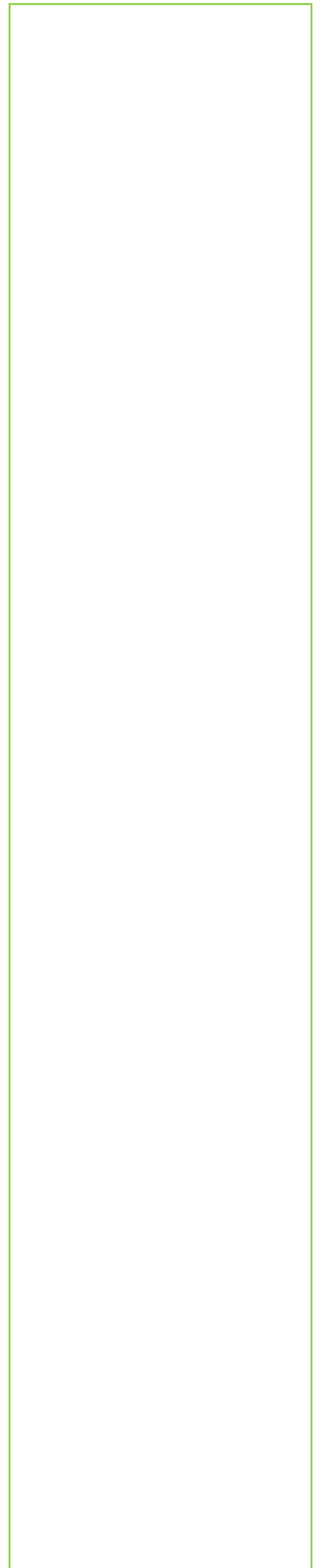


| DIAGNOSTICO BIOCLIMATICO

IE. Agro- Ecol San Rafael
CHOCO



Contenido

Tabla de ilustraciones	2
METODOLOGÍA DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO, ECOLÓGICO Y SUSTENTABLE	3
INTRODUCCIÓN	3
METODOLOGÍA	3
OBJETIVO	4
ALCANCES	4
Análisis climático	4
Bienestar y confort	5
Definición de estrategias:	5
ANÁLISIS PARAMETRICO Y ESTRATEGIAS PARA GENERAR CONDICIONES DE CONFORT	6
ANÁLISIS DEL SITIO	6
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SITIO	6
LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN	6
INFORMACION GEOGRAFICA LOTE IMPLEMENTACION DEL PROYECTO (Levantamiento Topográfico):	7
• Latitud:	7
• Longitud:	7
CONDICIONES METEREOLÓGICAS	8
UBICACIÓN ESTACIÓN METEOROLÓGICA	8
RANGO DE CONFORT (Modelo de neutralidad térmica):	9
TEMPERATURA	10
CONCLUSIÓN:	11
HUMEDAD RELATIVA	12
VOTO ESTIMADO MEDIO y (clo)	14
VIENTOS	15
PRECIPITACIÓN	16
GRAFICA ESTEREOGRÁFICA	17
CARTA BIOCLIMÁTICA	19
ESTRATEGIAS PASIVAS DE CLIMATIZACIÓN A IMPLEMENTAR	20
APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS	21

DEFINICIÓN DE ENVOLVENTE GEOMÉTRICO ARQUITECTÓNICA.....	21
ORIENTACIÓN.....	22
CALCULOS DE VENTILACION.....	23
Velocidad local del viento.....	24
Calidad del aire:	25
Ventilación debido a la presión del viento (Ventilación natural cruzada) VNC	26
Anexos Memoria de número de cambios de aire por espacio	30
Bibliografía:	36

Tabla de ilustraciones

<i>Tabla 1- Comportamiento Horario de la Humedad.....</i>	12
Tabla 2 Constantes de rugosidad del terreno para diferentes capas.....	24
Tabla 3 Tasa mínima de producción de CO2 por tipo de actividad	25
Tabla 4 Calidad del aire	25
Tabla 5 Resumen cambios de aire por espacio	29

Tabla de Graficas

Grafica 1 Comportamiento de la temperatura mensual.....	10
Grafica 2 Rosa de los vientos Pasto - Nariño.....	16
Grafica 3 Precipitación	17
Grafica 4. Estereográfica	17
Grafica 5 Carta Bioclimática.....	19
Grafica 6 Matriz de estrategias Bioclimáticas.....	20
Grafica 7 Relación de envolvente para generar equilibrio térmico	22
Grafica 8 Orientación optima de la edificación	23

METODOLOGÍA DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO, ECOLÓGICO Y SUSTENTABLE

INTRODUCCIÓN

Para satisfacer sus necesidades, el hombre se vale de los recursos de la naturaleza como fuente de energía, pues de su explotación dependen la industria, el transporte y las edificaciones. Al consumirlos indiscriminadamente, las reservas de los mismos disminuyen, encareciéndolos. Además de esto, durante su extracción, procesamiento y consumo se originan emisiones de CO₂ y otros contaminantes, Key World Energy Statistics (2010).

Las edificaciones consumen el 70% de la energía que se produce en el mundo. Puede afirmarse, que gran parte de este consumo, se debe a la adopción de estilos y tendencias que no se adecúan al entorno natural. Las “nuevas tendencias urbanas” tienen como consecuencia la generación de espacios herméticos, que serán acondicionados artificialmente para que resulten confortables. Estos acondicionamientos (equipos de ventilación forzada, clima e iluminación) precisan del consumo de energía para su funcionamiento. La tecnología para generar condiciones de confort es nociva, contaminante y productora de gases de efecto de invernadero, además de contribuir al calentamiento global y el cambio climático. Ribes, S. (2011)

Existen diferentes alternativas para reducir la contaminación atmosférica y prescindir del consumo de energéticos contaminantes, Se propone implementar estrategias bioclimáticas, las cuales, buscan reducir el consumo de energéticos mediante la aplicación de tecnologías pasivas y el empleo de recursos materiales y energéticos renovables, limpios y de bajo impacto. Desde la arquitectura bioclimática, se puede inducir un ahorro energético y a una reducción significativa en la emisión de contaminantes.

METODOLOGÍA

La finalidad de un análisis bioclimático es identificar las características climatológicas de la región y evaluarlas según parámetros de confort humano y con ello, diseñar estrategias aplicables al diseño arquitectónico, que favorezcan a la creación de espacios que permitan la sana realización de actividades humanas.

Para la presente investigación se consultaron las bases de datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y el software de interpolación de datos climáticos METENORM.

En el análisis se consideran datos de temperatura, humedad, precipitación, días grado, índice ombrotérmico, insolación, radiación solar y viento. Dichos datos se procesaron

en una matriz de análisis climático, desarrollada en la Universidad Autónoma Metropolitana (México) por el Dr. Víctor Armando Fuentes Freixanet.

El análisis del clima se estudió desde un punto paramétrico, mensual, anual y datos horarios, como resultado de las características propias del sitio para el impacto en el espacio arquitectónico y su óptima relación con el medio circundante

Mediante el análisis climatológico mencionado anteriormente, se plantean estrategias pasivas de climatización para generar condiciones confortables en los espacios interiores como exteriores para así generar un ambiente apto según las actividad metabólica que los ocupantes desarrollan con el objetivo de mitigar el consumo de energéticos que producen agentes contaminantes y un alto índice de Co2 con la implementación de sistemas pasivos y eficientes que tengan un funcionamiento óptimo según las condiciones climáticas del lugar.

OBJETIVO

Generar condiciones de confort en los diferentes espacios de la INSTITUCION EDUCATIVA AGROECOL SAN RAFAEL DEL DOS SEDE COL AGROECOL SAN RAFAEL, orientadas hacia la eficiencia energética y reducir la generación de agentes contaminantes y las emisiones de Co2.

ALCANCES

ANÁLISIS CLIMÁTICO

Se realizara un estudio climático para identificar las características de la región y evaluarlas según parámetros de confort humano y con ello, diseñar estrategias aplicables al diseño arquitectónico, que favorezcan a la creación de espacios que permitan la sana realización de actividades humanas. Para ellos se desarrolla un análisis paramétrico donde se consideran variables como:

- A. Temperatura
 - Máxima
 - Mínima
 - Media
- B. Humedad
 - Máxima
 - Mínima
 - Media
- C. Precipitación
 - Máxima en 24 horas
 - Mínima
 - Media
- D. Evaporación
- E. Insolación
- F. Dirección del viento

Bienestar y confort

En relación a la actividad metabólica de los ocupantes del espacio a ocupar los resultados del análisis paramétrico se desarrollarán gráficas y matrices como:

- A. Carta bioclimática
- B. Días grado

Que permitirán implementar estrategias de diseño bioclimático para generar condiciones de confort:

- A. Higo- térmico
- B. Lumínico

DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS:

Posteriormente y con base en el análisis paramétrico y de confort, se plantean estrategias bioclimáticas para generar condiciones favorables en los espacios interiores como exteriores y así generar un ambiente de bienestar según la actividad metabólica de los ocupantes con el objetivo de reducir el consumo de energéticos y la mitigar la generación de agentes tóxicos y contaminantes bajo la implantación de sistemas pasivos como:

- A. CLIMATIZACIÓN
 - Calentamiento o enfriamiento
 - Humidificación o des humidificación
 - Ventilación
- B. ILUMINACIÓN

- Natural
 - Eficiencia energética artificial
- C. CONTROL DE CONTAMINANTES
- Aire

ANÁLISIS PARAMÉTRICO Y ESTRATEGIAS PARA GENERAR CONDICIONES DE CONFORT

ANÁLISIS DEL SITIO

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SITIO

El municipio se encuentra ubicado en el Departamento del Chocó, La cabecera municipal de Unión Panamericana está ubicada en la margen izquierda de la quebrada San Joaquín.

LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN

Ilustración 1. Localización

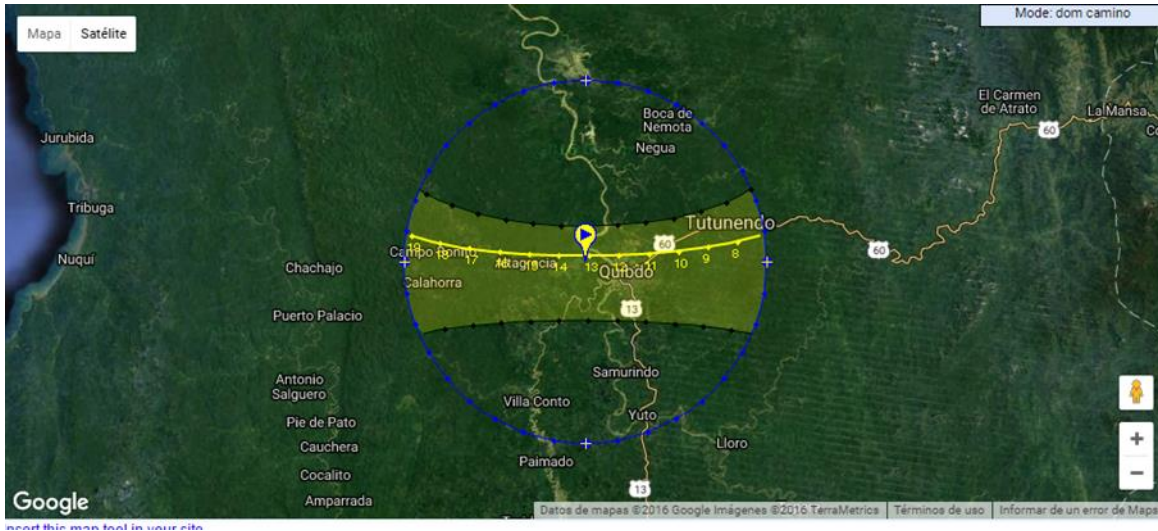


Fuente: http://www.unionpanamericana-choco.gov.co/informacion_general.shtml

**INFORMACION GEOGRAFICA LOTE IMPLEMENTACION DEL PROYECTO
(Levantamiento Topográfico):**

- **LATITUD:** 5° 16.53"N
- **LONGITUD:** -76° 37'

Ilustración 2 Análisis de incidencia solar

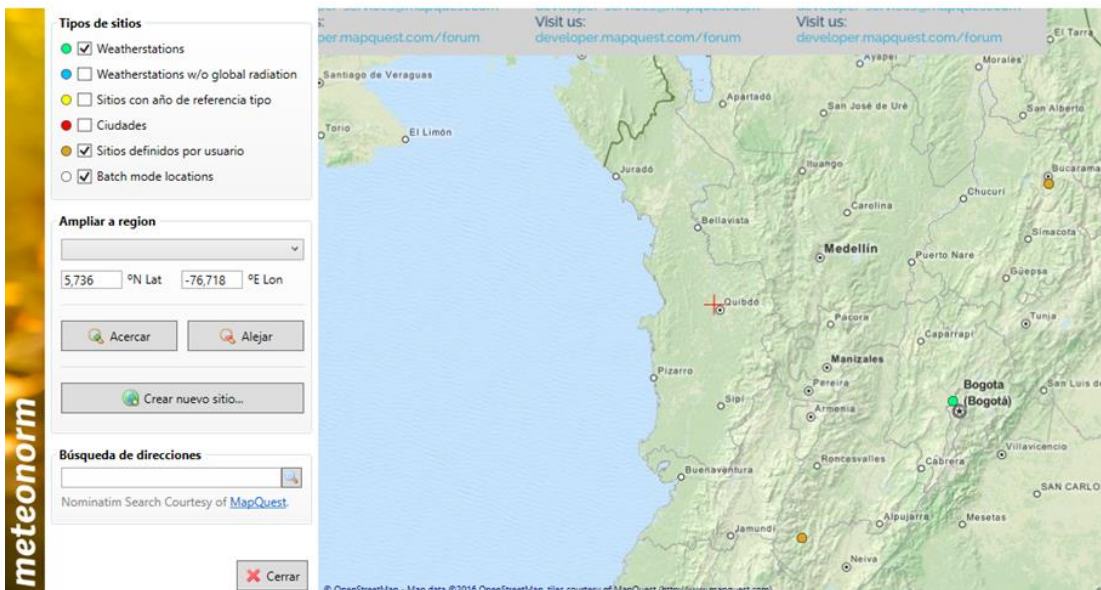


CONDICIONES METEREOLÓGICAS

UBICACIÓN ESTACIÓN METEOROLÓGICA

El punto de partida en el desarrollo del análisis climático es recopilar los datos climatológicos y normalizados para ello se aplicara el software METEONORM. El cual nos arroja datos de temperatura, radiación, precipitación, radiación global difusa.

Ilustración 3 Ubicación de estación



Fuente: Meteonorm.

RANGO DE CONFORT (MODELO DE NEUTRALIDAD TÉRMICA):

Para determinar el rango de confort se emplea el modelo de neutralidad térmica (Tn), o Termopreferéndum, el cual se basa en la fórmula propuesta por Auliciems y de Dear, que relaciona la sensación de confort con la temperatura exterior de bulbo seco y se determina a continuación:

$$T_n = 17 + (T_{Media}(27^\circ) * 0.31)$$

$$T_n = 21^\circ$$

Rango de confort (23,5° - 29,5°)

Dónde:

Tn = Temperatura de neutralidad térmica (termopreferéndum)

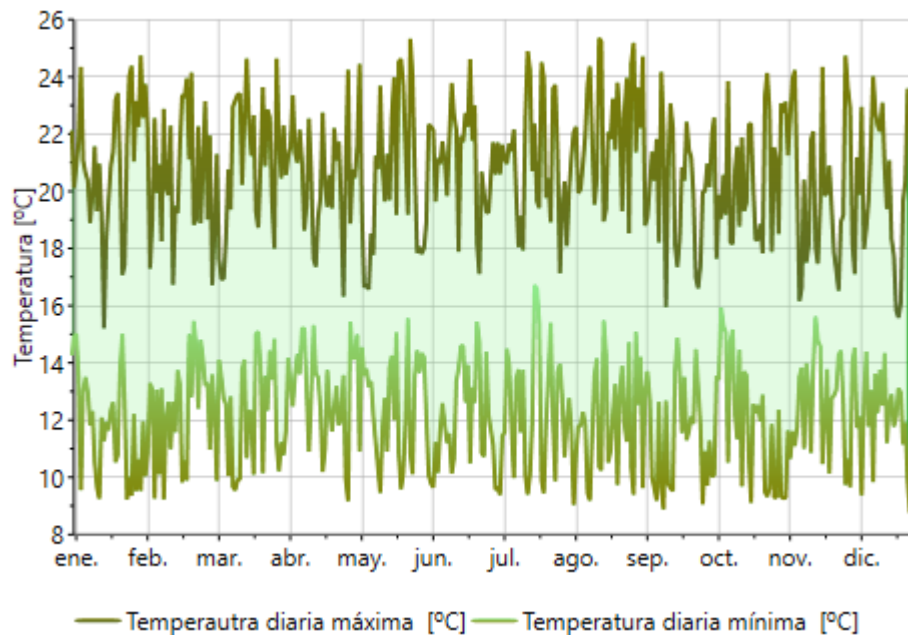
TMedia = Temperatura media exterior de bulbo seco

ANÁLISIS														
CONFORT TÉRMICO MENSUAL														
Temp. superior de confort	°C	24.6	24.4	24.5	24.5	24.4	24.3	24.2	24.2	24.4	24.7	24.4	24.6	24.4
Temperatura Neutra	°C	22.1	21.9	22.0	22.0	21.9	21.8	21.7	21.7	21.9	22.2	21.9	22.1	21.9
Temp. inferior de confort	°C	19.6	19.4	19.5	19.5	19.4	19.3	19.2	19.2	19.4	19.7	19.4	19.6	19.4
TEMPERATURA Máxima Extrema		Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Frio	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort
TEMPERATURA Máxima		Confort	Confort	Confort	Confort	Confort	Frio	Frio	Frio	Confort	Confort	Confort	Confort	Confort
TEMPERATURA Media		Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio
TEMPERATURA Mínima		Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio
TEMPERATURA Mínima Extrema		Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio	Frio

Fuente: Elaboración propia con base en la matriz del laboratorio de diseño bioclimático de la Universidad Autónoma Metropolitana – México

TEMPERATURA

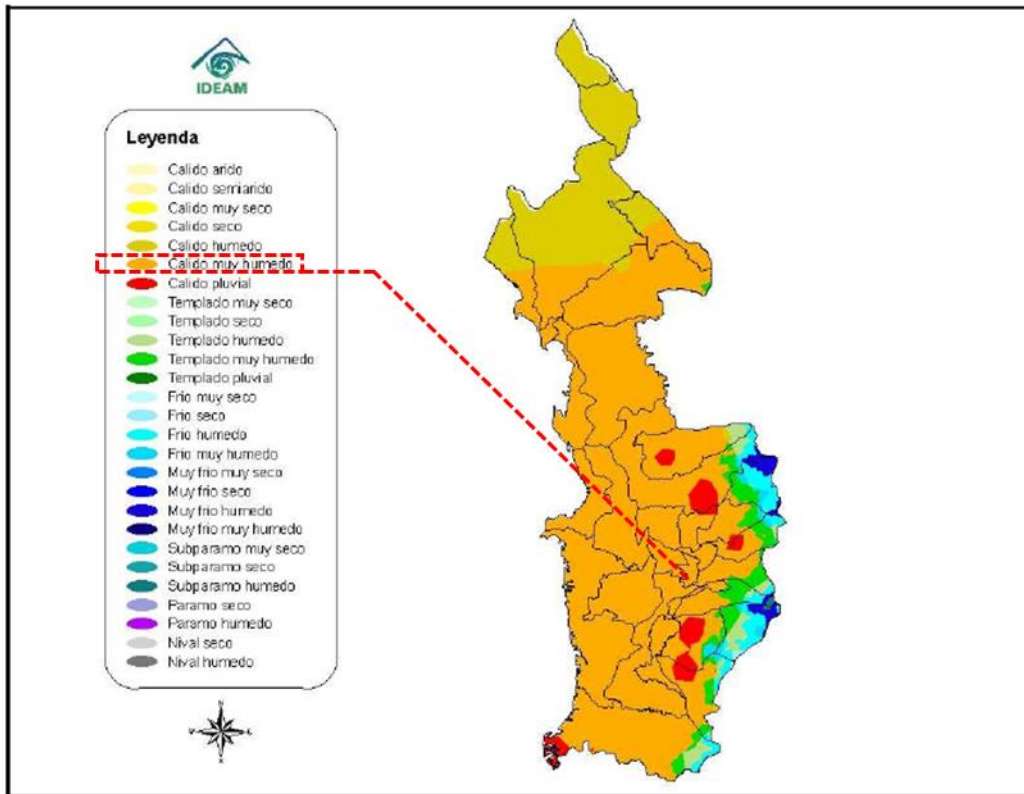
Grafica 1 Comportamiento de la temperatura mensual



Comportamiento horario de la temperatura se observa la oscilación de la temperatura a lo largo del año; así como los meses que están en bajo calentamiento y sobre calentamiento.

Se puede observar que en las horas de la mañana (6:00am – 9:00am) en Union Panamericana, se encuentra en bajo calentamiento el 2% del día. A partir de la (5:00am - 6:00am) se encuentra CONFORT 4% (6:00Am -7:00Am . Apartir de las 8.00am y durante todo el día se encuentra en sobre calentamiento el 64% del día.

Ilustración 4 Clasificación climática IDEAM



Fuente: Atlas Climático del IDEAM

CONCLUSIÓN:

El rango de temperaturas es fluctuante por lo que se recomienda Bloquear radiación durante el 80% del día; así como bloquear los puentes térmicos en las grandes superficies para concentrar la energía captada por radiación.

Se recomienda Bloquear la radiación directa para generar condiciones de confort en el flanco Oriente de (8:00am – 5:00Pm).

HUMEDAD RELATIVA

El rango de confort es del (30% - 70%) y se marca con un recuadro blanco, este parámetro para definir el rango de confort de humedad, lo plantea Steven Szocolay y lo ratifico Víctor Olgay en los años 60° en estudios que realizó en la universidad de Princeton. Con este parámetro determinamos los meses en que la humedad está por encima o por debajo de la zona de confort para establecer estrategias de diseño Bioclimático.

Tabla 1- Comportamiento Horario de la Humedad

PROM. HUM.		HORA	HORAS																								HB %	CF %	HA %
Min.	Max.		05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00			
69.0	89.0	ENE	88.8	89.5	88.4	86.7	84.0	80.7	77.3	74.0	71.3	69.6	69.0	69.2	69.9	70.9	72.3	74.0	75.9	78.0	80.0	82.1	84.0	85.7	87.1	88.1	0.0	16.7	83.3
71.0	90.0	FEB	89.8	90.6	89.4	87.8	85.3	82.1	78.9	75.8	73.2	71.6	71.0	71.2	71.8	72.8	74.1	75.8	77.6	79.5	81.5	83.4	85.3	86.9	88.2	89.2	0.0	0.0	100.0
75.0	89.0	MAR	88.8	89.0	88.6	87.4	85.5	83.2	80.8	78.5	76.6	75.4	75.0	75.2	75.6	76.3	77.3	78.5	79.8	81.3	82.7	84.2	85.5	86.7	87.7	88.4	0.0	0.0	100.0
75.0	90.0	ABR	89.8	90.0	89.5	88.2	86.3	83.8	81.2	78.8	76.8	75.5	75.0	75.2	75.6	76.3	77.5	78.8	80.2	81.7	83.3	84.8	86.3	87.5	88.6	89.4	0.0	0.0	100.0
78.0	90.0	MAY	89.9	90.0	89.6	88.6	87.0	85.0	83.0	81.0	79.4	78.4	78.0	78.1	78.5	79.1	80.0	81.0	82.1	83.4	84.6	85.9	87.0	88.0	88.9	89.5	0.0	0.0	100.0
77.0	90.0	JUN	89.9	90.0	89.6	88.5	86.8	84.6	82.4	80.3	78.5	77.4	77.0	77.1	77.6	78.2	79.2	80.3	81.5	82.8	84.2	85.5	86.8	87.8	88.8	89.4	0.0	0.0	100.0
75.0	91.0	JUL	90.8	91.0	90.5	89.1	87.0	84.4	81.6	79.0	76.9	75.5	75.0	75.2	75.7	76.5	77.6	79.0	80.5	82.2	83.8	85.5	87.0	88.4	89.5	90.3	0.0	0.0	100.0
77.0	89.0	AGO	88.9	89.0	88.6	87.6	86.0	84.0	82.0	80.0	78.4	77.4	77.0	77.1	77.5	78.1	79.0	80.0	81.1	82.4	83.6	84.9	86.0	87.0	87.9	88.5	0.0	0.0	100.0
77.0	90.0	SEP	89.9	90.0	89.6	88.5	86.8	84.6	82.4	80.3	78.5	77.4	77.0	77.1	77.6	78.2	79.2	80.3	81.5	82.8	84.2	85.5	86.8	87.8	88.8	89.4	0.0	0.0	100.0
77.0	89.0	OCT	88.9	89.0	88.6	87.6	86.0	84.0	82.0	80.0	78.4	77.4	77.0	77.1	77.5	78.1	79.0	80.0	81.1	82.4	83.6	84.9	86.0	87.0	87.9	88.5	0.0	0.0	100.0
81.0	89.0	NOV	88.9	89.0	88.8	88.1	87.0	85.7	84.3	83.0	81.9	81.2	81.0	81.1	81.3	81.8	82.3	83.0	83.8	84.6	85.4	86.2	87.0	87.7	88.2	88.7	0.0	0.0	100.0
74.0	89.0	DIC	88.8	89.0	88.5	87.2	85.3	82.8	80.2	77.8	75.8	74.5	74.0	74.2	74.6	75.4	76.5	77.8	79.2	80.7	82.3	83.8	85.3	86.5	87.6	88.4	0.0	0.0	100.0
75.5	89.6	ANUAL	89.4	89.6	89.2	87.9	86.1	83.8	81.3	79.0	77.1	75.9	75.5	75.7	76.1	76.8	77.8	79.0	80.4	81.8	83.3	84.7	86.1	87.3	88.2	89.0	0.0	1.4	98.6

Fuente: Elaboración propia con base en la matriz del laboratorio de diseño bioclimático de la Universidad Autónoma Metropolitana – México.

En la tabla 3 – Comportamiento horario de la humedad se puede observar la fluctuación de la temperatura a lo largo del año y determinar las horas en las que estamos en confort (Recuadro en color blanco) o bajo este (recuadro en color azul) o por el contrario por encima de este, es decir, en sobre calentamiento (Recuadros en amarillo) lo anterior no se presenta.

Durante todo el año se puede determinar que en las horas de la mañana de (6:00am – 11:00am) se encuentra bajo el rango de confort (Humedad alta) (recuadro azul).

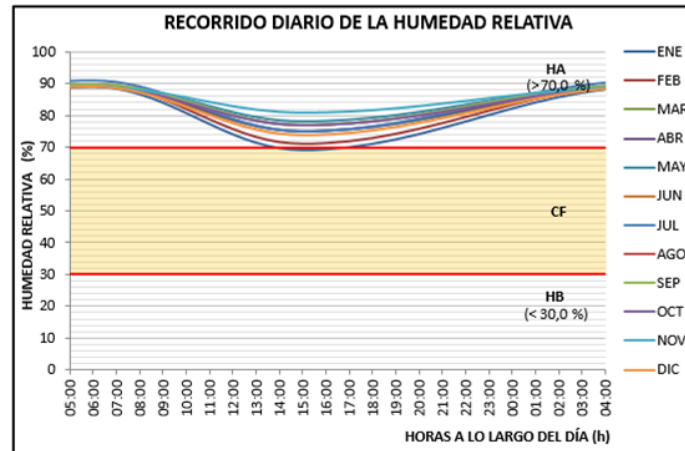
Los meses de Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio Agosto a partir (6:00 am – 6:00pm) se encuentra bajo el rango de confort (Humedad alta)

En los meses de Septiembre y Octubre de las (6:00am – 6:00pm) se encuentra bajo el rango de confort.

En los mes de Noviembre de (6:00am – 10:00am) se encuentra bajo el rango de confort. De las (2:00pm – 6:00pm) se encuentra en el rango de confort.

En el mes de diciembre de las (6:00am – 6:00pm) se encuentra bajo el rango de confort.

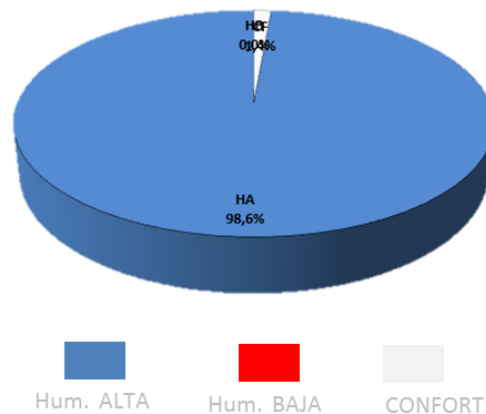
Ilustración 5 - Comportamiento horario de la temperatura



Fuente: Elaboración propia con base en la matriz del laboratorio de diseño bioclimático de la Universidad Autónoma Metropolitana – México.

En la ilustración 7 – Comportamiento horario de la temperatura se observa que durante todo el año la humedad sobre pasa el rango de confort que se encuentra entre el (30% -70%) con rangos hasta del 90%.

Ilustración 6 - Porcentajes de comportamiento de la humedad en relación al confort



Fuente: Elaboración propia con base en la matriz del laboratorio de diseño bioclimático de la Universidad Autónoma Metropolitana – México.

Según el análisis climático y en relación a la ilustración 8 – Porcentajes de comportamiento de la humedad en relación al confort, se puede determinar que el 98% del año se encuentra en humedad alta bajo el rango de confort; ya que está por arriba del 80% durante todo el día

CONCLUSIÓN:

La humedad Relativa Máxima es del 89,6 %, la humedad relativa Media 82,6% y la humedad relativa mínima, llegando a la conclusión que el clima sobre pasa los límites del rango de confort y la fluctuación del clima puede llegar a temperaturas

bajas significativamente, por lo cual se debe tener un buen aislamiento en las fachadas y cubiertas de la envolvente. Así como deshumidificar por incidencia de radiación directa en las horas de la mañana (6am -9am) y como estrategia principal ventilación pasiva (Ventilación cruzada y efecto termosifónico)

VOTO ESTIMADO MEDIO Y (CLO)

El voto medio estimado indica un valor de los votos emitidos de un grupo de personas respecto a una escala térmica de 7 niveles (frío, fresco, ligeramente fresco, neutro, ligeramente caluroso, caluroso, muy caluroso), basado en el equilibrio térmico.

El equilibrio térmico depende de la actividad física, de la vestimenta, y parámetros ambientales como la temperatura del aire, la temperatura radiante, la velocidad y humedad del aire.

Parámetros de simulación del PMV:

Vestimenta:

Aislamiento térmico para combinaciones habituales de ropa

Ropa de trabajo

- Calzoncillos, mono, calcetines, zapatos
- Calzoncillos, camisa, mono, calcetines, zapatos
- Calzoncillos, camisa, pantalones, bata, calcetines, zapatos
- Ropa interior de mangas y perneras cortas, camisa, pantalones, chaqueta, calcetines, zapatos
- Ropa interior de mangas y perneras largas, chaqueta térmica, calcetines, zapatos
- Ropa interior de mangas y perneras cortas, camisa, pantalones, chaqueta, chaquetón y sobrepantalones con acolchado grueso, calcetines, zapatos, gorro, guantes
- Ropa interior de mangas y perneras cortas, camisa, pantalones, chaqueta, chaquetón y sobrepantalones con acolchado grueso, calcetines, zapatos
- Ropa interior de mangas y perneras largas, chaqueta y pantalones térmicos, parka con acolchado chaquetón y sobrepantalones con acolchado grueso, calcetines, zapatos

Ropa de uso diario

- Bragas, camiseta, pantalón corto, calcetines finos, sandalias
- Calzoncillos, camiseta de manga corta, pantalones ligeros, calcetines finos, zapatos
- Bragas, combinación, medias, vestido, zapatos
- Ropa interior, camisa, pantalones, calcetines, zapatos
- Bragas, camisa, pantalones, calcetines, zapatos
- Bragas, medias, blusa, falda larga, chaqueta, zapatos
- Ropa interior de manga y perneras largas, camisa, pantalones, jersey de cuello en V, chaqueta, zapatos
- Ropa interior de manga y perneras cortas, camisa, pantalones, chaleco, chaqueta, chaquetón, zapatos

Aislamiento de la ropa clo (1 clo = 0,155 m² K/W)

Actividad Metabólica:

Tasa metabólica según la actividad

- Reposo, tendido
- Reposo, sentado
- Actividad sedentaria (oficina, domicilio, escuela, laboratorio)
- Actividad ligera, de pie (de compras, laboratorio, industria ligera)
- Actividad media, de pie (dependiente de comercio, tareas domésticas, trabajo con máquinas)
 - Caminar en llano a 2 Km/h
 - Caminar en llano a 3 Km/h
 - Caminar en llano a 4 Km/h
 - Caminar en llano a 5 Km/h

Actividad metabólica sedentaria Tasa metabólica met

Se realizará el análisis de la temperatura media promedio, Máxima Promedio (horas de la tarde) y la temperatura mínima promedio (horas de la mañana) para estimar los porcentajes y las condiciones de vestimenta de las personas con la temperatura ambiente exterior.

PARÁMETROS DE LA TEMPERATURA MEDIA ESTIMADA (24°C)

Ilustración 7 - Temperatura media

Temperatura del aire	22	°C
Temperatura radiante media	24	°C
Velocidad relativa del aire	1,5	m/s
Humedad relativa	80	%

RESULTADOS PPM TEMPERATURA MEDIA (24°C)

Ilustración 8 - Resultados PMV



Fuente: <http://www.ergonautas.upv.es/herramientas/fanger/fanger.php>

En la *Ilustración 8 - Resultados PMV*, se observa que con una temperatura media promedio de 24°C y con ropa de uso oficial, el 74,12% de las personas se estarían sintiendo incomodas con las variables climáticas del lugar.

Conclusión

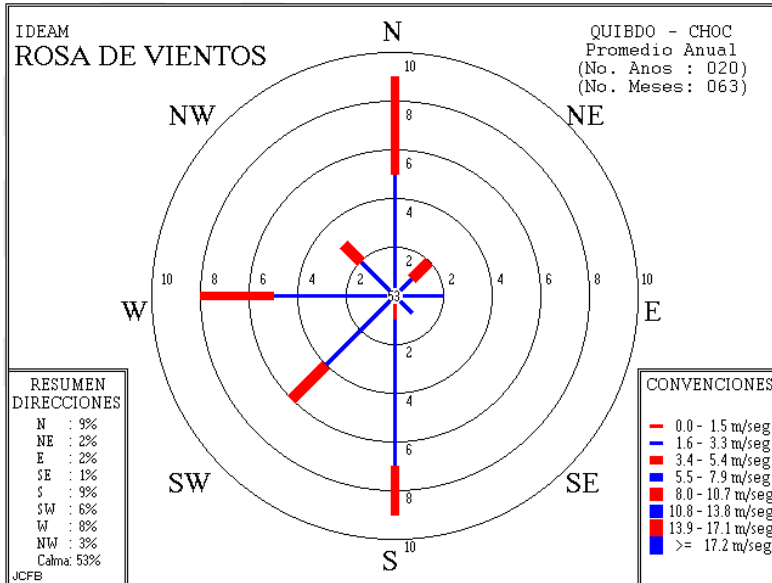
Las condiciones ambientales exteriores del lugar están muy por abajo del rango de confort y el (PVM) durante todo el año genera porcentaje por arriba del 80% de personas insatisfechas.

VIENTOS

En relación a la información aeronáutica del IDEAM La dirección predominante del viento es del Norte - Sur, con velocidades promedio de 8-10 m/s.

Un régimen secundario de Occidente – Oriente con velocidades promedio de 3-5 m/s, Asi como un régimen terciario Sur –Occidente con velocidades de 3-5m/s

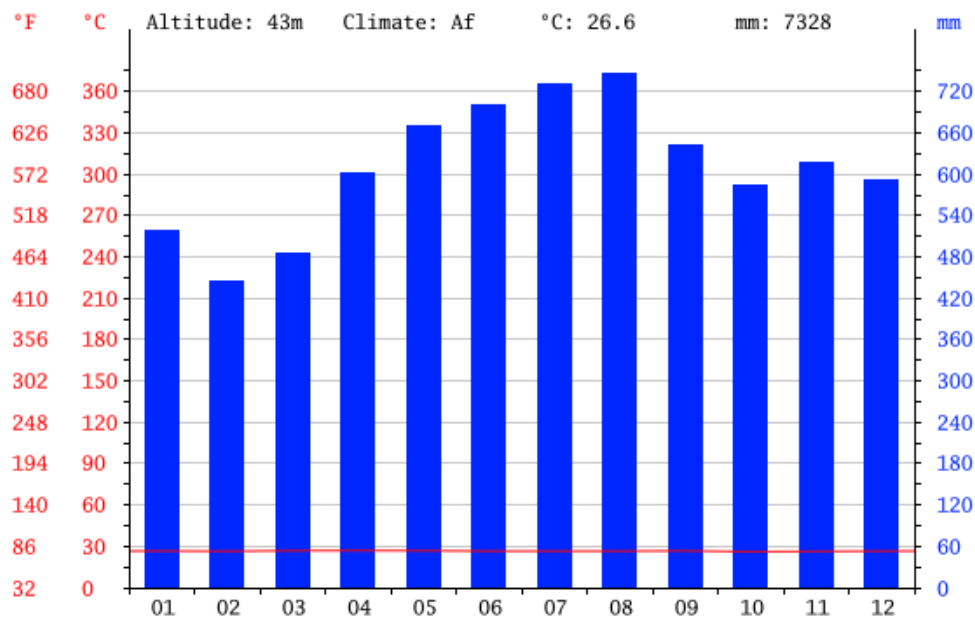
Grafica 2 Rosa de los vientos Pasto - Nariño



PRECIPITACIÓN

El promedio anual de lluvia esta entre (750 -1000mm), El mes más seco es febrero, con 444 mm., mientras que la caída media en agosto. El mes en el que tiene las mayores precipitaciones del año.

Grafica 3 Precipitación



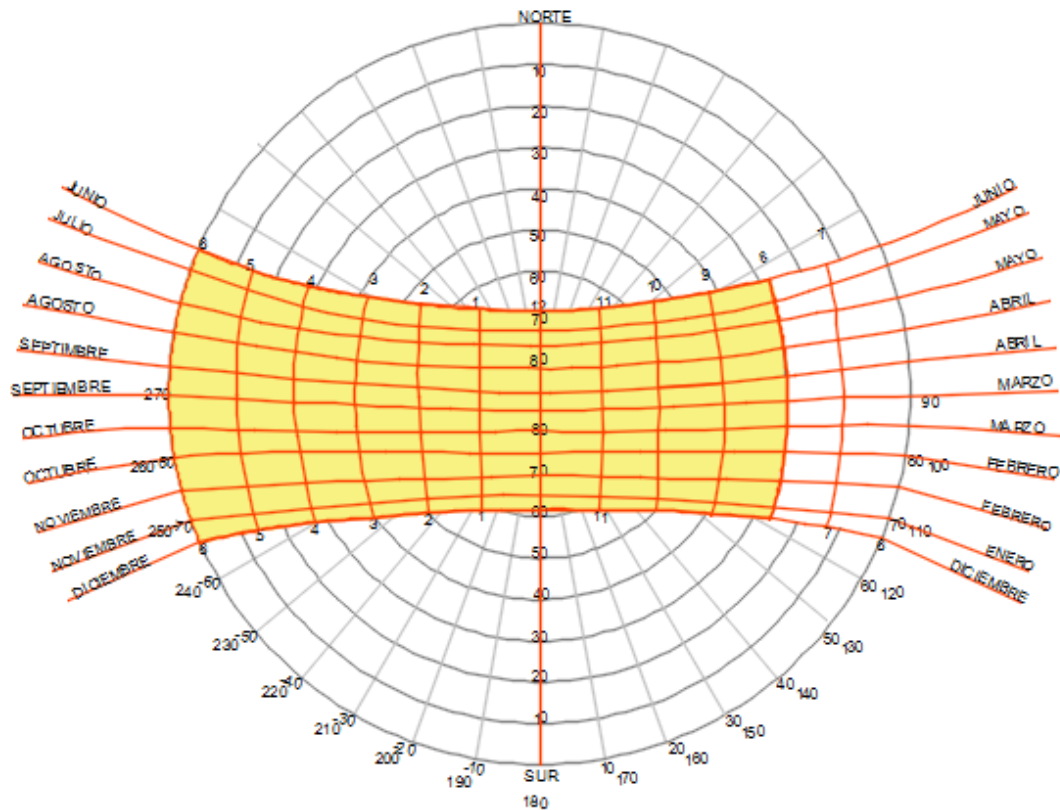
Fuente: IDEAM

GRAFICA ESTEREOGRÁFICA

Es la representación de la bóveda celeste y la trayectoria solar en geometral o montea biplanar. En ella podemos localizar fácilmente la posición del sol, o la trayectoria del rayo solar a cualquier hora y en cualquier año, es decir, que podemos conocer los valores de acimut y altura solar". Freixanet Fuentes V.

En **Grafica 4. Estereográfica** Se observa un sistema de representación geocéntrico donde se plantea el recorrido aparente del sol basado en los ángulos de acimut y altura solar para cada hora en un periodo de 12 horas, estas son variable según el ángulo de declinación de la tierra. Mismo en la que se plasma información sobre los rangos de temperatura y humedad horaria, con la cual, se determina la orientación óptima para obtener ganancias solares, en el caso de bajo calentamiento (color azul en la gráfica) y el rango de confort se representa (Color blanco)

Grafica 4. Estereográfica



Fuente: Elaboración propia con base en la matriz del laboratorio de diseño bioclimático de la Universidad Autónoma Metropolitana – México.

Según la gráfica Podemos establecer los requerimientos de ganancia de radiación o bloque en los siguientes meses:

- ENERO: Bajo calentamiento de 6:00 -7:00 AM – Sobrecalentamiento (9:00 AM – 5:00Pm.
- FEBRERO: Bajo calentamiento de 6:00 -7:00 AM – Sobrecalentamiento (9:00 AM – 5:00Pm.
- MARZO: Bajo calentamiento de 6:00 -7:00 AM – Sobrecalentamiento (9:00 AM – 5:00Pm.
- ABRIL: Bajo calentamiento de 6:00 -7:00 AM – Sobrecalentamiento (9:00 AM – 5:00Pm.

- MAYO: Bajo calentamiento de 6:00 -7:00 AM – Sobrecalentamiento (9:00 AM – 5:00Pm.
- JUNIO: Bajo calentamiento de 6:00 -7:00 AM – Sobrecalentamiento (9:00 AM – 5:00Pm.
- JULIO: Bajo calentamiento de 6:00 -7:00 AM – Sobrecalentamiento (9:00 AM – 5:00Pm.
- AGOSTO: Bajo calentamiento de 6:00 -7:00 AM – Sobrecalentamiento (9:00 AM – 5:00Pm.
- SEPTIEMBRE: Bajo calentamiento de 6:00 -7:00 AM – Sobrecalentamiento (9:00 AM – 5:00Pm.
- OCTUBRE: Bajo calentamiento de 6:00 -7:00 AM – Sobrecalentamiento (9:00 AM – 5:00Pm.
- NOVIEMBRE: Bajo calentamiento de 6:00 -7:00 AM – Sobrecalentamiento (9:00 AM – 5:00Pm.
- DICIEMBRE: Bajo calentamiento de 6:00 -7:00 AM – Sobrecalentamiento (9:00 AM – 5:00Pm.

Conclusión

Se puede concluir que el comportamiento horario de la temperatura a lo largo del año en las horas de la mañana se encuentra en Bajo calentamiento de 6:00am - 7:00 AM, se sugiere ganar radiación en el flanco Este

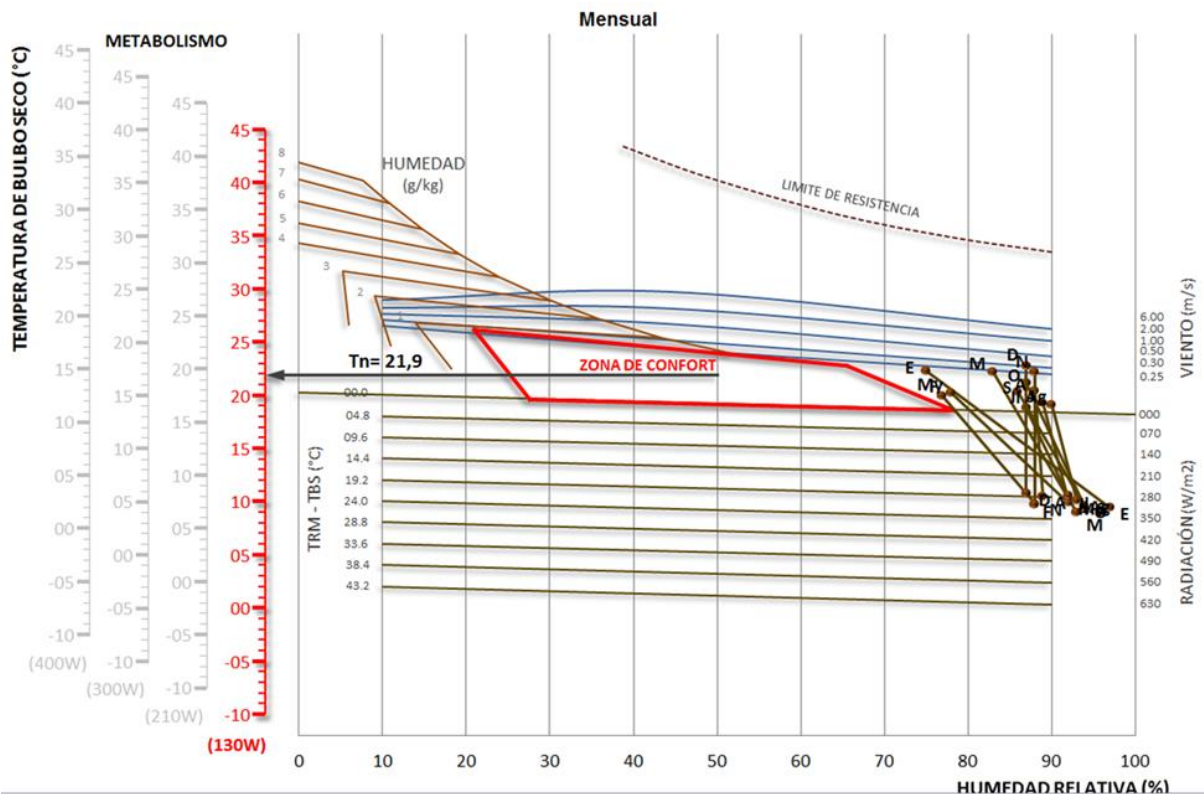
Durante el 85% del día se encuentra en sobre calentamiento, por lo que se recomienda bloquear la incidencia de la radiación.

CARTA BIOCLIMÁTICA

Consiste en un diagrama de condiciones básicas donde el eje de las abscisas representa la humedad relativa y el de las coordenadas la temperatura.

La carta bioclimática es la síntesis e integración de condiciones climáticas. Con ella se definen 5 estrategias básicas de diseño, según zonas de confort: calentamiento, sombreado, ventilación, humidificación y masa térmica. Fuentes Freixanet, V. A. (2004).

Grafica 5 Carta Bioclimática



Fuente: Elaboración propia con base en la matriz del laboratorio de diseño bioclimático de la Universidad Autónoma Metropolitana – México.

CONCLUSIÓN

Según los resultados de la gráfica estereográfica se puede concluir que a lo largo de todo el año y Durante todo el día se debe considerar Bloquear la radiación en un rango de (350 – 320 W/m²), Así como se debe ventilar para deshumedificar.

ESTRATEGIAS PASIVAS DE CLIMATIZACIÓN A IMPLEMENTAR.

Bioclima: **CALIDO-HÚMEDO**, con dicha clasificación climatológica se determinaron las siguientes estrategias a aplicar en el lugar:

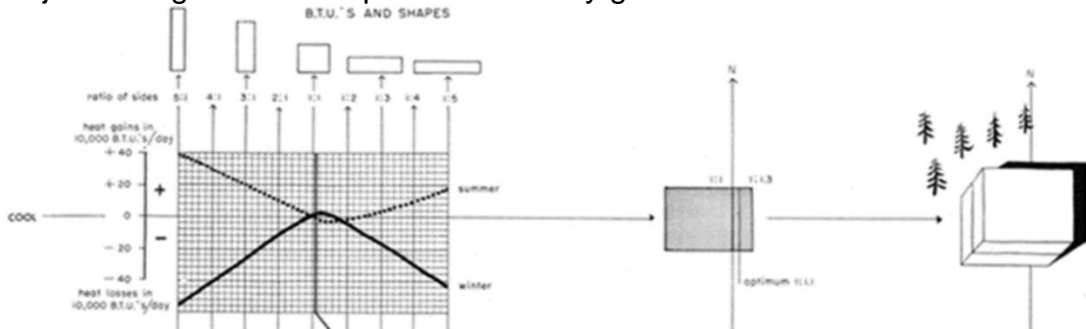
Grafica 6 Matriz de estrategias Bioclimáticas

SISTEMAS PASIVOS	ESTRATEGIAS		OPCIONES DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO												SIMBOLOGÍA		
	SISTEMA	MECANISMO T.	ESTRATEGIA	DIAGRAMA	INVIERNO			PRIMAVERA			VERANO			OTOÑO			
					ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE		NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Semí-Frío Húmedo																	
CALENTAMIENTO	DIRECTO	R	Promover la Ganancia Solar Directa	período	[Diagrama de barras con colores: Verde (Parcialmente), Rojo (Necesario), Negro (Restringir)]												Elementos acristalados: ventanas, tragaluces, lucernarios, etc.
			Promover las Ganancias Internas	período	[Diagrama de barras con colores: Verde (Parcialmente), Rojo (Necesario), Negro (Restringir)]												Personas, lámparas, equipos, chimeneas, etc.
	INDIRECTO	Cd	Promover la Ganancia Solar Indirecta	período	[Diagrama de barras con colores: Verde (Parcialmente), Rojo (Necesario), Negro (Restringir)]												inercia térmica de materiales, radiación reflejada, muro trombe, invernaderos, sistemas aislados, etc.
			Minimizar el Flujo Conductivo de Calor	período	[Diagrama de barras con colores: Verde (Parcialmente), Rojo (Necesario), Negro (Restringir)]												Materiales aislantes, contraventanas, etc.
	INDIRECTO	Cv	Minimizar el Flujo de Aire externo	período	[Diagrama de barras con colores: Verde (Parcialmente), Rojo (Necesario), Negro (Restringir)]												Protección contra el viento (barreras vegetales o arquitectónicas) Exclusas térmicas y hermeticidad
			Minimizar la Infiltración	período	[Diagrama de barras con colores: Verde (Parcialmente), Rojo (Necesario), Negro (Restringir)]												Exclusas térmicas, hermeticidad
DESHUMIDIFICACIÓN	DIRECTA	R	Promover el Calentamiento Directo	período	[Diagrama de barras con colores: Verde (Parcialmente), Rojo (Necesario), Negro (Restringir)]												Ganancia solar directa por acristalamientos: ventanas, tragaluces, lucernarios, etc. Chimeneas o radiadores de alta eficiencia
			Promover el Calentamiento Indirecto	período	[Diagrama de barras con colores: Verde (Parcialmente), Rojo (Necesario), Negro (Restringir)]												Inercia térmica de materiales, muro trombe, invernadero adosado o seco, etc. Chimeneas o radiadores de alta eficiencia
	INDIRECTA	Cv	Promover la Ventilación Natural o Inducida	período	[Diagrama de barras con colores: Verde (Parcialmente), Rojo (Necesario), Negro (Restringir)]												Ventilación natural, colectores de aire, muro trombe, invernadero seco, etc.
HUMIDIFICACIÓN	DIRECTA	Ev	Promover Sistemas Evaporativos	período	[Diagrama de barras con colores: Verde (Parcialmente), Rojo (Necesario), Negro (Restringir)]												Espejos de agua, fuentes, cortinas de agua, albercas, lagos, ríos, mar, vegetación, etc.
			INDIRECTA	Cv	Promover la Ventilación Inducida	período	[Diagrama de barras con colores: Verde (Parcialmente), Rojo (Necesario), Negro (Restringir)]										

APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS

DEFINICIÓN DE ENVOLVENTE GEOMÉTRICO ARQUITECTÓNICA

La envolvente geométrica arquitectónica se plantea en correlación a la temperatura y la humedad con el objetivo de desarrollar un equilibrio térmico. El resultado de esta relación bidimensional para la edificación del es 1:3 con el objetivo de generar un equilibrio térmico y generar condiciones de confort.

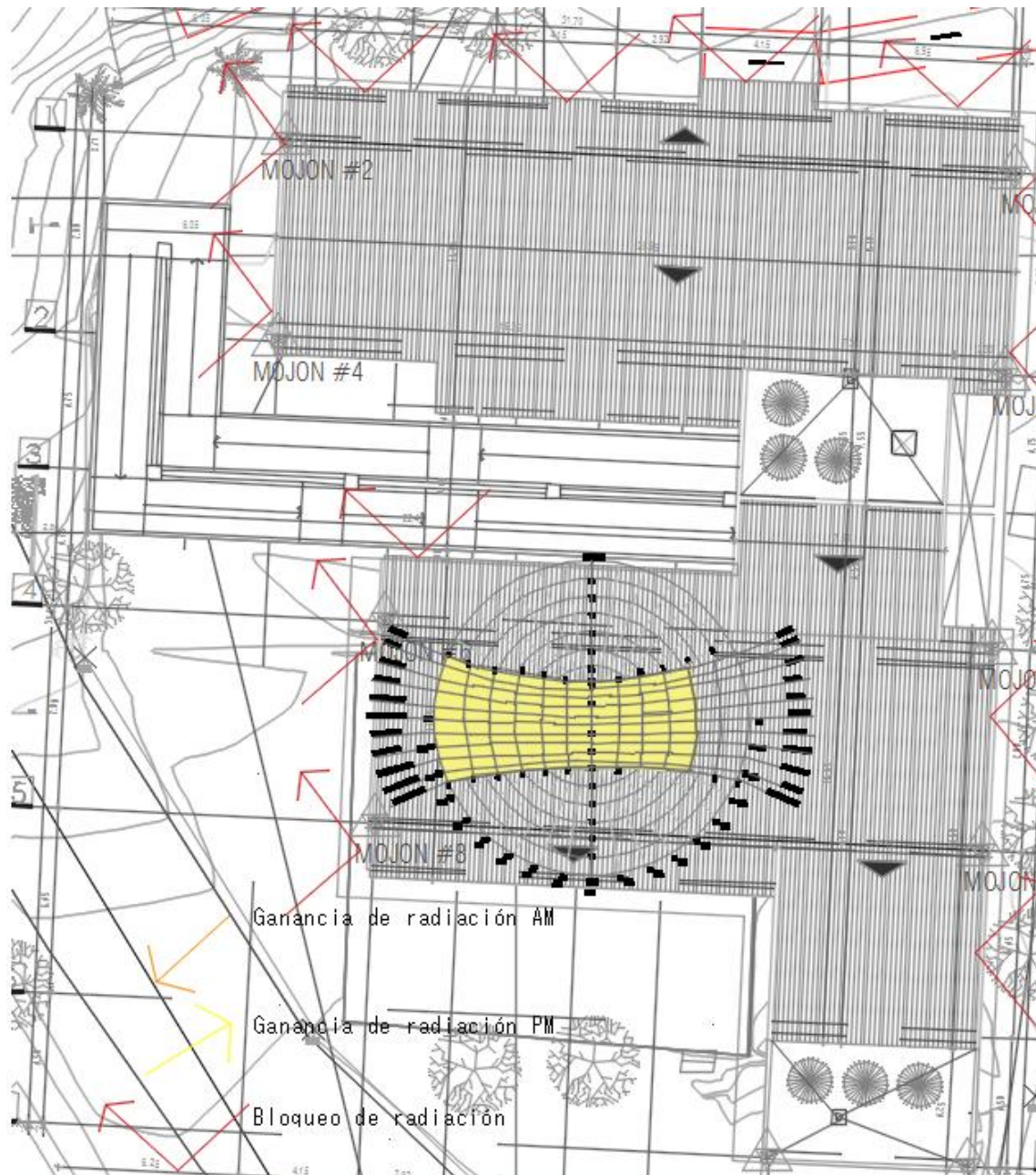


Grafica 7 Relación de envolvente para generar equilibrio térmico

ORIENTACIÓN

La orientación de las edificaciones se plantea con base en el movimiento aparente del sol y con respecto al eje térmico para Bloquear la radiación directa y ganar radiación difusa.

Grafica 8 Orientación óptima de la edificación



CALCULOS DE VENTILACION

La ventilación en el proyecto mezcla dos tipos de sistemas de ventilación natural: [1] la ventilación natural cruzada —VNC— que consiste en el paso del aire del exterior de un lado al otro del proyecto teniendo como espacios de inyección natural

diferentes áreas de aperturas sobre fachadas. De otra parte y complementariamente, [2] la ventilación natural de tiro forzado —VNTF— denominado por la literatura como “efecto stack” o “termosifón” el cual consiste en producir diferencias de presión y temperatura para forzar el aire del exterior a ascender.

Siguiendo el estándar americano ANSI/ASHRAE 62.1-2007 sobre la Ventilación para una Calidad Aceptable de Aire Interior, debido a la ausencia de una norma Colombiana para tales fines. Las áreas ocupadas deben contar con unas mínimas cantidades de renovación de aire dependiendo de su actividad, su ocupación y su superficie. El alcance de estos cálculos es el de obtener la mejor calidad de aire interior evitando concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) mediante la inyección de manera natural de la mayor cantidad de aire (Caudal Q) del exterior y de esta manera determinar las áreas mínimas netas de inyección y extracción de aire.

VELOCIDAD LOCAL DEL VIENTO

Las velocidades del viento generalmente son medidas en aeropuertos a una altura de 10 m por sobre el nivel del suelo, razón por la cual este valor debe ser corregido para identificar de forma más precisa el valor de la velocidad local del viento que afecta nuestro proyecto.

El perfil de velocidades puede ser calculado según la siguiente ecuación extraída del British Standard BS 5925:1991

$$v(Z) = v(Z_0) \left[\frac{Z}{Z_0} \right]^\alpha$$

Dónde:

Z = Velocidad del viento a una altura Z (m/s)

Z₀ = Velocidad del viento a una altura de referencia Z₀ (m/s) (10^{1/3})

α = Exponente que depende del terreno (Rugosidad del terreno 0,20 ver

Tabla 2 Constantes de rugosidad del terreno para diferentes capas.

Tipo de terreno	Altura de obstrucciones	Capa de fricción o altura de capa límite	Constante de rugosidad	Longitud de rugosidad	Exponente de velocidad media	Velocidad de fricción
	(m)	δ (m)	A_0	Z_0 (m)	a	v^* %v
Mar abierto, tundra o desierto	0 - 0.30	250	1.16	0.001	0.11	0.01596v
Campo abierto con arbustos bajos o Aeropuertos	0.30 - 0.60	300	1.00	0.030	0.15	0.02530v
Campo con vegetación media	0.95 - 1.90	350	0.76	0.095	0.20	0.03156v
Suburbios, poblados bajos (máximo 2 niveles)	3.0 - 6.0	400	0.59	0.30	0.25	0.04192v
Zona Urbana (entre 3 y 6 niveles)	9.5 - 19.0	450	0.46	0.95	0.30	0.06240v
Centros Urbanos, edificios altos (más de 6 niveles)	20.0 - 60.0	500	0.35	3.00	0.36	0.12208v

Fuente: Cálculos básicos para arquitectura. Víctor Armando Fuentes Freixanet
Para el caso del proyecto la velocidad del viento a una altura de 1 m, (altura promedio de ubicación de aberturas de inyección) corresponde a (5 m/s). El anterior parámetro se tomara como coeficiente general para el desarrollo de los cálculos.

CALIDAD DEL AIRE:

Una espacio sin ventilar genera una sensación desagradable de incomodidad, ya que se alteran sensaciones físicas, químicas y biológicas del aire, benignas y necesarias; así como también, se producen cambios higrotermicos y deterioro progresivo del aire debido, principalmente, al dióxido de carbono (CO_2) que es resultado de los procesos de oxidación celular como de las combustiones corporales, existen otras fuentes de contaminantes dentro de la vivienda.

Tabla 3 Tasa mínima de producción de CO_2 por tipo de actividad

Tasa mínima de producción de CO_2 por tipo de actividad		
En descanso	0,015	m^3/h
Trabajo ligero	0,022	
Trabajo moderado	0,047	
Trabajo pesado	0,072	
Trabajo muy pesado	0,094	

Tabla 4 Calidad del aire

Calidad del aire		
Aire totalmente puro	0,03%	% de CO ₂
Aire casi puro	0,04%	
Aire medianamente puro	0,05%	
Aire poco puro	0,06%	
Aire tipo urbano	0,07%	
Aire contaminado	0,08%	
Aire muy contaminado	0,09%	
Límite permitido	0,10%	

En una situación de régimen estacionario de producción de gas contaminante y con una tasa fija de ventilación, se aplica la siguiente ecuación para calcular la intensidad de ventilación que se requiere:

$$V = \frac{g}{C_i - C_e}$$

Dónde:

v = tasa de ventilación (m³ /h)

g = Tasa de emisión de gas contaminante

C_i y C_e = Concentraciones de gas (en porcentaje) en mezcla interior que introduce para ventilar.

Para efectos de cálculo, puede adoptarse para cada adulto en reposo:

G = 0,015 m³/h Actividad sedentaria para no pasar el umbral de 0,1%; y la ventilación se realizara con un coeficiente C_e = 0,03% el resultado sería:

$$V = \frac{0,015}{0,001 - 0,003} = 21,4 \text{ m}^3 / \text{h} / \text{persona}$$

- Si se introduce aire normal con 0,05% de CO₂, se requiere una ventilación 30 m³ h/ persona
- En aire urbano 0,07% de Co₂, la tasa de ventilación ascienden a 50m³/h.

Esta variable indica el número de cambios de aire que se requieren en relación a la producción de agentes contaminantes, ya sea por fuentes generadoras como: equipos mecánicos, cargas térmicas y personal.

Para el caso de estudio, se calculó para (4- 2) personas dependiendo del espacio, con una calidad del aire casi puro con porcentaje de Co₂ del 0.4% y una emisión por persona de 0.022 m³/h.

A continuación se presentan los espacios analizados. Cada número corresponde a un área promedio, actividad y altura específica, es importante ubicarse con los planos guías que se muestran en las siguientes imágenes:

VENTILACIÓN DEBIDO A LA PRESIÓN DEL VIENTO (VENTILACIÓN NATURAL CRUZADA) VNC

Para que pueda darse la ventilación es necesario que haya ventilación cruzada.
Se genera cuando se proyectan dos vanos:

- Barlovento (Presión positiva) entrada de aire.
- Sotavento o cualquier zona de presión negativa.

Conversión de fórmulas (según Olyay) ventilación cruzada.

$$Q = 3150 AV \text{ (pie}^3/\text{h)}$$

Dónde:

Q = Cantidad de aire (pie³/h)

A = Área de entrada (pie²)

V = Velocidad del viento (mph)

3150 = Es válido si el área de entrada es igual al área de salida.

$$A = 1\text{m} * 1\text{m} = 1\text{m}^2$$

$$3,281 * 3,281 \text{ pie} = 10,764961 \text{ pie}^2$$

$$V = 1\text{m/s} = 2.24 \text{ mph}$$

$$Q = 3150 * 10,764961 * 2,24$$

$$Q = 75957,562 \text{ Pie}^3 / \text{h}$$

$$\frac{75957,562 \text{ pie}^3}{1\text{h}} * \frac{0,0283(\text{m}^3)}{3600\text{s}} = 0,5971108$$

$$Q = 0,5971108 \text{ m}^3/\text{S} \text{ (el viento perpendicular a la entrada)}$$

$$Q = 0,5971108 \text{ AV}$$

Parámetros de análisis:

Velocidad del viento 5m/s velocidad teórica con base en el cálculo del British Standard BS 5925:1991

Angulo de incidencia: El Angulo de incidencia para el desarrollo de los cálculos de ventilación cruzada se plantea como parámetro el $\alpha=45$, con respecto al flanco de barlovento y el flanco de incidencia del flujo de aire critico teórico

[Ilustración 9 Espacios analizados 1 piso](#)

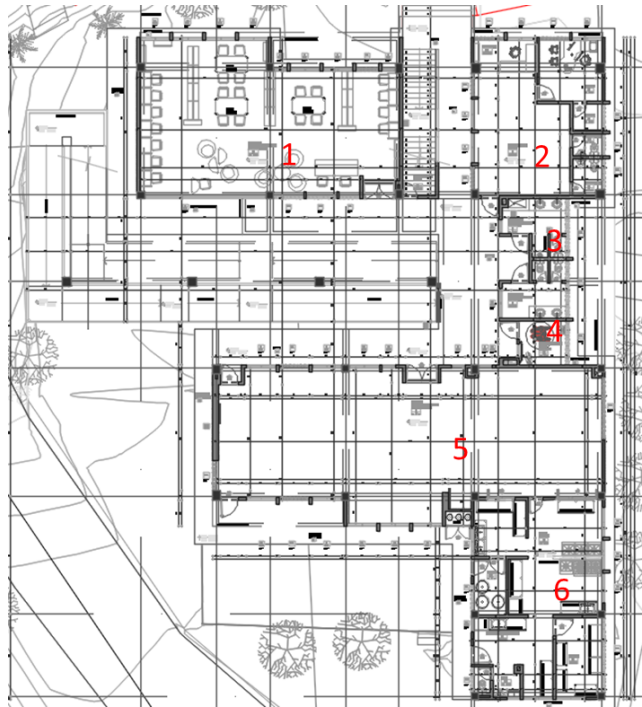


Ilustración 10 Espacios Analizados 2.Piso



En Tabla 5 Resumen cambios de aire por espacio, se establece el numero cambios que se debe realizar para cada espacio específico en referencia a la norma ASRHAE 62.1.

Tabla 5 Resumen cambios de aire por espacio

No	Espacio	Ocupacion	Ratas minimas de ventilacion ASRAHE 62.1			N C/H requeridos
		Personas	l/s por persona (M3)	L/s (M3)	No cambios /Hora	
1	Biblioteca	40	0,015	25	(5-8)	6
2	Administracion	10	0,015	25	(5-8)	9
3	wc	10	0,015	25	(3-6)	3
4	wc	10	0,015	25	(3-6)	3
5	comedor	140	0,015	25	(5-7)	8
6	cocina	12	0,015	25	(3-5)	3
7	Aulas	35	0,015	25	(3-6)	6
8	Aula	35	0,015	25	(3-6)	6
9	Aula	35	0,015	25	(5-8)	6
10	Wc	10	0,015	25	(3-5)	3
11	Wc	10	0,015	25	(3-5)	3
12	Laboratorio	40	0,015	25	(5-8)	5
13	Aula	35	0,015	25	(5-8)	6
14	Aula	35	0,015	25	(5-8)	6

Anexos Memoria de número de cambios de aire por espacio

1. Biblioteca

Datos de la habitación

Largo	14,00	m
Ancho	7,00	m
Alto	2,00	m
Área	98,00	m ²
Volumen	196,00	m ³

Ocupantes

Número de ocupantes	40	personas
---------------------	----	----------

Calidad del aire

Calidad del aire que se introducirá	0,0005	tasa de CO ₂
-------------------------------------	--------	-------------------------

Tasa de producción de CO₂

Emisión de CO ₂ por persona	0,015	m ³ /h
--	-------	-------------------

Tasa mínima de ventilación requerida

Por persona	30,00	m ³ /h
Total	1200,00	m³/h

Renovación de aire necesaria en el local

Cambios de aire	6,12	cambios/h
-----------------	------	-----------

2. Administración

Datos de la habitación

Largo	5,00	m
Ancho	9,00	m
Alto	3,00	m
Área	45,00	m ²
Volumen	135,00	m ³

Ocupantes

Número de ocupantes	40	personas
---------------------	----	----------

Calidad del aire

Calidad del aire que se introducirá	0,0005	tasa de CO ₂
-------------------------------------	--------	-------------------------

Tasa de producción de CO₂

Emisión de CO ₂ por persona	0,015	m ³ /h
--	-------	-------------------

Tasa mínima de ventilación requerida

Por persona	30,00	m ³ /h
Total	1200,00	m³/h

Renovación de aire necesaria en el local

Cambios de aire	8,89	cambios/h
-----------------	------	-----------

3. W.C

Datos de la habitación

Largo	3,50	m
Ancho	3,50	m
Alto	3,00	m
Área	12,25	m ²
Volumen	36,75	m ³

Ocupantes

Número de ocupantes	4	personas
---------------------	---	----------

Calidad del aire

Calidad del aire que se introducirá	0,0005	tasa de CO ₂
-------------------------------------	--------	-------------------------

Tasa de producción de CO₂

Emisión de CO ₂ por persona	0,015	m ³ /h
--	-------	-------------------

Tasa mínima de ventilación requerida

Por persona	30,00	m ³ /h
Total	120,00	m³/h

Renovación de aire necesaria en el local

Cambios de aire	3,27	cambios/h
-----------------	------	-----------

4. W.C

Datos de la habitación

Largo	3,50	m
Ancho	3,50	m
Alto	3,00	m
Área	12,25	m ²
Volumen	36,75	m ³

Ocupantes

Número de ocupantes	4	personas
---------------------	---	----------

Calidad del aire

Calidad del aire que se introducirá	0,0005	tasa de CO ₂
-------------------------------------	--------	-------------------------

Tasa de producción de CO₂

Emisión de CO ₂ por persona	0,015	m ³ /h
--	-------	-------------------

Tasa mínima de ventilación requerida

Por persona	30,00	m ³ /h
Total	120,00	m³/h

Renovación de aire necesaria en el local

Cambios de aire	3,27	cambios/h
-----------------	------	-----------

5. Comedor

Datos de la habitación

Largo	21,00	m
Ancho	8,00	m
Alto	3,00	m
Área	168,00	m ²
Volumen	504,00	m ³

Ocupantes

Número de ocupantes	140	personas
---------------------	-----	----------

Calidad del aire

Calidad del aire que se introducirá	0,0005	tasa de CO ₂
-------------------------------------	--------	-------------------------

Tasa de producción de CO₂

Emisión de CO ₂ por persona	0,015	m ³ /h
--	-------	-------------------

Tasa mínima de ventilación requerida

Por persona	30,00	m ³ /h
Total	4200,00	m³/h

Renovación de aire necesaria en el local

Cambios de aire	8,33	cambios/h
-----------------	------	-----------

7. Aula

Datos de la habitación

Largo	7,00	m
Ancho	9,00	m
Alto	3,00	m
Área	63,00	m ²
Volumen	189,00	m ³

Ocupantes

Número de ocupantes	40	personas
---------------------	----	----------

Calidad del aire

Calidad del aire que se introducirá	0,0005	tasa de CO ₂
-------------------------------------	--------	-------------------------

Tasa de producción de CO₂

Emisión de CO ₂ por persona	0,015	m ³ /h
--	-------	-------------------

Tasa mínima de ventilación requerida

Por persona	30,00	m ³ /h
Total	1200,00	m³/h

Renovación de aire necesaria en el local

Cambios de aire	6,35	cambios/h
-----------------	------	-----------

6. Cocina

Datos de la habitación

Largo	11,00	m
Ancho	8,00	m
Alto	3,00	m
Área	88,00	m ²
Volumen	264,00	m ³

Ocupantes

Número de ocupantes	20	personas
---------------------	----	----------

Calidad del aire

Calidad del aire que se introducirá	0,0005	tasa de CO ₂
-------------------------------------	--------	-------------------------

Tasa de producción de CO₂

Emisión de CO ₂ por persona	0,015	m ³ /h
--	-------	-------------------

Tasa mínima de ventilación requerida

Por persona	30,00	m ³ /h
Total	600,00	m³/h

Renovación de aire necesaria en el local

Cambios de aire	2,27	cambios/h
-----------------	------	-----------

8. Aula

Datos de la habitación

Largo	7,00	m
Ancho	9,00	m
Alto	3,00	m
Área	63,00	m ²
Volumen	189,00	m ³

Ocupantes

Número de ocupantes	40	personas
---------------------	----	----------

Calidad del aire

Calidad del aire que se introducirá	0,0005	tasa de CO ₂
-------------------------------------	--------	-------------------------

Tasa de producción de CO₂

Emisión de CO ₂ por persona	0,015	m ³ /h
--	-------	-------------------

Tasa mínima de ventilación requerida

Por persona	30,00	m ³ /h
Total	1200,00	m³/h

Renovación de aire necesaria en el local

Cambios de aire	6,35	cambios/h
-----------------	------	-----------

9. Aula

Datos de la habitación

Largo	7,00	m
Ancho	9,00	m
Alto	3,00	m
Área	63,00	m ²
Volumen	189,00	m ³

Ocupantes

Número de ocupantes	40	personas
---------------------	----	----------

Calidad del aire

Calidad del aire que se introducirá	0,0005	tasa de CO ₂
-------------------------------------	--------	-------------------------

Tasa de producción de CO₂

Emisión de CO ₂ por persona	0,015	m ³ /h
--	-------	-------------------

Tasa mínima de ventilación requerida

Por persona	30,00	m ³ /h
Total	1200,00	m³/h

Renovación de aire necesaria en el local

Cambios de aire	6,35	cambios/h
-----------------	------	-----------

10. Wc

Datos de la habitación

Largo	3,50	m
Ancho	3,50	m
Alto	3,00	m
Área	12,25	m ²
Volumen	36,75	m ³

Ocupantes

Número de ocupantes	4	personas
---------------------	---	----------

Calidad del aire

Calidad del aire que se introducirá	0,0005	tasa de CO ₂
-------------------------------------	--------	-------------------------

Tasa de producción de CO₂

Emisión de CO ₂ por persona	0,015	m ³ /h
--	-------	-------------------

Tasa mínima de ventilación requerida

Por persona	30,00	m ³ /h
Total	120,00	m³/h

Renovación de aire necesaria en el local

Cambios de aire	3,27	cambios/h
-----------------	------	-----------

11. Wc

Datos de la habitación

Largo	3,50	m
Ancho	3,50	m
Alto	3,00	m
Área	12,25	m ²
Volumen	36,75	m ³

Ocupantes

Número de ocupantes	4	personas
---------------------	---	----------

Calidad del aire

Calidad del aire que se introducirá	0,0005	tasa de CO ₂
-------------------------------------	--------	-------------------------

Tasa de producción de CO₂

Emisión de CO ₂ por persona	0,015	m ³ /h
--	-------	-------------------

Tasa mínima de ventilación requerida

Por persona	30,00	m ³ /h
Total	120,00	m³/h

Renovación de aire necesaria en el local

Cambios de aire	3,27	cambios/h
-----------------	------	-----------

12. Laboratorio

Datos de la habitación

Largo	11,00	m
Ancho	7,00	m
Alto	3,00	m
Área	77,00	m ²
Volumen	231,00	m ³

Ocupantes

Número de ocupantes	40	personas
---------------------	----	----------

Calidad del aire

Calidad del aire que se introducirá	0,0005	tasa de CO ₂
-------------------------------------	--------	-------------------------

Tasa de producción de CO₂

Emisión de CO ₂ por persona	0,015	m ³ /h
--	-------	-------------------

Tasa mínima de ventilación requerida

Por persona	30,00	m ³ /h
Total	1200,00	m³/h

Renovación de aire necesaria en el local

Cambios de aire	5,19	cambios/h
-----------------	------	-----------

13. Aula

Datos de la habitación

Largo	7,00	m
Ancho	9,00	m
Alto	3,00	m
Área	63,00	m ²
Volumen	189,00	m ³

Ocupantes

Número de ocupantes	40	personas
---------------------	----	----------

Calidad del aire

Calidad del aire que se introducirá	0,0005	tasa de CO ₂
-------------------------------------	--------	-------------------------

Tasa de producción de CO₂

Emisión de CO ₂ por persona	0,015	m ³ /h
--	-------	-------------------

Tasa mínima de ventilación requerida

Por persona	30,00	m ³ /h
Total	1200,00	m³/h

Renovación de aire necesaria en el local

Cambios de aire	6,35	cambios/h
-----------------	------	-----------

14. Aula

Datos de la habitación

Largo	7,00	m
Ancho	9,00	m
Alto	3,00	m
Área	63,00	m ²
Volumen	189,00	m ³

Ocupantes

Número de ocupantes	40	personas
---------------------	----	----------

Calidad del aire

Calidad del aire que se introducirá	0,0005	tasa de CO ₂
-------------------------------------	--------	-------------------------

Tasa de producción de CO₂

Emisión de CO ₂ por persona	0,015	m ³ /h
--	-------	-------------------

Tasa mínima de ventilación requerida

Por persona	30,00	m ³ /h
Total	1200,00	m³/h

Renovación de aire necesaria en el local

Cambios de aire	6,35	cambios/h
-----------------	------	-----------

Bibliografía:

IDEAM., Atlas del viento y energía de Colombia.
<http://www.upme.gov.co/Docs/MapaViento/CAPITULO4.pdf>

Serra R., Coch H, 2004, Arquitectura y Energía natural., España: Alfa omega

Lacomba Ruth.2007, Manual de Arquitectura solar, México: Trillas

Higuera Ester. 2008, Reto de la ciudad habitable y sostenible, Comisión Urbanismo COAM, España.

García Chávez, J.R and V. Fuentes Fraixanet, viento y arquitectura. El viento como factor de diseño arquitectónico. 2005, México: Trillas.

Freixanet Fuentes V. Geometría solar, Consultado 10/01/2014:
<file:///C:/Users/USER/Downloads/4-geosol.pdf>.

Florensa, R.S., Arquitectura y Clima, Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. 1997: Gustavo gili.

Gottmann, J. 1961. Megalopolis: The urbanized Northeastern Seaboard of the United States, New York, The Twentieth Century Fund.

Velásquez Soto, J.M. 2012. Análisis físico y numérico del comportamiento del flujo de aire en un edificio. México, Universidad Autónoma metropolitana.

Velasco Sandoval, A.F. 2013. Evaluación del desempeño aerodinámico mediante una técnica experimental aplicada a envolventes arquitectónicas. México, Universidad Autónoma Metropolitana.

Tate Donal M. 2007, Principios del uso eficiente del agua, Consultado 12/05/2014,
<http://cidbimena.desastres.hn/docum/Honduras/PRINCIPIOSDELUSOEficiENTE DELAGUA.pdf>

Realizo:



ALBERTH FABIAN VELASCO SANDOVAL.

Maestría en Diseño Bioclimático

Velasco203@hotmail.com

Cel. 3216524671

