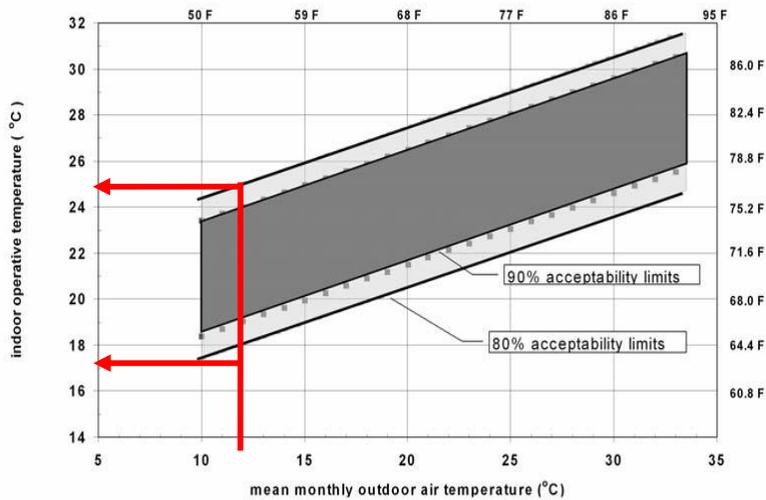


Gráfico 4 - Estándar ASHRAE 55 2010 clima frio

## 4.2 Zona clima Templado o medio

### Caracterización climática

Comprende todas las áreas ubicadas entre los 1.000 y 2.000 metros de altura sobre el nivel del mar, presenta temperaturas que oscilan entre los 17 y 24 °C. En Colombia este piso cubre 114.000 Km<sup>2</sup> correspondientes al 10% del territorio nacional, ubicándose en las zonas bajas de las montañas. <sup>1</sup>

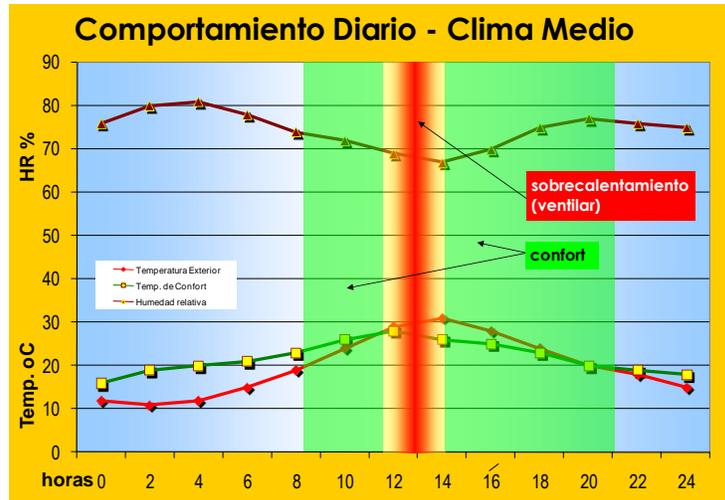


Gráfico 5 - Condiciones aceptables para climas medios.

En este caso la aceptabilidad de confort se sitúa en el rango de temperatura entre 20°C y 28°C

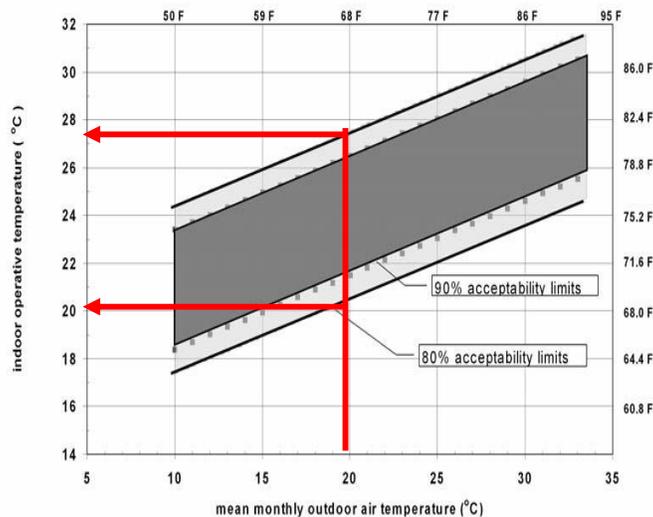


Gráfico 6 - estándar ASHRAE 55.1 clima medio

### 4.3 Zona Clima Cálido

#### Caracterización climática

El piso cálido comprende las zonas localizadas entre cero y mil metros de altura sobre el nivel del mar; estas áreas presentan una temperatura promedio superior a los 25 grados centígrados (25°C). En Colombia, este piso abarca cerca de 913.000 Km<sup>2</sup>, correspondientes al 80% del territorio nacional, localizándose en las llanuras costeras tanto del Pacífico como del Caribe, en los valles del río Magdalena, Cauca, Cesar, Catatumbo y otros, así como también, en las extensas llanuras del Orinoco y el Amazonas. <sup>1</sup>

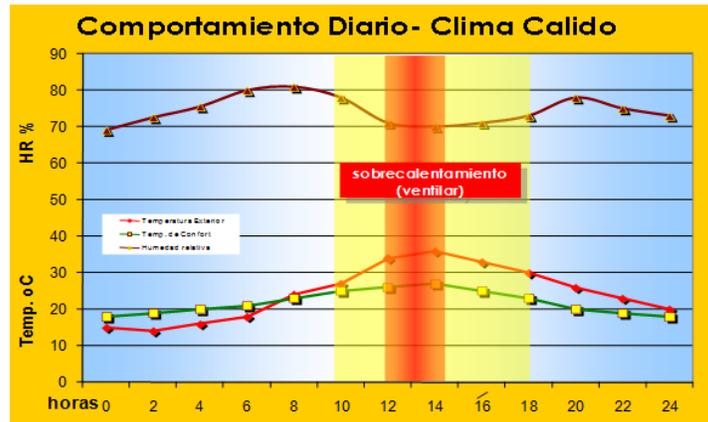


Gráfico 7 - Condiciones aceptables para los climas cálidos

La tendencia actual es de ajustar bajo condiciones cálido-húmedas el límite superior de aceptabilidad hasta 30°C en espacios ventilados naturalmente (diseño bioclimático óptimo).

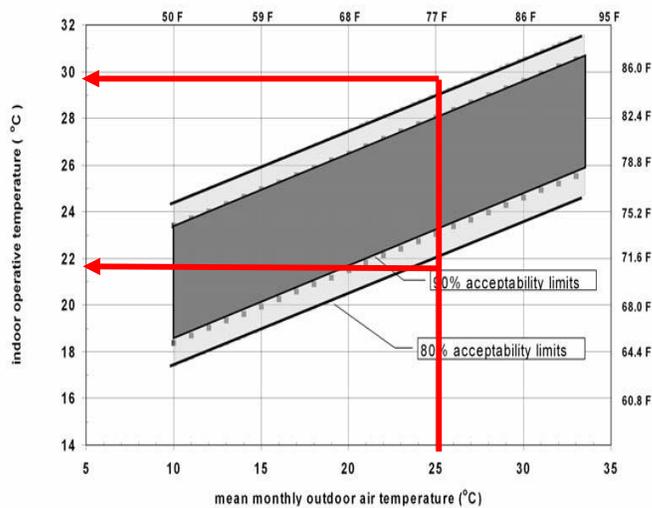
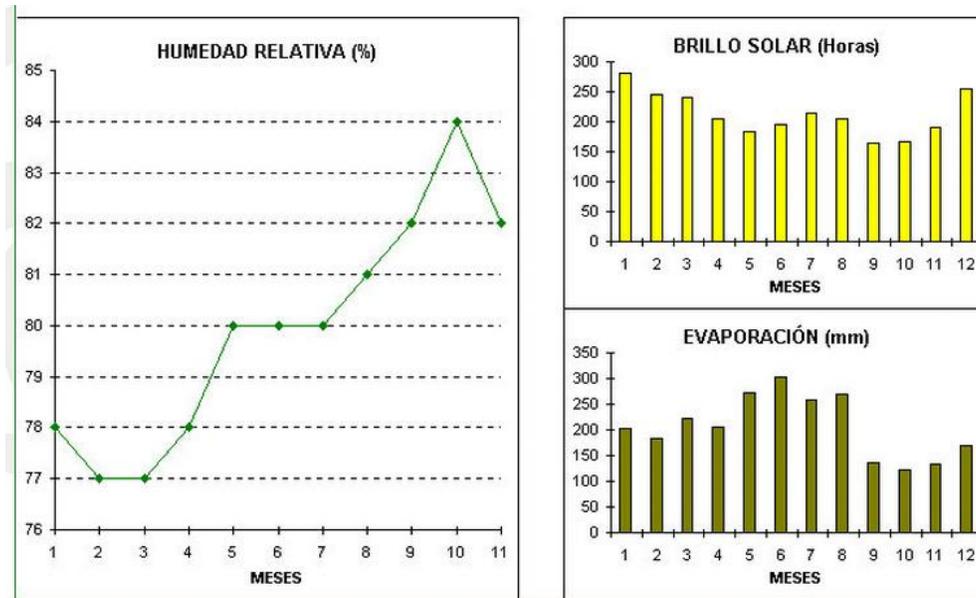


Gráfico 8 - Estándar ASHRAE 55.1 clima cálido

## Zona Clima Cálido Humedo



**Gráfico 10 . Brillo solar Humedad relativa Barranquilla Fuente IDEAM**

En el caso de climas cálidos las condiciones exigidas por los estándares internacionales (ASHRAE 55 2010 ) indican que la construcción debe mantenerse al interior entre 22 °C mínimo y máximo de 29 °C.

La ventilación natural permite “neutralizar” los efectos de la humedad relativa y generar por efecto de movimiento del aire una aceptación de confort ampliada hasta 30°C bajo condiciones de medio día ( cuando las humedades bajo el trópico descienden al 50%).

Con ventilación mínima y media, el nivel de stress térmico se sitúa entonces dentro de los rangos de encima del confort óptimo y algo cálido (pero aceptable). Para lo anterior es necesario que la construcción asegure, en el caso del trópico, un descenso de las temperaturas exteriores máximas de 35°C en 4°C a 5°C . Lo anterior solo es posible con dispositivos de protección y aislamiento térmico de alta eficiencia, complementada por la ventilación natural como respuesta al requerimiento bioclimático.

### 5 Confort adaptativo.

De acuerdo a la relación entre las velocidades del aire y las temperaturas se logran diferentes niveles de disconfort bajo condiciones tropicales, en este caso la disminución de las temperaturas depende en gran parte de la envolvente.

### Efectos de la ventilación en los niveles de stress térmico.

Los niveles de disconfort varían de acuerdo con el nivel de ventilación. Estos niveles corresponden con la sensación térmica percibida por los individuos en función del aumento o disminución de las temperaturas.

#### Niveles de disconfort (Markus Morris)

- DISC = 0,5 por encima del confort óptimo.
- DISC = 1,0 algo cálido
- DISC = 2,0 cálido
- DISC = 3,0 caliente
- DISC = 4,0 muy caliente
- DISC = 5.0 insoportable.

Si los niveles de ventilación aumentan, los rangos de stress térmico (sensación térmica) respecto a la temperatura se disminuyen a niveles aceptables como se ilustra a continuación.

Velocidad del aire	Temperaturas Operativas °C			
	DISCONFORT: 0.5	DISCONFORT: 1.0	DISCONFORT: 2.0	DISCONFORT: 3.0
m/seg				
0,1	28	30	32	33
0,5	30	32	34	35
2.0	33	35	36	36

Tabla 1 – Rangos de stress térmico vs velocidad de aire

Como se observa a mayor velocidad del aire las temperaturas a niveles aceptables (DISC 0.5-DISC 1.0) pueden alcanzar 30 °C con una tasa de 0,5 m/seg, mientras que adoptando mínima tasa de ventilación el nivel aceptable se sitúa en 28°C. Estas condiciones aplican para climas cálidos húmedos donde la humedad relativa es mayor a 80%.

Sin embargo bajo condiciones extremas ( zona Magdalena Medio) sería aceptable un nivel de disconfort DISC 1.00 con temperaturas hasta de 32°C y una tasa de ventilación de 0.5 m/seg

## 6 NORMAS APLICABLES

- ESTANDAR ASHRAE 62 . 1 2007 mínima calidad del aire interior

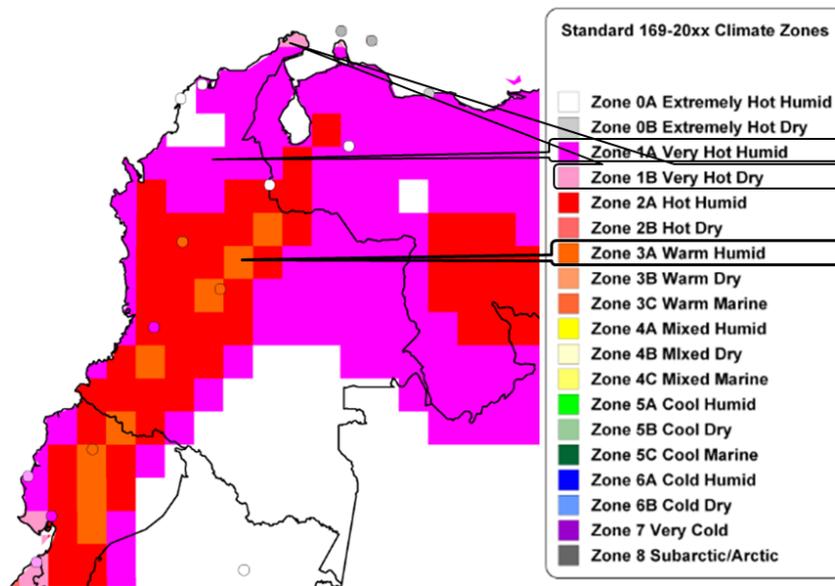
**TABLE 6-1 MINIMUM VENTILATION RATES IN BREATHING ZONE**  
(This table is not valid in isolation; it must be used in conjunction with the accompanying notes.)

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate $R_p$		Area Outdoor Air Rate $R_a$		Notes	Default Values		Air Class	
	cfm/person	L/s-person	cfm/ft <sup>2</sup>	L/s-m <sup>2</sup>		Occupant Density (see Note 4)	Combined Outdoor Air Rate (see Note 5)		
						#/1000 ft <sup>2</sup> or #/100 m <sup>2</sup>	cfm/person		L/s-person
<b>Educational Facilities</b>									
Daycare (through age 4)	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	2
Daycare sickroom	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	3
Classrooms (ages 5–8)	10	5	0.12	0.6		25	15	7.4	1
Classrooms (age 9 plus)	10	5	0.12	0.6		35	13	6.7	1
Lecture classroom	7.5	3.8	0.06	0.3		65	8	4.3	1
Lecture hall (fixed seats)	7.5	3.8	0.06	0.3		150	8	4.0	1
Art classroom	10	5	0.18	0.9		20	19	9.5	2
Science laboratories	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	2
University/college laboratories	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	2
Wood/metal shop	10	5	0.18	0.9		20	19	9.5	2
Computer lab	10	5	0.12	0.6		25	15	7.4	1
Media center	10	5	0.12	0.6	A	25	15	7.4	1
Music/theater/dance	10	5	0.06	0.3		35	12	5.9	1
Multi-use assembly	7.5	3.8	0.06	0.3		100	8	4.1	1

### Grafico 9 - ESTANDAR ASHRAE 62 . 1 2007 mínima calidad del aire interior

- ESTANDAR ASHRAE 90. 1 2007 ver anexo de acuerdo a zonas climáticas aplicables 1A cálido húmedo, 1B cálido seco y 3ª Frío

- Estándar ASHRAE 90.1 envolvente



- ESTANDAR ASHRAE 55 2010 Rangos de confort térmico
- LEGISLACION LOCAL

## 7 ESTRATEGIAS DE CLIMATIZACION NATURAL

### Arquitectura bioclimática

Es el diseño que tiene en cuenta el clima y las condiciones del entorno para conseguir confort térmico interior, mediante la adecuación del diseño, adaptando el edificio a las condiciones climáticas de su entorno.

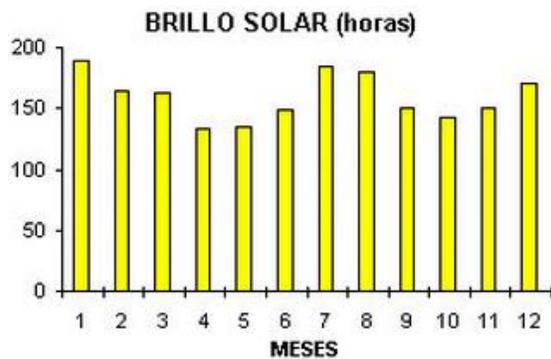
Su objeto es lograr calidad del ambiente interior, es decir que el interior tenga las condiciones adecuadas de temperatura, humedad, circulación y calidad del aire (CO<sub>2</sub>), dentro de rangos variables según las condiciones externas que están insertos en el diagrama bioclimático de la construcción. Las estrategias de la arquitectura bioclimática consideran la ventilación natural, el control solar, el aislamiento térmico y la iluminación natural dentro de un sistema integrado de dispositivos insertos en la arquitectura misma (cubiertas asiladas, torres de viento, corta soles en fachada etc.)

## 8 Recomendaciones de implantación y control solar

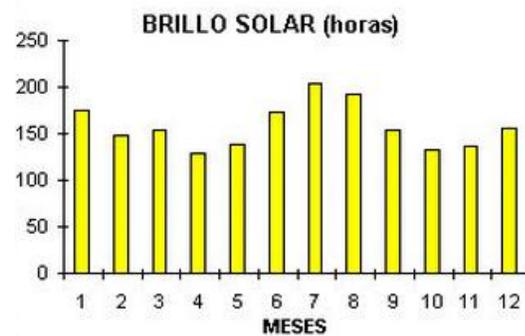
El control solar pasivo es una estrategia integrada a aquellas que hacen relación con la ventilación natural y el aislamiento de la construcción. En el caso de aulas escolares el control solar efectivo debe de evitar cargas térmicas por radiación solar directa en climas cálidos y además debe evitar la sobre iluminación que afecta los procesos de lectura. Lo anterior siempre y cuando se mantengan adecuados niveles de iluminación natural que en niveles óptimos aumentan la productividad de aprendizaje hasta en un 16%. En climas fríos el control solar debe evitar sobre todo la sobre iluminación.

La radiación solar bajo las condiciones del trópico se concentra en la radiación sobre la horizontal en mayor medida y fachadas este y oeste en menor medida pero siempre significativamente.

Las siguientes gráficas ilustran este aspecto:

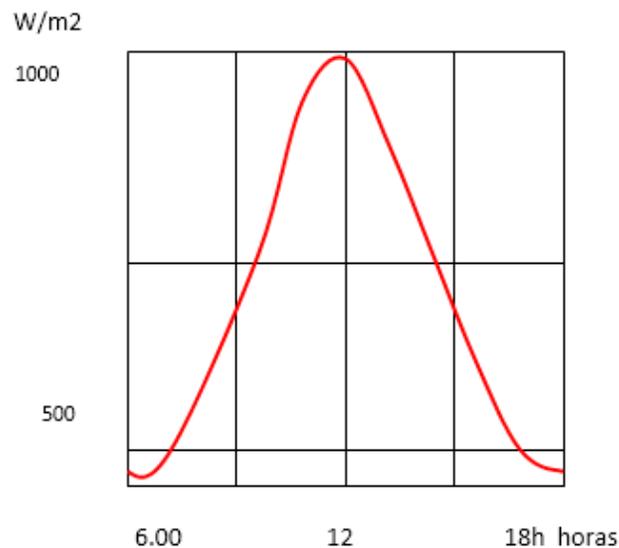


Brillo solar Bogotá



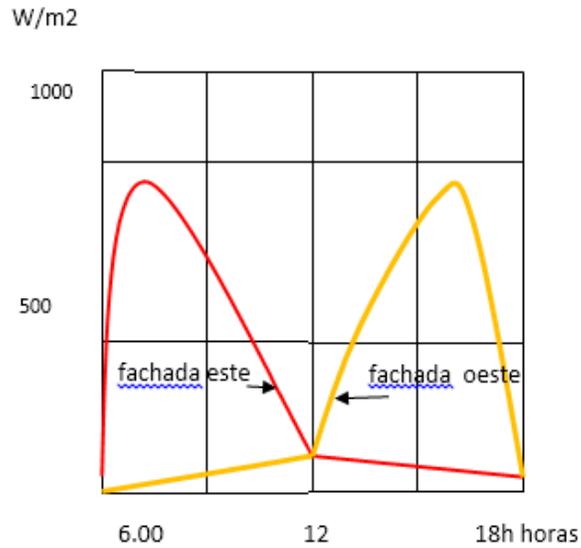
Brillo solar Medellín

Grafico 10 – Brillo solar anual IDEAM



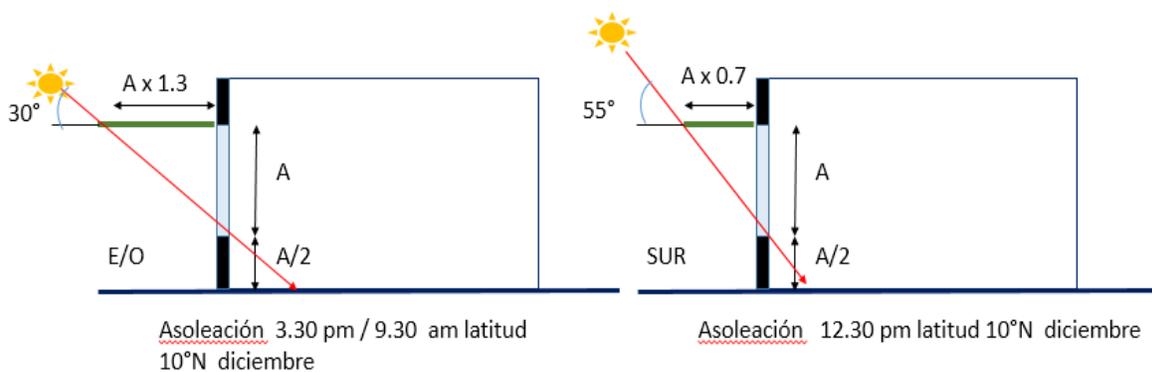
### Grafico 11 – Radiación solar diaria w/m2

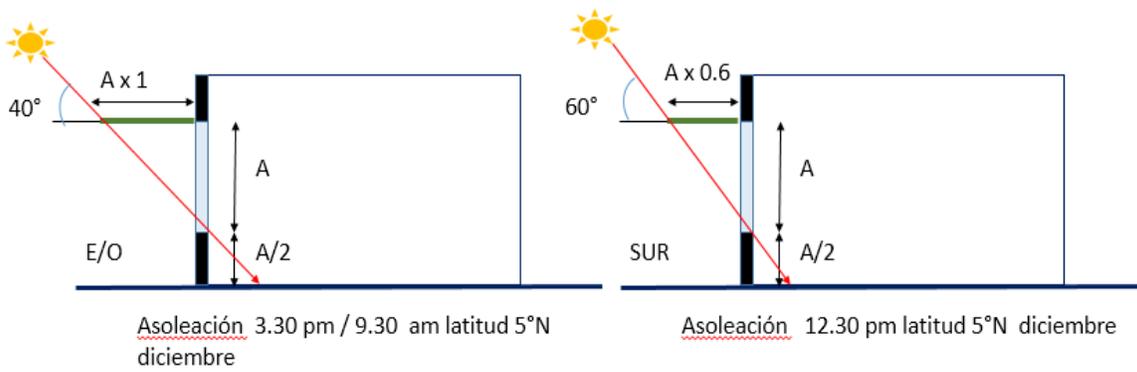
Como se observa la radiación sobre la horizontal a medio día supera el doble que aquella recibida en la mañana y en la tarde



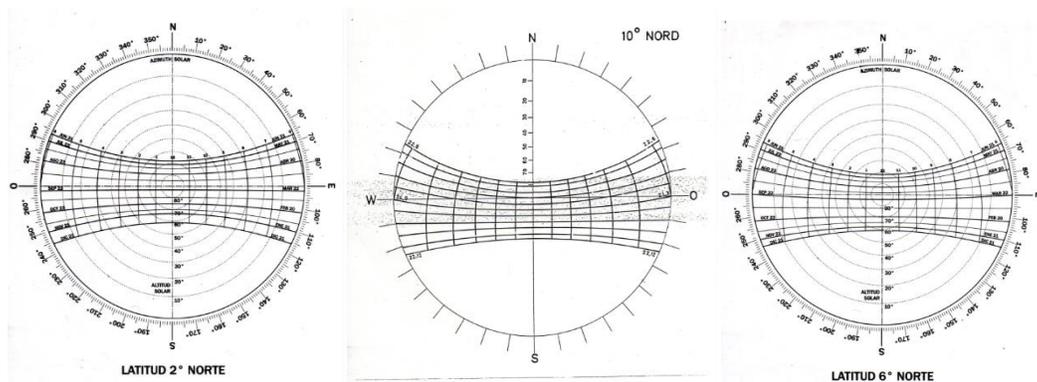
### Grafico 11 – Radiación solar diaria por fachada w/m2

Como se observa, bajo condiciones de día claro, los niveles de radiación solar superan los 500 W/m2, lo cual incide en el sobrecalentamiento del espacio interior en zonas cálidas y especialmente desérticas. Por lo anterior se recomiendan las siguientes protecciones de acuerdo a las latitudes representativas, en este caso LAT 10°N costa y 5 °N centro del país (sabana de Bogotá , altiplano Antioqueño)





**Gráfico 12 – Aleros protección solar**

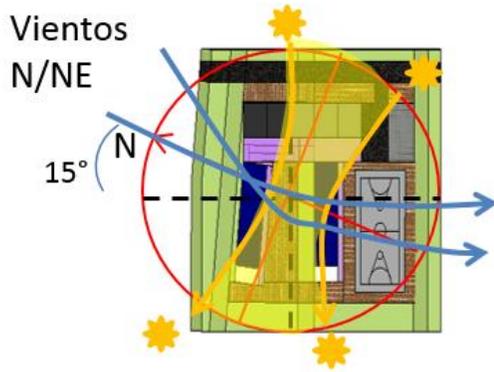


**Gráfico 13 – Curso solar aplicable**

# CALIDO

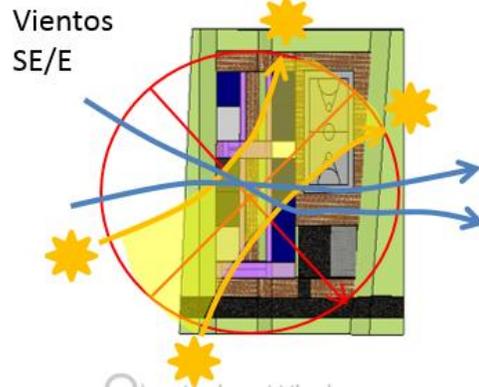
# FRIO

## 6 QUEBRADO 2 PISOS

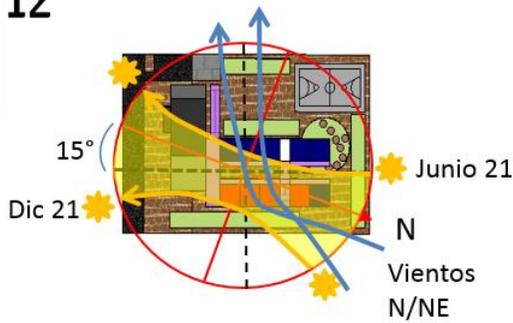


## 6 QUEBRADO 2 PISOS

Se beneficia acceso de sol mañanero

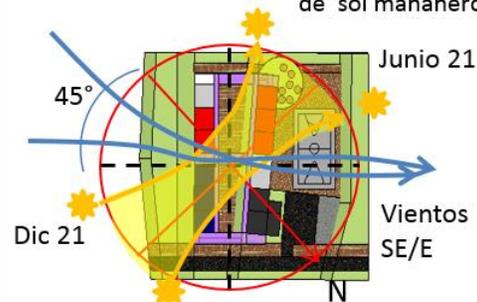


## 12 PLANO 2 PISOS



## 12 QUEBRADO 2 PISOS

Se beneficia acceso de sol mañanero



Para el clima cálido se tomó como referencia la localización más apropiada para la zona Caribe procurando evitar la exposición de las fachadas más largas al sol y aprovechar las corrientes de aire que proviene del nor-este

Para clima frio se tomo como referencia la localización mas apropiada para la zona cundi-boyacense procurando ganancia de calor a primeras horas de la mañana pues las noches son muy frías, y aprovechar vientos provenientes del sur-este y del este

## 9 Recomendaciones de aislamientos térmicos

De acuerdo con las condiciones esperadas de confort y la necesidad de disminuir las temperaturas exteriores en climas cálidos especialmente, al incorporar la concepción bioclimática, se obtienen óptimas respuestas en función de las características climáticas exteriores y tipo de construcción.

El aislamiento térmico debe moderar la transferencia de calor o de frío en función de la diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior

Menor sea el coeficiente de transmisión térmica, mayor es su nivel de aislamiento térmico

Por lo anterior, las cubiertas bajo condiciones de trópico, requieren de aislamiento térmico para proteger a la construcción del sobrecalentamiento o sobre enfriamiento esto implica el concepto de transmisión de calor. **Coefficiente K o U : de transmisión de calor.**

El coeficiente K es la cantidad de calor expresado en Watios (SI) que es el flujo de calor transmitido por un m<sup>2</sup> de cubierta o cualquier componente constructivo, sometida a una diferencia de temperatura de 1 grado centígrado entre el ambiente de su cara exterior y el ambiente de su cara interior: Se define como  $W/m^2\text{°C}$ . o  $BTU/hr\text{pie}^2\text{°F}$ .

El coeficiente K depende de las propiedades térmicas del material, las cuales están definidas con base en el **coeficiente de conductividad k: expresado en  $W/m\text{°C}$**  y se define como : la cantidad de calor que atraviesa un material en unidad de tiempo y espesor, por 1°C de diferencia de temperaturas entre sus dos caras.

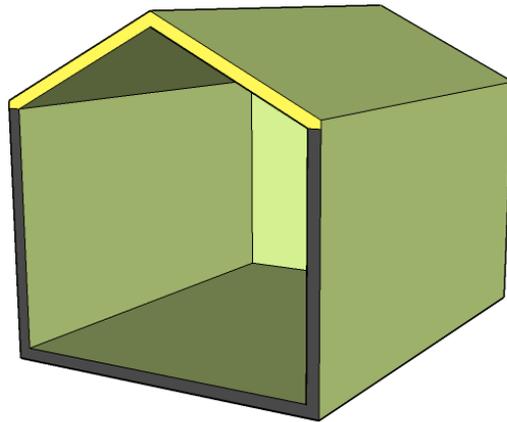
La conductividad térmica es una propiedad característica de cada material, su valor puede depender de la temperatura y de una serie de factores tales como la densidad, porosidad, contenido de humedad, diámetro de fibra, tamaño de los poros y tipo de gas que encierre el material.

## 9.1 Aislamiento Zona Clima frio

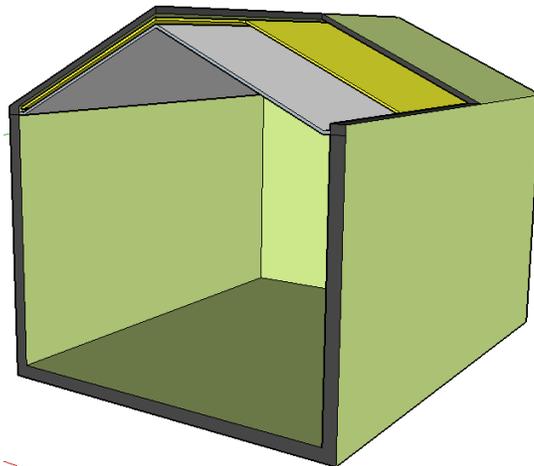
### Cubiertas ligeras y aisladas

Opciones: Cubierta tipo sándwich poliuretano inyectado 30 mm

Cubierta tipo sándwich fibra de vidrio 40 mm

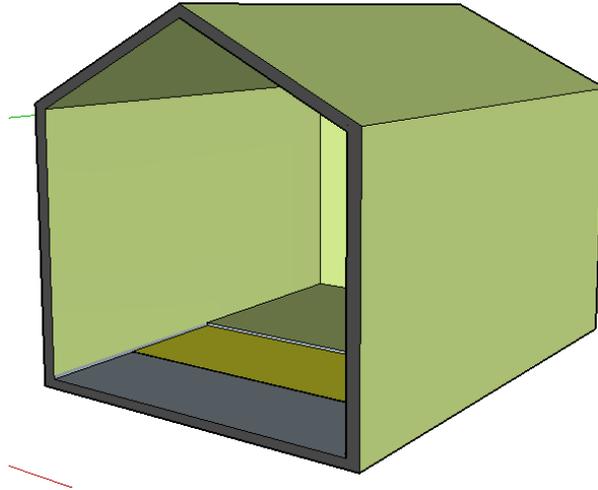


Cubierta sencilla + aislamiento tipo fibra de vidrio + cielo raso



### **Aislamiento placas de contra piso**

Placa + aislamiento tipo polietileno + placa + acabado

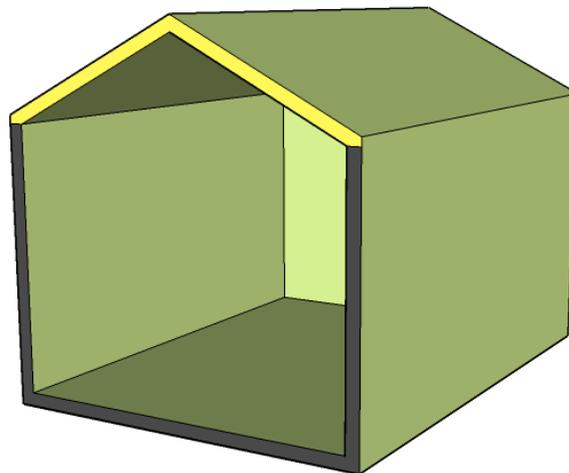


### **9.2 Aislamiento Zona clima Templado o medio**

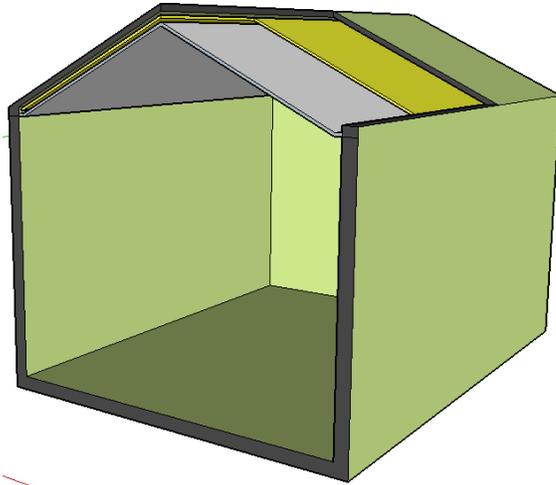
#### **Cubiertas ligeras y aisladas**

Opciones: Cubierta tipo sándwich poliurteano inyectado 40 mm

Cubierta tipo sándwich fibra de vidrio 50 mm



Cubierta sencilla + aislamiento tipo fibra de vidrio + cielo raso



Muros macizos y aislados

### 9.3 Aislamiento zona clima Cálido Humedo

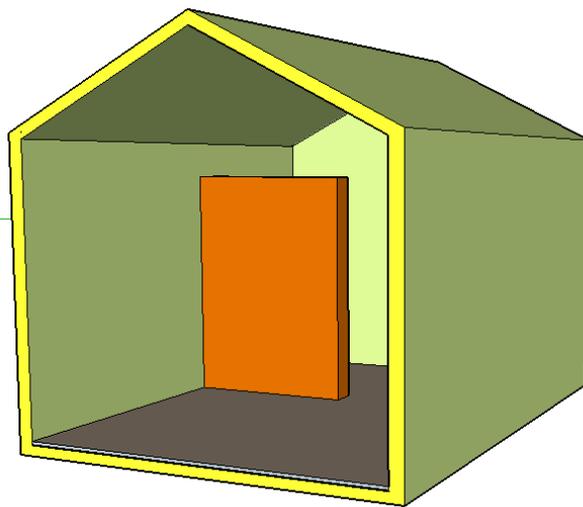
Cubiertas ligeras y masa térmica en el centro (muros divisorios y pisos)

Cálido Seco

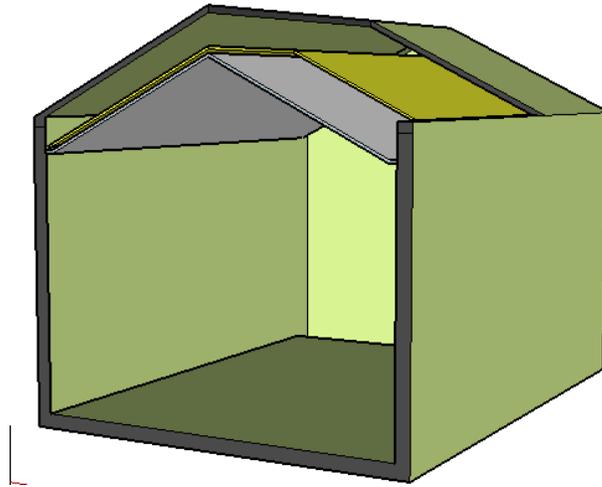
Cubiertas ligeras y masa térmica en muros pisos y techos

Opciones: Cubierta tipo sándwich poliuretano inyectado 50 mm

Cubierta tipo sándwich fibra de vidrio 60 mm



Cubierta sencilla + cámara de aire + aislamiento tipo fibra de vidrio +  
cielo raso

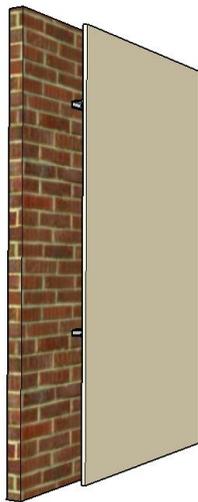


### **Muros macizos y aislados**

Muros en mampostería ladrillo o bloque + cámara de aire + superbord

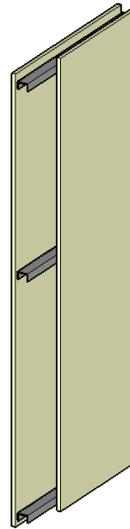
Bloque + cámara de aire + muro en ladrillo ventilado

## Tipología cerramientos



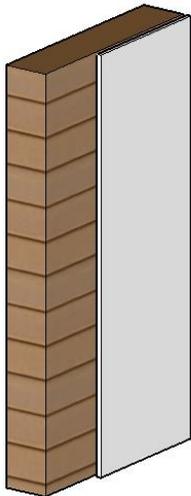
Muro

Ladrillo + cámara de aire 5 cm + lamina superboard



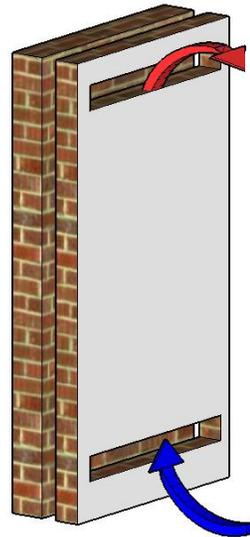
Muro

Drywall interior + espacio de aire + superboard exterior



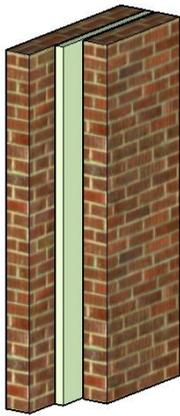
Muro

Bloque + pañete exterior color blanco



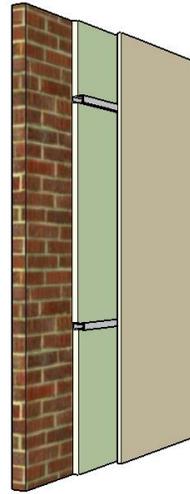
Muro

Bloque + cámara de aire + muro en ladrillo ventilado



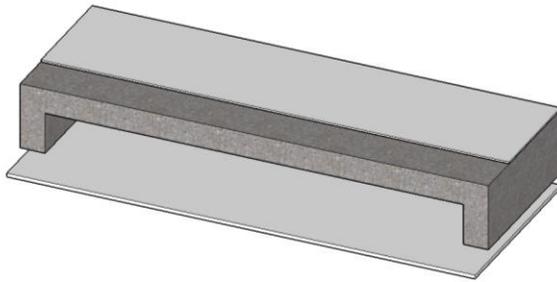
Muro

Muro mampostería + fibra de vidrio + muro mampostería



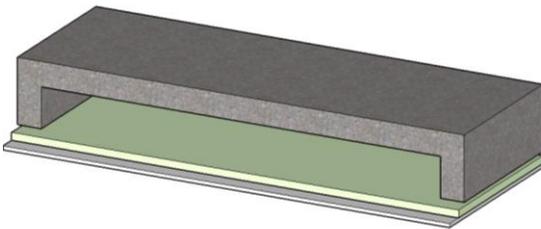
Muro

Muro mampostería + fibra de vidrio + super board



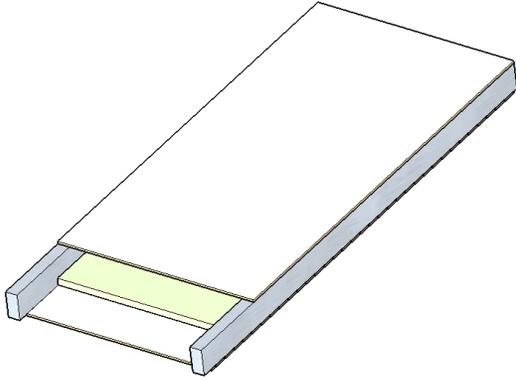
Cubierta

Membrana impermeabilizante TOP color blanco + Placa en concreto + cámara de aire 30 cm



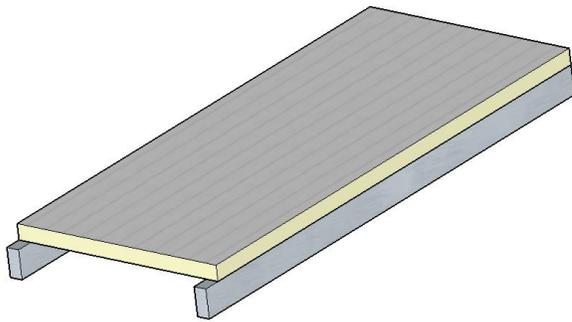
Cubierta

Membrana impermeabilizante TOP color blanco + Placa en concreto + cámara de aire 30 cm + Fibra de vidrio con foil 50 mm



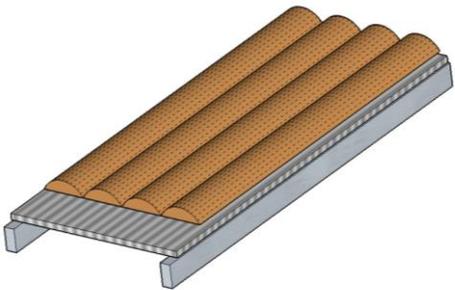
Cubierta

Teja termo acústica, cámara de aire  
+ fibra de vidrio + drywall



Cubierta

Panel tipo sándwich poliuretano  
inyectado 30 mm cara superior  
color blanco



Cubierta

Teja de barro + lamina acceso

## **10 Recomendaciones de ventilación natural**

Por definición, el viento es el movimiento natural del aire, se determina por su dirección y velocidad, al analizar los procesos atmosféricos nacionales se debe considerar que Colombia esta ubicada entre el trópico de cáncer y capricornio, esta sometida a los vientos alisios que soplan del noreste y sureste, aunque no siempre se presentan estas direcciones pues factores locales y las irregularidades que presenta la cordillera de los andes al ramificarse en tres sistemas que se extienden a lo largo del país, además de la influencia de los dos mares hacen que la dirección y velocidad del viento varíen en un instante y de un sitio a otro

La latitud determina la variación a lo largo del año y los patrones de circulación atmosférica dominantes. De esta forma en julio y agosto cuando la zona de confluencia intertropical se encuentra en su posición extrema hacia el norte del país, los vientos en una buena parte de esos sectores tendrán menores velocidades, mientras que se intensifican en los primeros meses del año cuando la zona de confluencia intertropical se desplaza hacia el sur , por el contrario entre julio y agosto en muchos lugares más al sur se aceleran, especialmente en el oriente de la región andina donde las condiciones fisiográficas contribuyen a que los vientos sean más sostenidos y de mayor intensidad

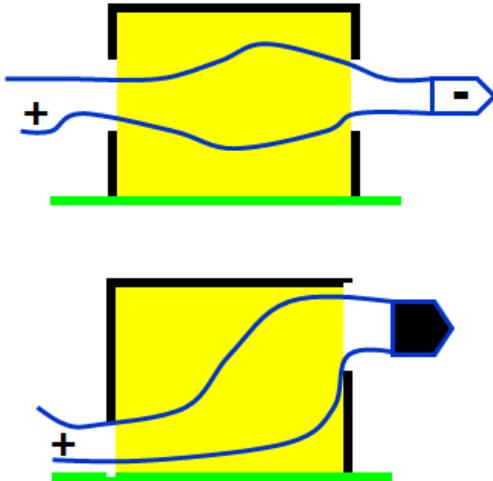
Sobre las regiones planas como en la llanura del caribe la Orinoquia y la amazonia se observan circulaciones bastante definidas durante el transcurso del año y están directamente influenciadas por los vientos alisios, mientras que en los valles interandinos a pesar de percibirse un ligera influenciados por los vientos alisios, las condiciones fisiográficas determinan en gran parte la dirección y velocidad del viento.

En la región pacifica el comportamiento de los vientos es particular influenciada principalmente por circulaciones semi-permanentes dirigidas desde el océano hacia el litoral.

En las rosas de vientos se destaca el comportamiento multianual de la dirección del viento para algunos sitios del país, cada barra indica la frecuencia con que sopla el viento en esa dirección, estas rosas de vientos pueden ser consultadas en la página del IDEAM para tener en cuenta en casos particulares basados en las recomendaciones generales de ventilación natural descritas en este documento. De acuerdo con la disponibilidad de vientos las estrategias de ventilación se resumen en:

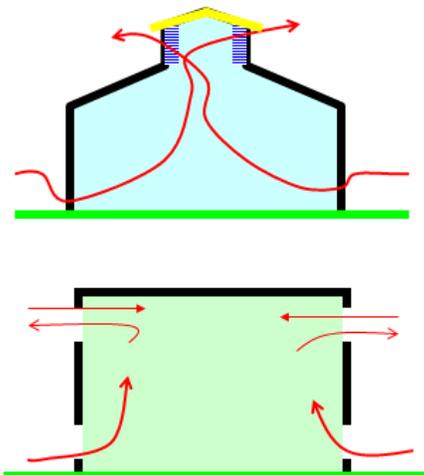
## 10.1 Sistemas básicos de ventilación

### Sistemas básicos de ventilación cruzada



CONDICION	VALOR	
DISPONIBILIDAD DE VIENTO	<input checked="" type="checkbox"/>	NO
ORIENTACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	NO
DISPONIBILIDAD DE FACHADAS PARA ABERTURA MUROS OPUESTOS O ADYACENTES	<input checked="" type="checkbox"/>	NO
DISTRIBUCION ESPACIAL CONDICIONDA A FLUJOS CONTINUOS LAMINARES	<input checked="" type="checkbox"/>	NO
DISPOSICION UTRABNISTICA	<input checked="" type="checkbox"/>	NO
POTENCIAL REAL DE VIENTOS	<input checked="" type="checkbox"/>	

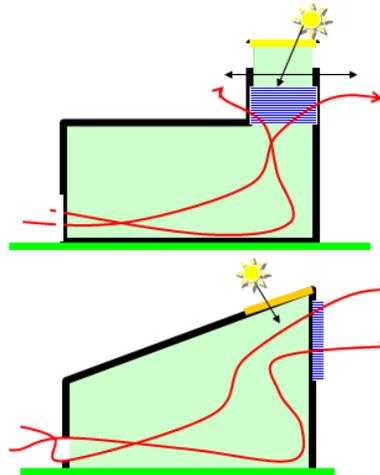
### Sistemas básicos de ventilación vertical



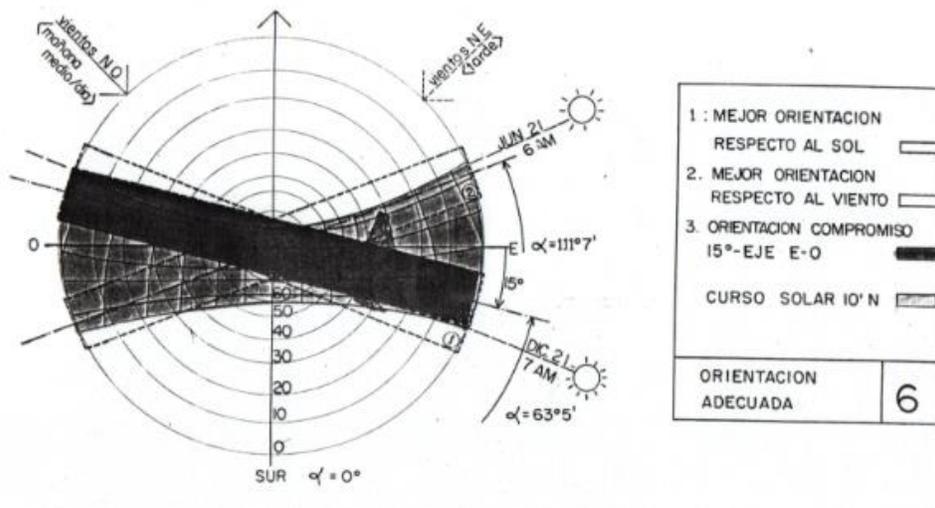
CONDICIONES DE OPERACION	VALOR	
DISPONIBILIDAD DE VIENTO	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO
ORIENTACIÓN	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO
DISPONIBILIDAD DE FACHADAS PARA ABERTURA MUROS OPUESTOS O AYHACENTES	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO
DISTRIBUCION ESPACIAL CONDICIONDA A FLUJOS CONTINUOS LAMINARES	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO
DISPOISICION UTRABNISTICA	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO
POTENCIAL REAL DE VIENTOS	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO

## Sistemas básicos de ventilación combinados

CONDICIONES DE OPERACION	VALOR
DISPONIBILIDAD DE VIENTO	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
ORIENTACIÓN	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
DISPONIBILIDAD DE FACHADAS PARA ABERTURA MUROS OPUESTOS O AYHACENTES	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
DISTRIBUCION ESPACIAL CONDICIONDA A FLUJOS CONTINUOS LAMINARES	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
DISPOISCION UTRABNISTICA	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
POTENCIAL REAL DE VIENTOS	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO

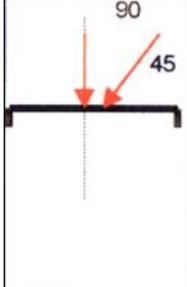
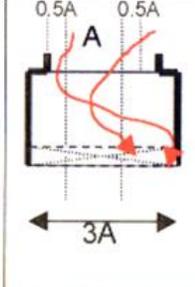
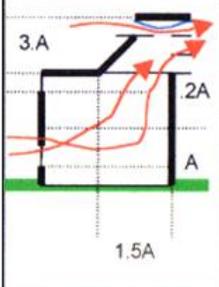
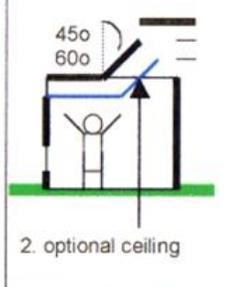
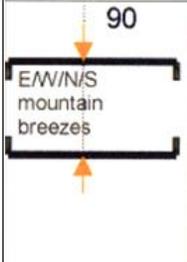
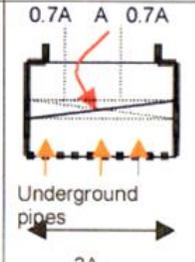
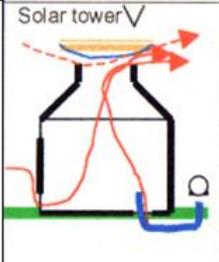
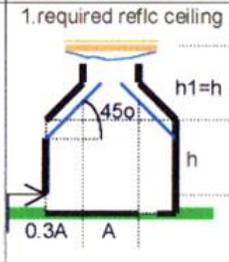


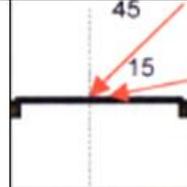
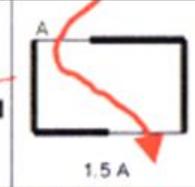
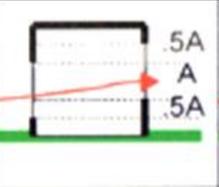
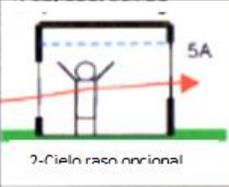
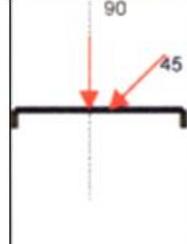
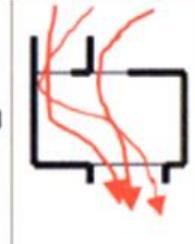
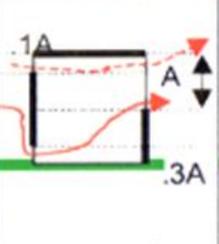
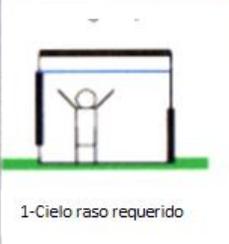
## 11. Guia general de diseño ventilación natural

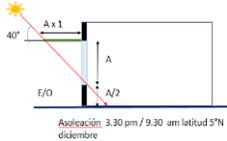
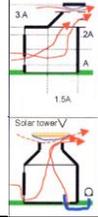
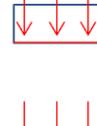
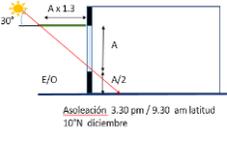
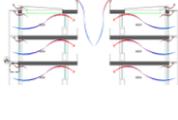
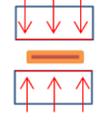
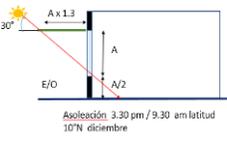
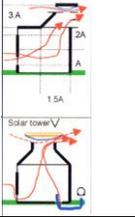
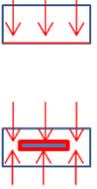


**Recomendación diseño orientación costa atlántica vientos y asoleación**

## 12. Criterios y matrices guía de diseño ventilación

Sin ventilación cruzada, con vientos disponibles			<b>Entrada</b> 10 – 20%  <b>Salida</b> 30 – 40%		
Sin ventilación cruzada, sin vientos			<b>Entrada</b> 10 – 20%  <b>Salida</b> 30 – 40%		

Tipo de edificio según vientos disponibles	Orientación hacia viento predominante 15° - 45°	Posición de vanos entrada/salida. Proporción 1-17	Área abierta según área en planta	Altura de los vanos	Techo / cielo raso 1 – Prioridad 2 – No prioridad
Ventilación cruzada con vientos superiores a 3 m/s			30% - 40%		
Ventilación cruzada sin vientos disponibles por debajo de 3.0 m/s			30%-40%		

Tipo climático	Implantación	Protección solar	Ventilación Corte	Ventilación planta	Aislamiento termico
<b>FRIO</b>		 <p>Asoleación 3.30 pm / 9.30 am latitud 5°N diciembre</p>			
<b>Cálido Seco</b>		 <p>Asoleación 3.30 pm / 9.30 am latitud 10°N diciembre</p>			
<b>Cálido Húmedo</b>		 <p>Asoleación 3.30 pm / 9.30 am latitud 10°N diciembre</p>			

### 13 Bibliografía

1 Ministerio de ambiente vivienda y desarrollo territorial, IDEAM (2005). Atlas climatológico de Colombia. *Parte II Distribucion espacio Temporal de las variables del clima*, 31

(1) A.Adarve "LE ROLE DES ENERGIES NATURELLES DANS LA REHABILITATION DE L'HABITAT RURAL EN COLOMBIE" ,Memoire de Maitrise- U, De Montréal- Canada 1978.

(2) Kukreja,C.P, TROPICAL ARCHITECTURE, Fata Mc Graw Hill, publ C:L, New York, Delhi 1978.

(3) A.Adarve, MODULAR SYSTEMS FOR NATURAL VENTILATION-RESEARCH ON NEW TYPOLOGIES FOR A TROPICAL ARCHITECTURE., PLEA PROC pp279, Kluwer Acd Publ, London 1991

(4) U.N Nations , CLIMATE AND DESIGN, Design of Low Cost Housing and Community Facilities, vol 1 New York 1971.

(5) AVA - American Ventilation Association " THE HANBOOK OF MOVING AIR". :E Harrison Ed. Houston TX. USA. 1977.

(6)(D'apres GIVONI-: L'Homme, l'Architecture et le Climat Ed du Moniteur - Paris 1977)

zone extensive de ventilation: lignes discontinues: modifiée selon étude A.Adarve-Maitrise U. de Montreal 1978, et recherche specifique Lund University 1993).

(7)E.Puppo-G Puppo, ACONDICIONAMIENTO NATURAL Y ARQUITECTURA , Marcombo Boixareu Edit., Barcelona 1971.

(8) R.Riveiro , ACONDICIONAMENTO TÉRMICO NATURAL ARQUITECTURA E CLIMA ,Editor da Universidade DC Luzzatto Edit., Porto Alegre, 1985.

(9) A.Adarve "Estudio de Climatización- Fabrica AMANCO PAVCO- Cali" enero de 1998.

(10)R.Riveiro "Acondicionamento térmico natural- Arquitectura e Clima " DC. Luzzato Ed.Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul. Porto Alegre Brazil.1985.

(11) A. Adarve , Estudios de climatización natural para los centros Comerciales Unicentro Santa- Fé y Unicentro Villavicencio, Hayuelos Bogotá, Avenida 5ª Bogotá, Cámara de Comercio de Bogota.