

INFORME

ASESORIA EN COMPORTAMIENTO TERMICO Y EFICIENCIA ENERGETICA

CONVENIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

BLOQUE 3

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 12 ENTRE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA Y
EL SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ

Calle 44 No 45-67. **UNIDAD CAMILO TORRES** 2° piso Oficina 203
Conmutador: (57-1) 316 5000 Ext. 10260
Correo electrónico: convensgc_fabog@unal.edu.co
Bogotá, Colombia, Suramérica

CONTENIDO

CONTENIDO	2
1. LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA	3
1.1 UN MODELO A SEGUIR	3
2. LA ASESORIA	3
2.1 OBJETIVO Y ALCANCES DE LA ASESORIA.....	4
3. CONDICIONES LOCALES	5
3.1 CONDICIONES CLIMATICAS DE BOGOTA	5
• DATOS METEOROLÓGICOS	7
• ROSA DE LOS VIENTOS.....	7
3. CONTEXTO EXPERIMENTAL	8
3.1. LAS HERRAMIENTAS DE CÁLCULO	8
OASIS.....	8
3.2. PARAMETROS DE CÁLCULO.....	8
3.3. LAS CONDICIONES DE CONFORT MEDIANTE PMV (PREDICTED MEAN VOTE).....	10
3.4 DIAGRAMA SICROMÉTRICO	11
4.1. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS	12
INTRODUCCIÓN	12
4.1. MATERIALIDAD.....	13
4.2. PROTECCIÓN SOLAR	14
Trayectorias solares	14
4.3. ASOLEAMIENTO EN LAS DIFERENTES FACHADAS.....	15
5. VENTILACIÓN NATURAL	17
5.1. PROPUESTA PARA LA VENTILACIÓN NATURAL	18
PROPUESTA DE VENTILACIÓN NATURAL BLOQUE 3	18
6. SIMULACIONES DE COMPORTAMIENTO TÉRMICO BLOQUE 3	22
6.1. RESULTADOS DE COMPORTAMIENTO TÉRMICO.....	24

1. LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Existe actualmente una costosa dependencia del control mecánico de los ambientes para satisfacer nuestras exigencias de confort. No se considera el uso racional de los fenómenos y recursos climáticos propios de cada lugar. Una actitud renovadora de la arquitectura frente a los problemas energéticos depende estrechamente de la correlación que se logre entre cada proyecto, su emplazamiento, el paisaje, el clima y los materiales locales.

La arquitectura Bioclimática y la energética urbana no tratan de combatir con medios artificiales las condiciones climáticas naturales de cada lugar. Por el contrario, trata de entenderlas y sacarles el mayor provecho; integrando cada proyecto a su medio valiéndose de los recursos constructivos locales y de la tecnología propia del lugar

Se utilizan medios científicos (informáticos) de simulación térmica con el fin de evaluar las condiciones interiores de confort y optimizar el uso de la energía. Nos acercaremos de esta forma a un conveniente equilibrio entre los siguientes parámetros arquitectónicos:

- La orientación de muros, masas y demás elementos captadores de energía solar con su consecuente equilibrio de la masa térmica.
- Correcto dimensionamiento de superficies de vidrio captoras de energía solar.
- Uso adecuado de colores de cubiertas, fachadas y pisos.
- Control de la ventilación natural.
- Uso de tecnologías apropiadas.

1.1 UN MODELO A SEGUIR

La consecuencia directa de estas aplicaciones es el mejoramiento de la calidad ambiental del espacio y del nivel vida de los usuarios. Un proyecto realizado con esta filosofía, será por sí mismo un modelo a seguir de tecnologías apropiadas para el ahorro de energía y conservación de recursos.

2. LA ASESORIA

2.1 OBJETIVO Y ALCANCES DE LA ASESORIA

Nuestro acompañamiento integra consideraciones de eficiencia en el uso de recursos y de la energía, ha de producir edificios sanos, ha de promover la utilización de materiales ecológicos y considera la sensibilidad estética que inspira, afirma y emociona. Busca un equilibrio entre los componentes técnicos y los componentes humanos, para el bienestar del planeta y el del ser humano.

La asesoría tiene como objetivo lograr las mejores condiciones interiores de calidad ambiental y confort térmico dentro de las áreas estudiadas mediante dispositivos propios a la arquitectura bioclimática, haciendo especial énfasis en:

- Proveer ventilación natural a las aulas y oficinas.

Para alcanzar los objetivos se aplican las siguientes estrategias al proyecto:

- 1 Manejo de Fachadas**
- 2 Manejo de la Ventilación Natural**

Mediante simulaciones del comportamiento térmico verificamos el correcto funcionamiento de las estrategias de protección solar y ventilación natural utilizadas en los numerales 1 y 2.

3. CONDICIONES LOCALES

Se han producido grandes cambios en nuestra forma de habitar, de utilizar los recursos y de producir arquitectura y ciudad. Vivimos momentos históricos de grandes problemas ambientales vitales que obligan al hombre a pensar en evolucionar de una manera responsable para con su entorno y propender por un Desarrollo Sostenible. De parte de la arquitectura se produce una reacción importante y una búsqueda por lograr ciudades y edificaciones con un mejor desempeño ambiental, responsables con el uso de los recursos, con la energía y generadora de arquitecturas para el bienestar. Un aporte importante a la sostenibilidad ambiental y la responsabilidad social empresarial consiste en adaptar el edificio a las condiciones climáticas, constructivas y normativas del lugar.

3.1 CONDICIONES CLIMATICAS DE BOGOTA

La ciudad de Bogotá está situada en un altiplano a 2600 msnm. Su clima está clasificado como clima Templado de Altura Tropical. Por su baja latitud (4.4°N) no se presentan variaciones estacionales a lo largo del año. En un solo día se puede presentar temperaturas desde 0°C hasta los 25°C; esto sucede especialmente en temporadas secas. La temperatura promedio anual oscila alrededor de 13,5 °C.

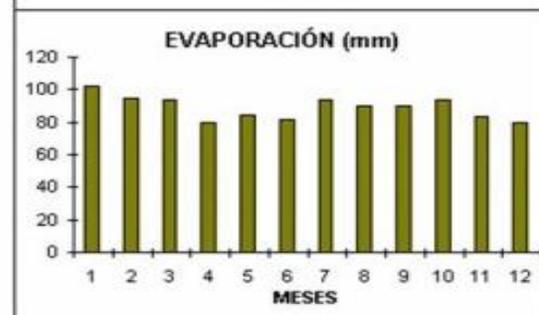
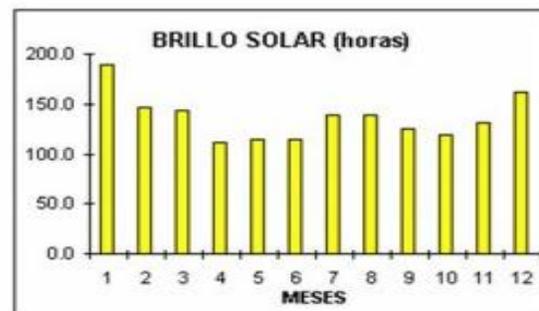
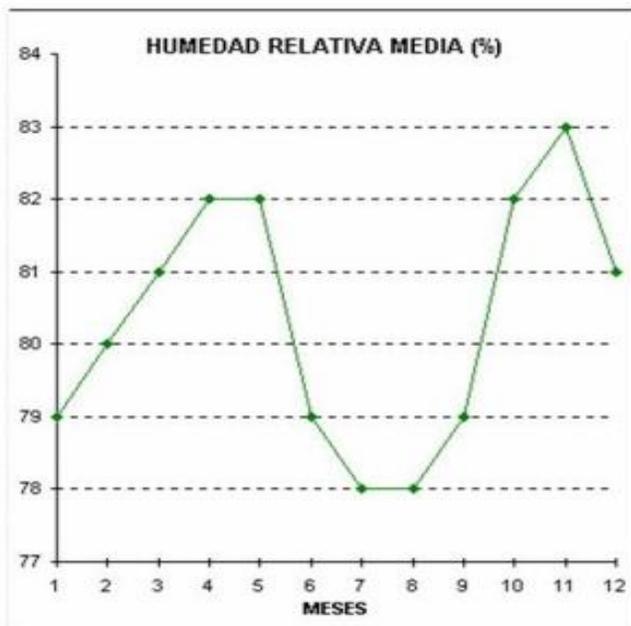
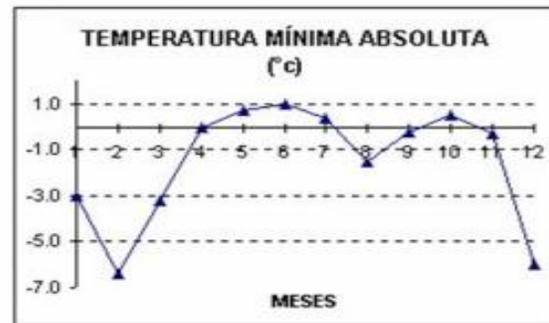
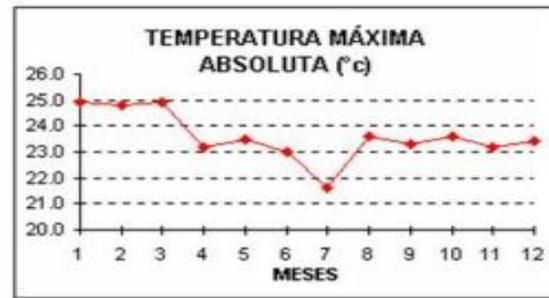
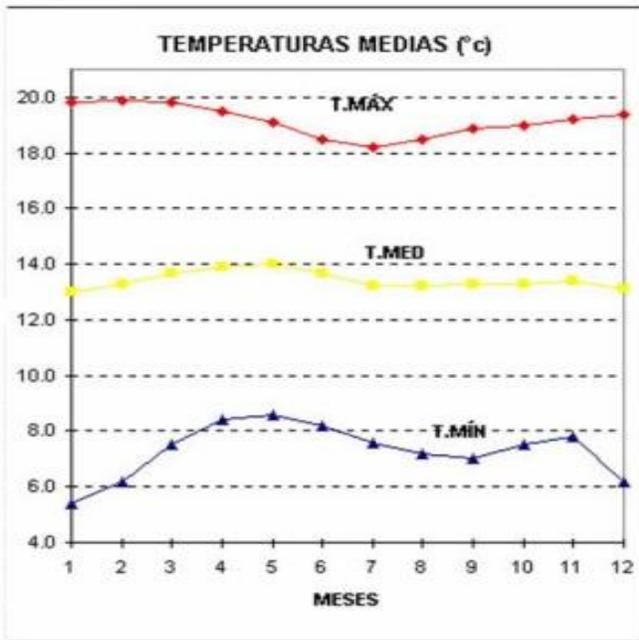
A pesar de estar situado sobre la zona ecuatorial los niveles de nebulosidad son elevados con un promedio de 7 octas. Por esta razón los valores de energía solar por M2 se sitúan entre 4 -4.5 KW/h durante el mes de enero, el más asoleado del año a 3.5 – 4 KW/h durante el mes de abril, el menos asoleado.

La humedad relativa promedio se encuentra ligada al comportamiento de la temperatura y el régimen de lluvias. Durante las temporadas secas los niveles de humedad se reducen y durante las temporadas de lluvia se incrementan sin llegar a ser molestos.

En las condiciones climáticas de Bogotá podemos lograr las mejores condiciones de habitabilidad y confort reduciendo considerablemente los sistemas mecánicos de climatización utilizando estrategias de tipo bioclimático como la protección solar, el uso de sistemas de ventilación natural y el aprovechamiento de la luz natural.

En cuanto a lo ambiental, el proyecto que se ciñe al marco jurídico local, cumple con los requerimientos de la ley del uso eficiente de la energía, ley del uso eficiente del agua, reglamentación local sobre calidades de aire interior, calidades acústicas y manejo de residuos sólidos.

Las siguientes graficas muestran los datos y parámetros meteorológicos a lo largo de todo el año para la ciudad de Bogotá, recolectados por el IDEAM, que sustentan los enunciados anteriormente expuestos:



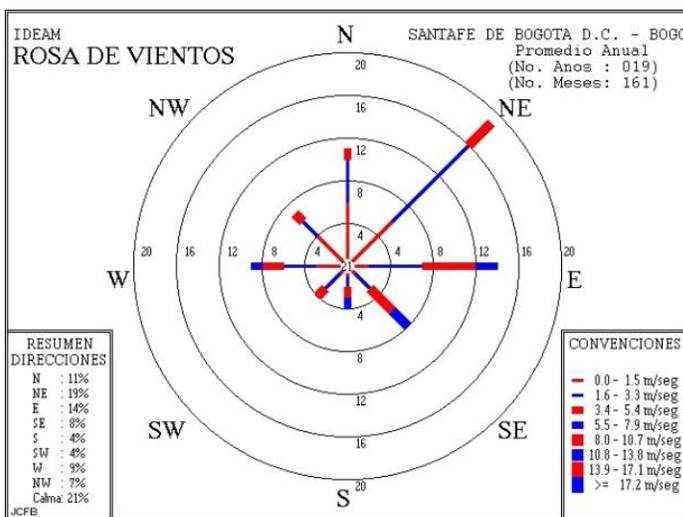
• DATOS METEOROLÓGICOS

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PRECIPITACIÓN	29.4	41.1	65.3	103	92.2	53.8	41.9	45.9	70	107	91.3	52.8
No. DIAS	8	11	14	18	20	18	17	16	16	18	17	12
T.MAX ABS.	24.9	24.8	24.9	23.2	23.5	23.1	22.4	23.6	23.3	23.6	24	23.8
T.MIN ABS.	-3	-6.4	-3.2	0	0.7	1	0.4	-1.5	-0.2	0.5	-3	-6
TM.MAX MED	19.9	19.9	19.9	19.5	19.2	18.7	18.3	18.6	19	19.2	19.3	19.5
TEMP.	13.1	13.4	13	14	13.7	13.3	13.2	13.3	13.4	13.4	13.4	13.1
TM MIN MED	5.5	6.4	7.6	8.5	8.7	8.3	7.7	7.3	7.1	7.6	7.9	6.3
BRILLO	187.1	148.2	143.1	109.8	112.9	113.9	136.3	137.3	122.1	120.7	130.8	162.9
EVAPORACION	102.1	94.3	94.1	79.3	84.7	81.7	93.3	90.3	90.4	93.3	83.3	79.6
NUBOSIDAD	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5

• ROSA DE LOS VIENTOS

El viento es un elemento climatológico definido como "el aire en movimiento" descrito por tres características: la velocidad, la dirección y la frecuencia. Los meteorólogos crearon una gráfica llamada Rosa de los vientos que nos permite representar simultáneamente la relación que existe entre estas tres características.

El proyecto **Servicio Geológico Nacional** se encuentra ubicado a una latitud de 4° Norte y en una zona en la cual los vientos dominantes llegan desde el Noreste y el Este.



Rosa de vientos de la ciudad de Bogotá. Fuente: IDEAM

3. CONTEXTO EXPERIMENTAL

3.1. LAS HERRAMIENTAS DE CÁLCULO

Se utilizaron diversas herramientas para el análisis del clima, simulaciones y modelos de calificación del confort. Los cálculos de caudales de ventilación se realizan utilizando las formulas y métodos descritos en el ASHRAE FUNDAMENTALS.

OASIS

Trabajamos con el software OASIS, diseñado por el Ministerio del Equipamiento, Vivienda y Transportes de la República Francesa, especialmente concebidos para simular el comportamiento térmico y las cargas de climatización artificial de los proyectos situados bajo climas tropicales. Se obtendrán mediante este instrumento evoluciones diarias de temperaturas de aire, temperaturas resultantes, temperaturas de superficies, energía solar absorbida por los muros, aportes energéticos internos, cargas de climatización artificial con su respectivo ahorro y otros datos necesarios para afinar al detalle el diseño ambiental del proyecto. Para las pruebas de simulación, se tiene en cuenta el calor producido por los equipos eléctricos, la iluminación, así como el generado por los ocupantes fijos e itinerantes. El cálculo se hace siguiendo un esquema de números finitos para condiciones de termodinámica en régimen variable. Por esta razón los modelos, antes de producir los resultados finales, toman un tiempo suplementario de simulación para ponerse a régimen térmico

3.2. PARAMETROS DE CÁLCULO

Para la realización de las simulaciones de comportamiento térmico, se trabajaron los siguientes parámetros:

PARAMETRO 1. CLIMA

Para la realización de las simulaciones se trabaja el mes de Enero por ser el mes durante el cual se presenta la mayor amplitud de temperaturas entre el día y la noche así como las mayores horas de sol, y el mes de abril por ser el mes que presenta las temperaturas promedio de la ciudad de Bogotá. Trabajamos con los siguientes datos tomados del IDEAM correspondientes a la estación meteorológica «Observatorio Meteorológico de Bogotá» situada en las inmediaciones del campus de la Universidad Nacional de Colombia.

Enero

Temperatura del aire, promedio de máximas	23 °C
Temperatura del aire, promedio de mínimas	3.5 °C
Humedad relativa, promedio de mínimas	55 %
Humedad relativa, promedio de máximas	90 %
Valores medios de brillo solar	161 Horas / mes

Nebulosidad media	5.0 Octas
Velocidad promedio del viento	1.2 m / seg.
Frecuencia dominante del viento	NE
Precipitación media	49.7 mm.

Abril

Temperatura del aire, promedio de máximas	19.7 °C
Temperatura del aire, promedio de mínimas	8.4 °C
Humedad relativa, promedio de mínimas	60 %
Humedad relativa, promedio de máximas	90 %
Valores medios de brillo solar	150 Horas / mes
Nebulosidad media	7.0 Octas
Velocidad promedio del viento	1.7 m / seg.
Frecuencia dominante del viento	NE
Precipitación mensual	90 mm.

PARAMETRO 2. APORTES INTERNOS

Los aportes internos son generados por los equipos, personas e iluminación que se encuentran en el interior. Para el cálculo se tuvo en cuenta 80 w por cada computador, 90 w por persona de acuerdo a la actividad, tomado de ASHRAE Standard 55, y una iluminación de 12 w/m².

PARAMETRO 3. CARACTERÍSTICAS TERMOFÍSICAS

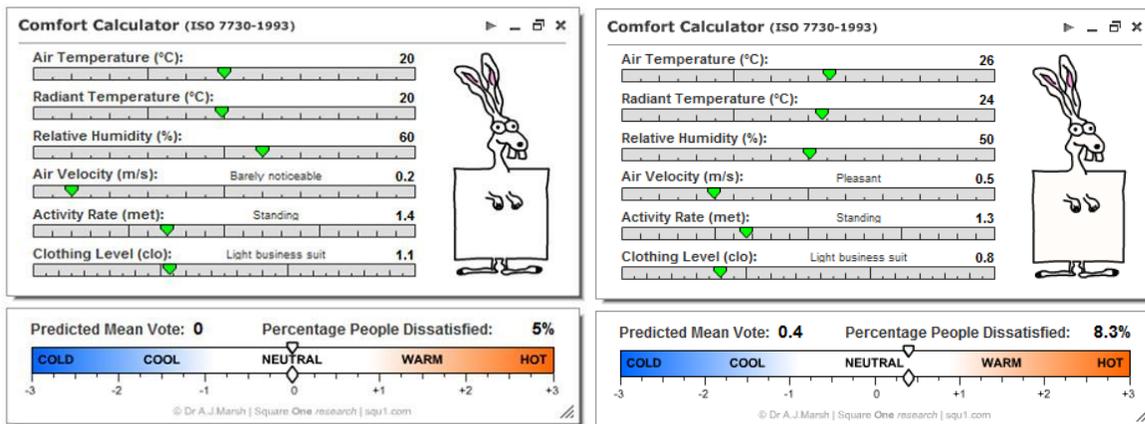
Con el propósito de simular del comportamiento térmico del proyecto se elabora una maqueta numérica de las diferentes áreas teniendo en cuenta las características termo físicas de los materiales que componen la edificación.

El Coeficiente K de Transmisión Térmica:

El Coeficiente K es la cantidad de calor que atraviesa 1.0 m² de pared, cuando la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior es de 1.0 °C. A medida que aumenta el valor del coeficiente K de una superficie, aumenta la capacidad de transmitir el calor a través de ésta.

3.3. LAS CONDICIONES DE CONFORT MEDIANTE PMV (PREDICTED MEAN VOTE)

Podemos definir el confort o neutralidad térmica como la manifestación subjetiva de conformidad o satisfacción con el ambiente térmico existente. También podemos definirlo como aquel estado de satisfacción con las características térmicas del ambiente, cuya condición básica, de forma general, es que exista el equilibrio térmico sin necesidad de sudar. Para una persona concreta que realice un nivel de actividad M, con una ropa y en un entorno dado, el equilibrio térmico se alcanzará mediante una combinación específica de temperatura media de la piel y pérdida de sudor. Por otro lado, un hombre estará en equilibrio térmico cuando su producción interna de calor corporal sea la misma que la pérdida de calor hacia el ambiente en que se encuentra.



Para cuantificar todo esto, Fanger¹ establece un índice de valoración medio denominado "Voto Medio Estimado" (PMV).

Se trata seguramente del método más completo, práctico y operativo para la valoración del confort térmico en espacios interiores, y contempla todas las variables presentes en los intercambios térmicos persona-ambiente, siendo éstos, el nivel de actividad, características de la ropa, temperatura seca del aire, humedad relativa, temperatura radiante media y velocidad relativa del aire.

Tanto es así, que este método fue recogido por la norma ISO 7730, integrando los factores indicados y ofreciendo el porcentaje de personas insatisfechas (PPD) con las condiciones térmicas del ambiente.

Los desarrollos ofrecidos por Fanger se basan en un muestreo sobre 1300 sujetos, y demuestran que el mejor resultado posible conlleva la insatisfacción del 5% del grupo,

¹ Povl Ole Fanger (July 16, 1934 – September 20, 2006) was an expert in the field of the health effects of indoor environments. He was a University Professor at [Syracuse University](http://www.syr.edu/~sq1/).

es decir, es imposible conseguir unas condiciones ideales en el mismo recinto para la totalidad de las personas.

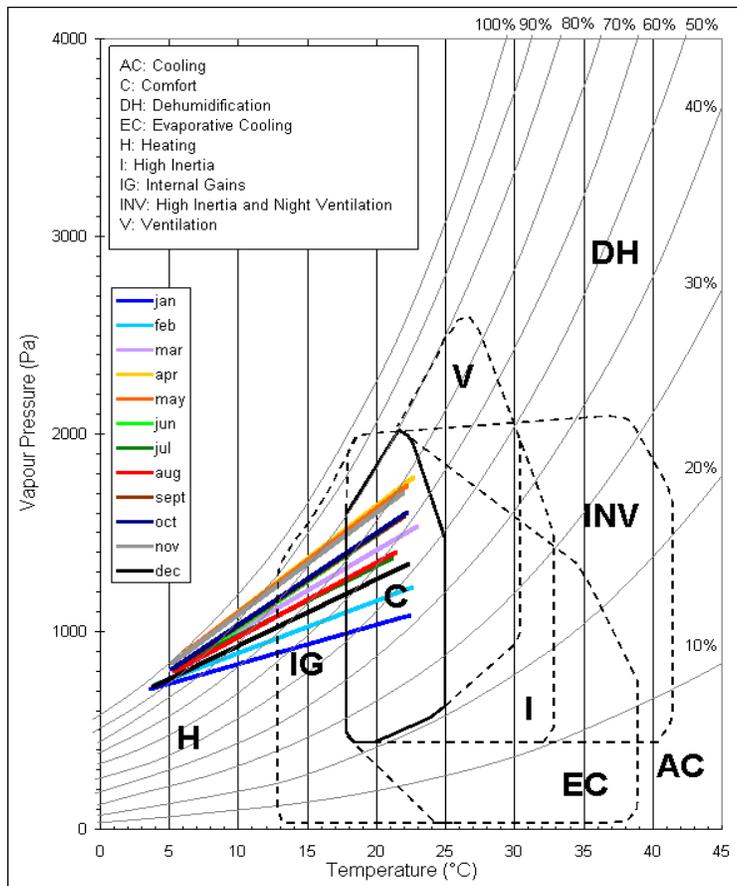
Otros estándares como el ASHRAE 55-2004, utilizado por el sistema de certificación LEED, utilizan la misma metodología aceptada hasta un 10% de personas insatisfechas. Países de la Unión Europea han adoptado estos estándares como de obligatorio cumplimiento en los sistemas de tratamiento ambiental de las edificaciones.

3.4 DIAGRAMA SICROMÉTRICO

El clima de esta ciudad es templado, con un promedio de 14.4° C (58° F). Tiene variaciones considerables de temperatura; durante el día se alcanzan temperaturas medias de 18° C, llegando a máximas de 24°C en condiciones excepcionales de día soleado durante los meses de enero, febrero y marzo. En la noche la temperatura media oscila alrededor de 9°C, acercándose a 0°C, durante los meses de enero, febrero y marzo.

Estas variaciones son menos acentuadas durante la época de lluvia. Las temporadas secas y lluviosas se alternan a lo largo del año. Los meses más secos son Diciembre, Enero, Febrero y Marzo; los meses más lluviosos son Abril, Mayo, Septiembre, Octubre y Noviembre. En los meses de Junio y julio suelen ser de pocas lluvias y Agosto es soleado y fuertes vientos que soplan del SE. La regularidad de estas condiciones es muy variable debido a los fenómenos de El Niño y La Niña, que se dan en la cuenca del Pacífico y producen cambios climáticos muy fuertes. Para cualquier época del año, entre las 10 am y las 3 pm aproximadamente, contamos al exterior con temperaturas y rangos de humedad inscritos dentro del rango de confort. Durante el resto del día, las condiciones exteriores tienden a ser frías.

En miras de lograr adecuadas condiciones interiores de habitabilidad, aprovechamos las condiciones climáticas del exterior mediante la aplicación de estrategias de protección solar, ventilación natural y el uso de la inercia térmica del edificio como sistema pasivo de climatización.



2007 tabla 6-1.

Estrategias a aplicar:

1. MATERIALIDAD

Uso de materiales con coeficiente de transmisión térmica requerido de acuerdo a la ubicación y uso del espacio.

2. PROTECCIÓN SOLAR

Reducir la entrada de la energía solar a través de los vanos al proyecto y sombrear la masa construida en las zonas de alta densidad de ocupación, logrando coeficientes de sombra entre 0.2 Y 0.5.

3. VENTILACIÓN NATURAL

Aprovechando la orientación del proyecto en relación a los vientos dominantes se diseñaran las aberturas cumpliendo con los requerimientos *ASHRAE Standart 62.1-*

4.1. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta las características climáticas del lugar de implantación en la ciudad de Bogotá y el uso del proyecto, recomendamos se implementen las siguientes estrategias bioclimáticas con el propósito de proveer las condiciones térmicas adecuadas dentro de las diferentes áreas del proyecto y lograr de esta manera el confort de los usuarios.

Buscamos de esta manera reducir considerablemente el impacto ambiental del proyecto y lograr una eficiencia energética al interior de los diferentes espacios, por medio de la ventilación natural, la inercia térmica de los materiales y la protección solar, reduciendo la implementación equipos de ventilación mecánica.

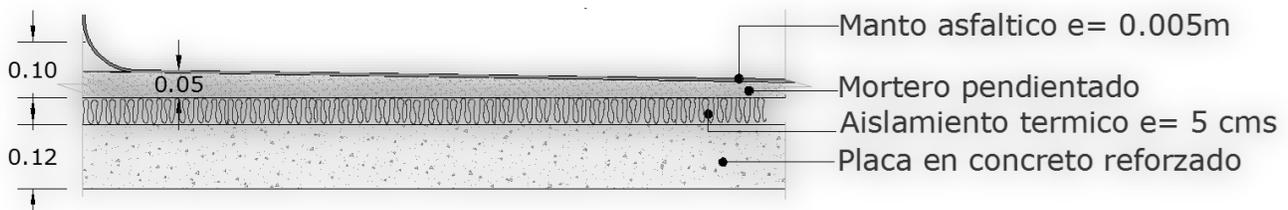
4.1. MATERIALIDAD

ASILAMIENTO TÉRMICO

CUBIERTA AISLADA TÉRMICAMENTE

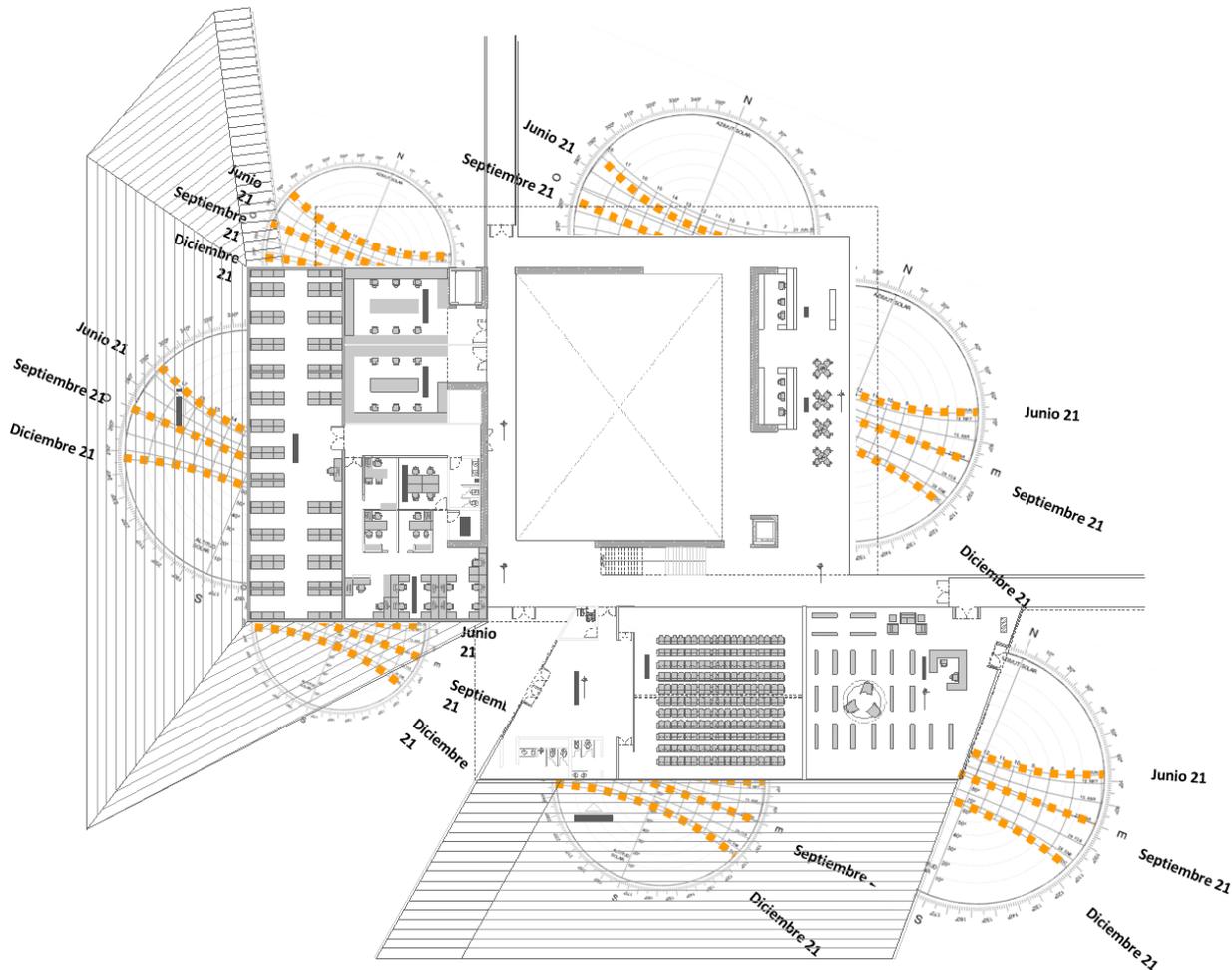
La cubierta es un elemento inerte expuesto a la mayor carga de radiación solar en condiciones de bajas latitudes. Se convierte en un elemento caliente que incrementa la temperatura del interior de los espacios. Por esta razón es necesario que se aisle térmicamente para reducir las ganancias energéticas que puedan irradiarse hacia el interior del espacio.

Aislante térmico (polietileno, poliuretano expandido de alta densidad o similar: 25 a 30 kg/m³) colocado sobre la torta superior y bajo el pendientado y acabado final de la cubierta.



4.2. PROTECCIÓN SOLAR

Trayectorias solares



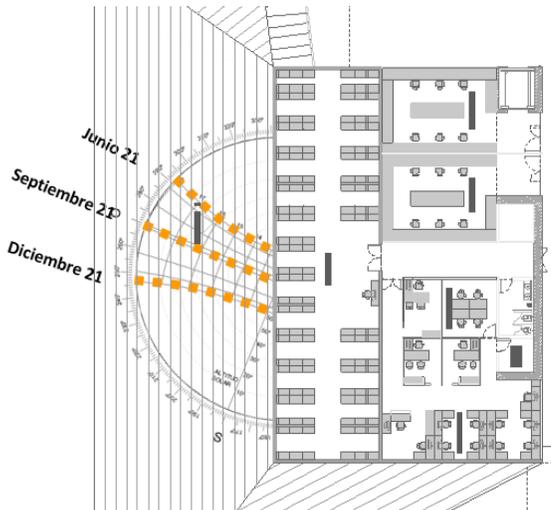
Al ingresar a través de una ventana, la radiación produce un gran aporte energético a los ambientes. Este gran aporte energético eleva las temperaturas al interior, al producirse el efecto invernadero.

La radiación ingresada en todas las longitudes de onda, al chocar con un elemento macizo se convierte solamente en radiación de gran longitud de onda (infrarroja). Por otra parte, los ocupantes, computadores y equipos electrónicos producen alto aporte de energía calórica en los edificios. Por esta razón es imprescindible plantear sistemas de protección solar en los espacios de alta carga de ocupación.

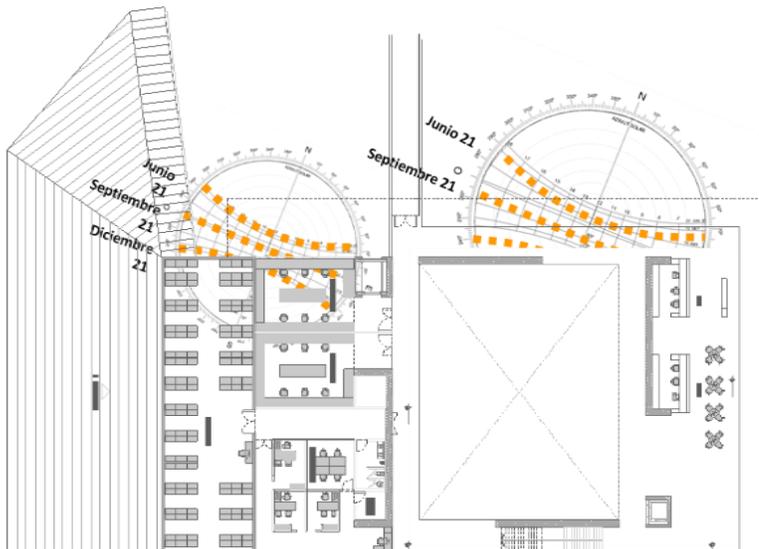
Para realizar el correspondiente análisis es necesario ubicar el proyecto en el diagrama de trayectorias solares de Bogotá (Latitud 4° Norte), con el fin de determinar cuáles son los meses más críticos de asoleación de cada fachada.

4.3. ASOLEAMIENTO EN LAS DIFERENTES FACHADAS

Fachada Suroeste

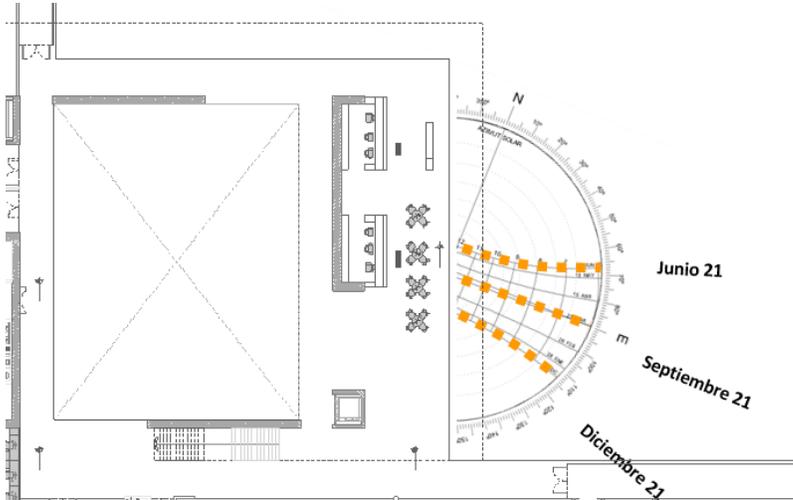


La Fachada Suroeste presenta exposición solar todo el año en las horas de la tarde. Es necesaria la implementación de sistemas de protección solar para Diciembre 21 hasta las 4 pm para mitigar los aportes solares que presenta esta fachada.



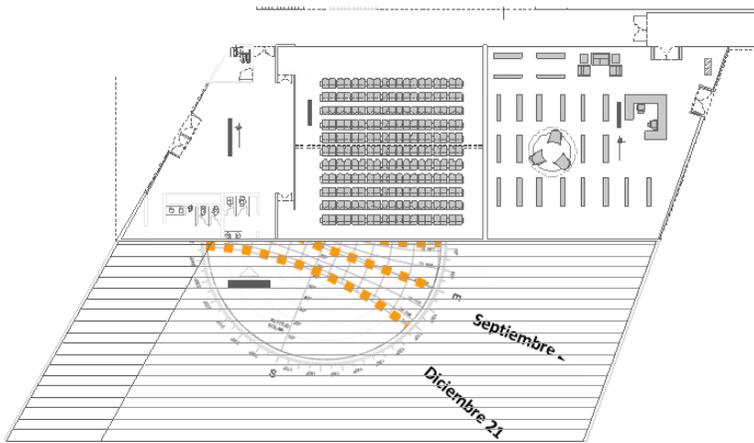
Fachada Noroeste

La Fachada noreste presenta exposición solar en junio todo el día, en septiembre a partir de las 12 m y en diciembre no presenta exposición solar. Es necesaria la implementación de sistemas de protección solar en junio 21 hasta las 4 pm para mitigar los aportes solares que presenta esta fachada.



Fachada Sureste

La Fachada sureste presenta exposición solar todo el año en las horas de la mañana. Es necesaria la implementación de sistemas de protección solar en Diciembre 21 a partir de las 10 am para mitigar los aportes solares que presenta esta fachada.



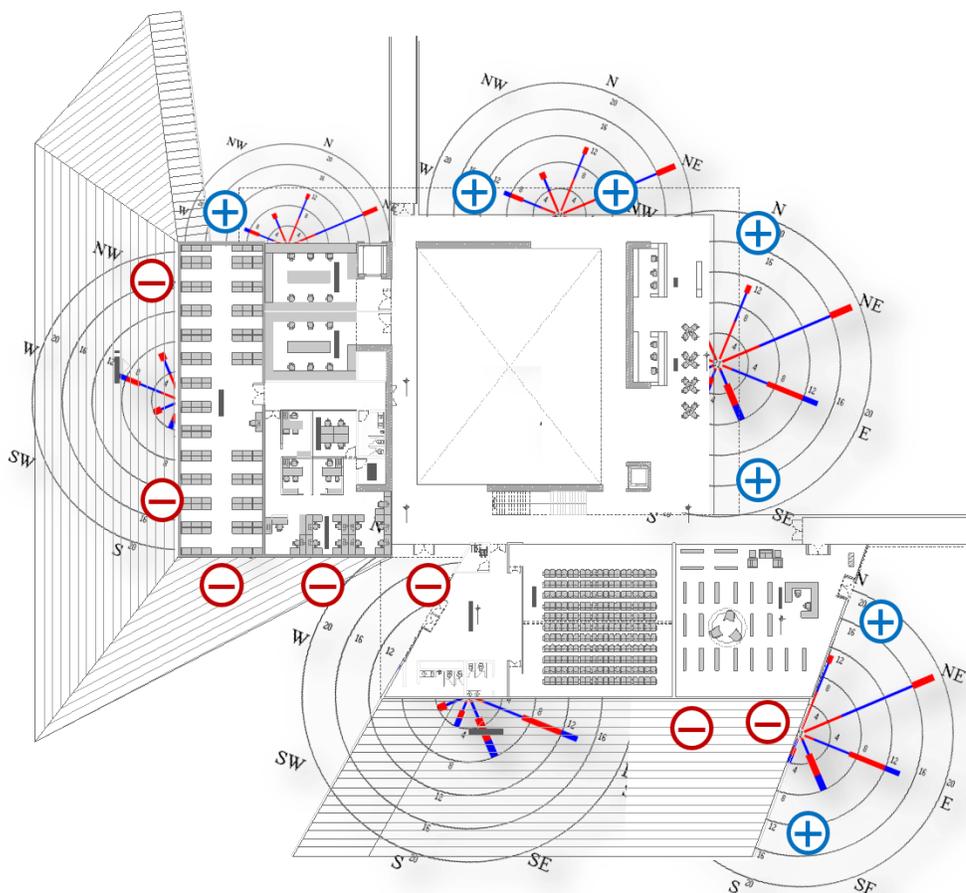
Fachada Sureste

La Fachada Sureste presenta exposición solar en diciembre todo el día, en septiembre presenta incidencia solar hasta las 12 m y en junio no presenta incidencia solar . Es necesaria la implementación de sistemas de protección solar para diciembre 21 hasta las 4 pm para mitigar los aportes solares que presenta esta fachada.

5. VENTILACIÓN NATURAL

La geometría y la disposición del proyecto con respecto a los vientos dominantes generan automáticamente zonas de presiones diferentes. Con el fin de ventilar de manera natural el proyecto, las fachadas opuestas pueden ponerse en relación mediante rejillas o vanos localizados en ambas fachadas. De acuerdo a la localización del edificio con respecto al Norte, los vientos que más benefician las condiciones interiores de confort térmico son los del Noreste y Este.

Es muy importante lograr dentro de cualquier espacio el continuo movimiento del aire, pues este se lleva a su paso el calor acumulado en muros, techos y suelos por el fenómeno de convección, así como el aire viciado. En ese sentido, los sistemas de ventilación natural consisten en aprovechar los vientos predominantes según sea la orientación del proyecto.



De acuerdo a la orientación del proyecto las fachadas este tienen presión positiva, por lo cual los ingresos de aire mediante sistema de ventilación cruzada se debe realizar por estas fachadas.

5.1. PROPUESTA PARA LA VENTILACIÓN NATURAL

Buscando la óptima renovación del aire al interior de los espacios planteamos diferentes estrategias de ventilación natural, tanto para el ingreso como para la extracción de aire y la circulación de este por todo el espacio. Por lo tanto la ventilación se llevará a cabo por:

Ventilación Cruzada (Cross)

El sistema de ventilación cruzada consiste en aprovechar las presiones del viento (positivas y negativas), para ventilar un espacio interior por medio de la conexión de las fachadas generando aberturas en cada una de ellas. Estas aberturas se dimensionan de acuerdo a la necesidad de caudal a mover dentro de cada espacio.

Extracción por Diferencia Térmica (Stack Ventilation)

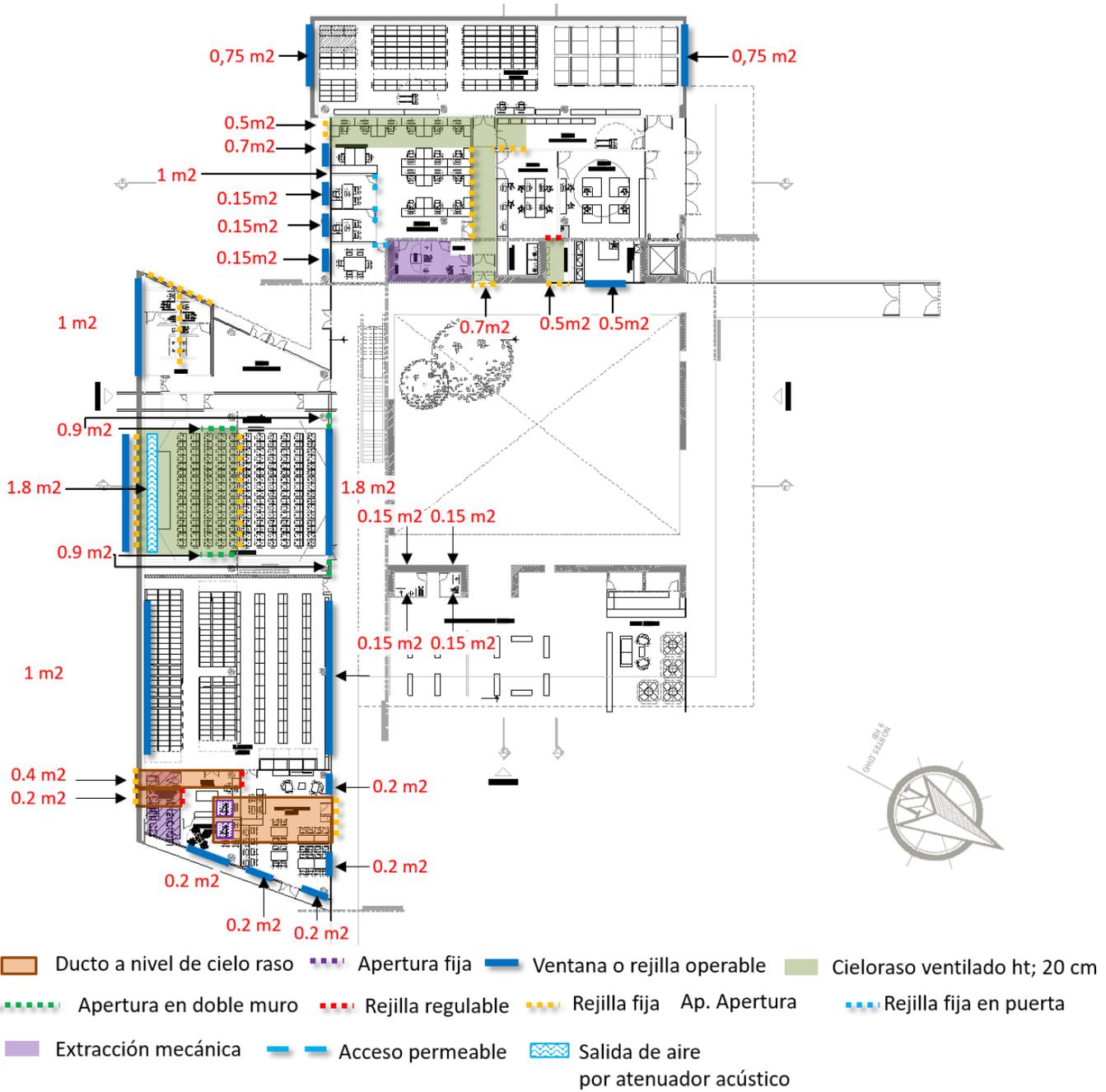
Al existir diferencias de temperatura, tanto al interior como al exterior; por diferencia de presiones y niveles, el aire más frío del exterior es succionado por el aire caliente, el cual se encuentra en ascenso en el interior. Este sistema se dimensiona considerando la diferencia de temperaturas y la altura entre las aperturas.

PROPUESTA DE VENTILACIÓN NATURAL BLOQUE 3

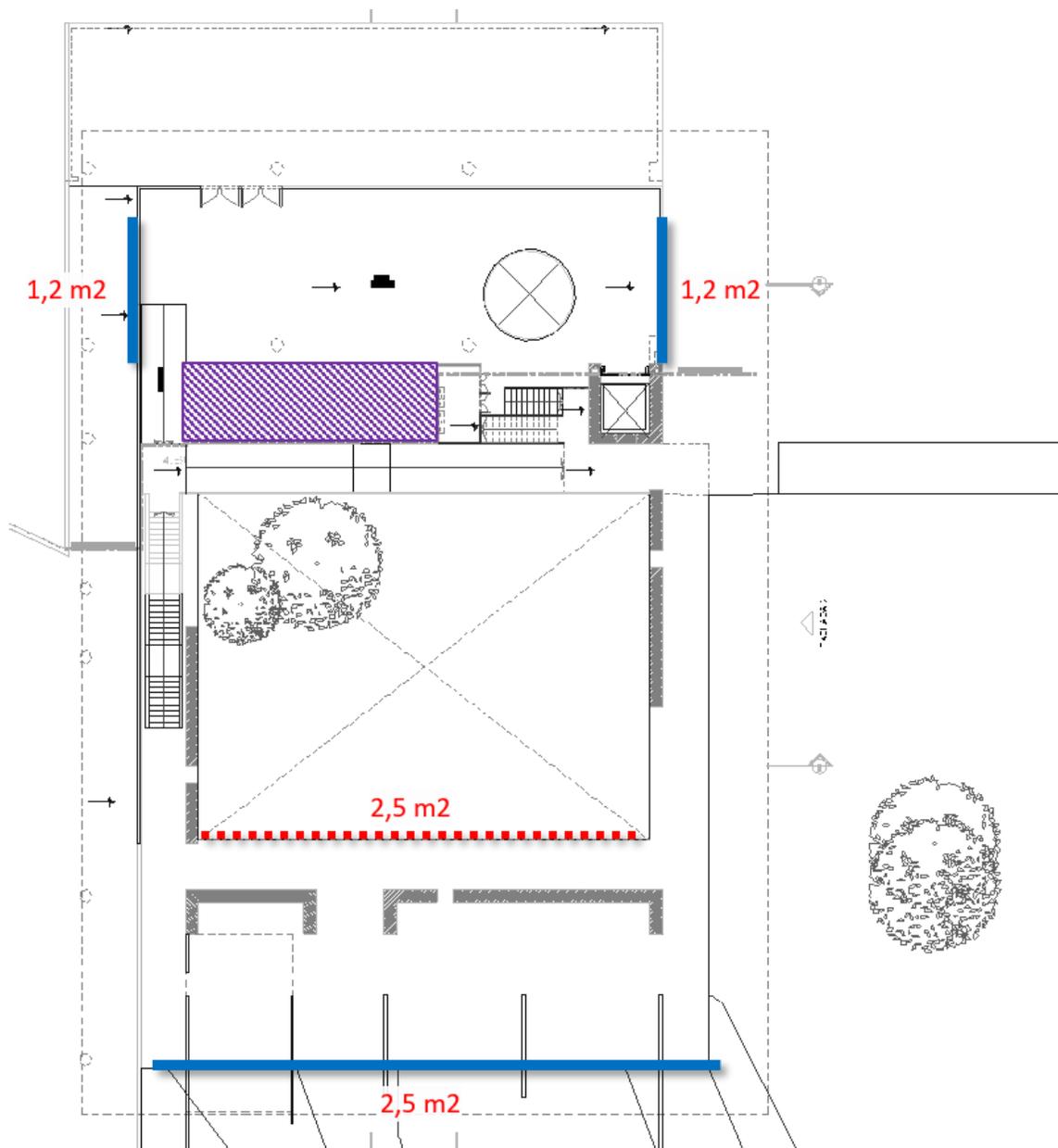
Se proponen ventilaciones cruzadas mediante ventana operable en fachada y cielo rasos ventilados en los espacios donde sea necesario para conectar las fachadas con presión positiva y negativa.

En el auditorio es necesario el uso de cielo raso considerando la posible subdivisión del espacio. Es indispensable conectar las fachadas con presión positiva y negativa de cada una de las posibles subdivisiones.

Planta baja

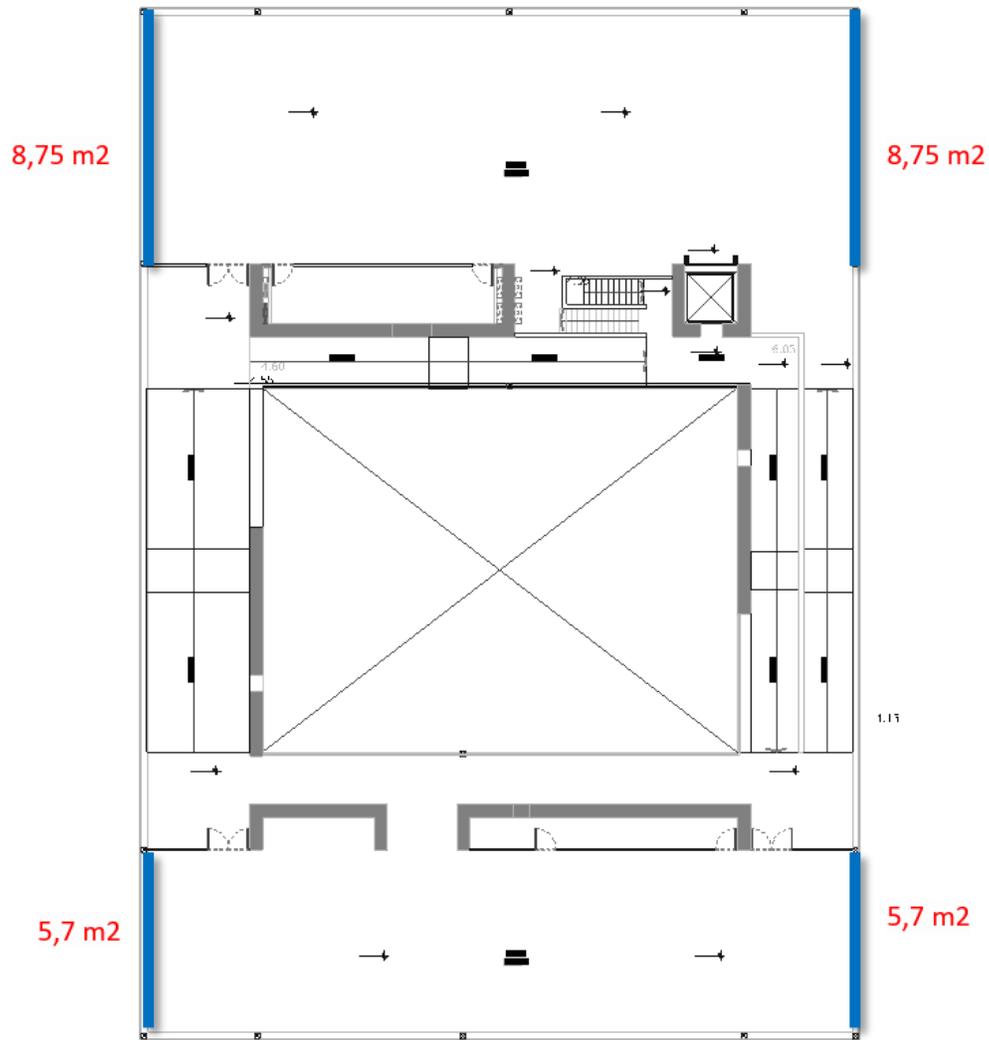


Piso 1



-  Extracción mecánica
-  Rejilla regulable superior
-  Rejilla regulables o ventana operable inferior para ingreso de aire.

Piso 2



 Ventana o rejilla operable

6. SIMULACIONES DE COMPORTAMIENTO TÉRMICO BLOQUE 3

Para conocer el comportamiento térmico de los espacios del proyecto, se escogieron las zonas más representativas para realizar su respectivo análisis, teniendo en cuenta sus características físicas, morfológicas, y la orientación con respecto al norte.

La ocupación en el espacio para las simulaciones se toma de acuerdo a mobiliario arquitectónico. Las cargas de iluminación y equipos se trabajaron datos estándar por espacios, por lo cual deberán ser validados por el asesor de iluminación y asesor eléctrico.

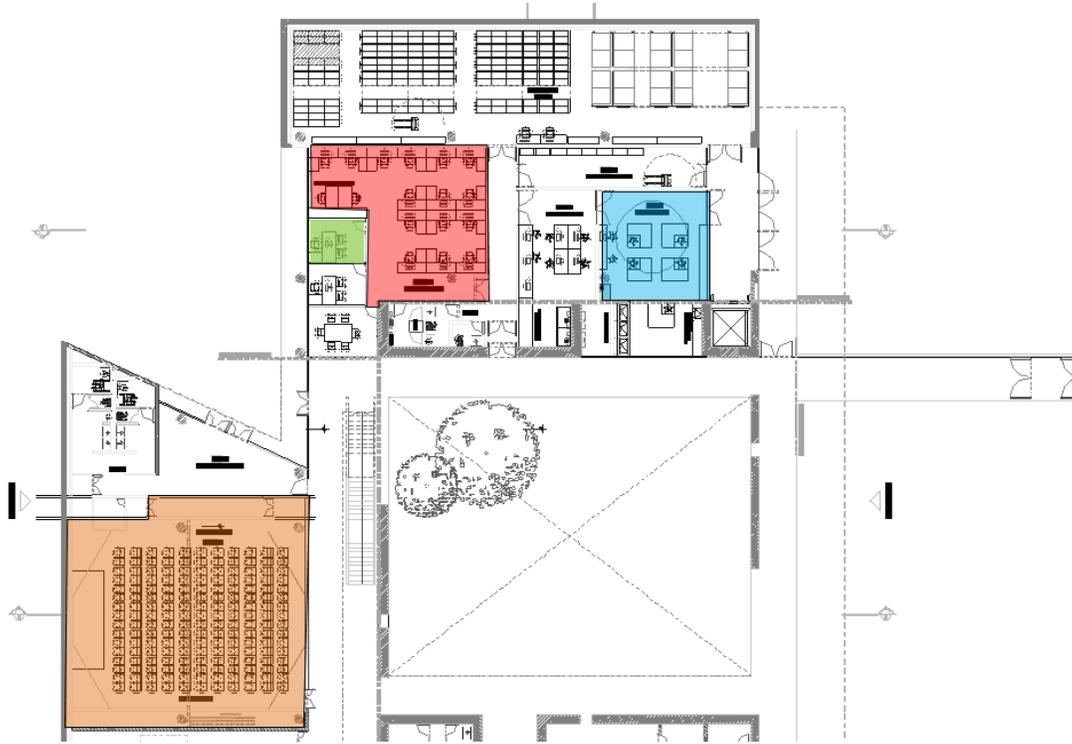
Con ayuda de un software especializado, simulamos las condiciones térmicas de los espacios antes mencionados en dos condiciones climáticas:

- **En Enero cuyas temperaturas oscilan entre 3.6°C y 22,8°C**
- **En Abril cuyas temperaturas oscilan entre 8.4°C y 19.7°C**

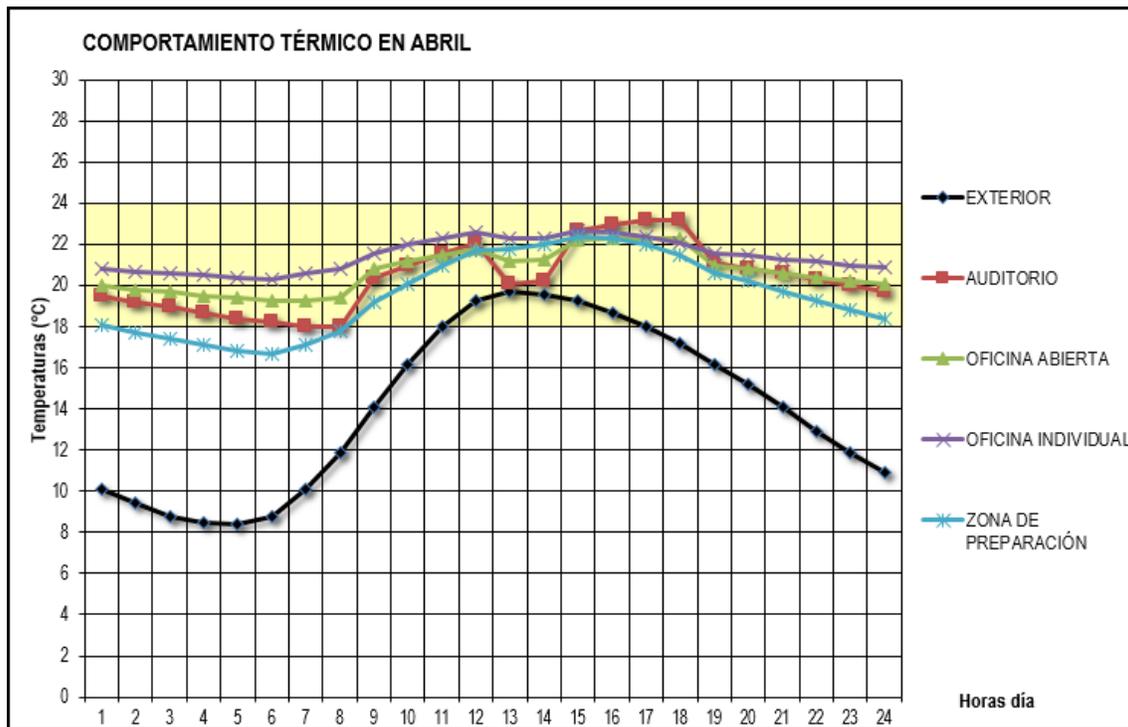
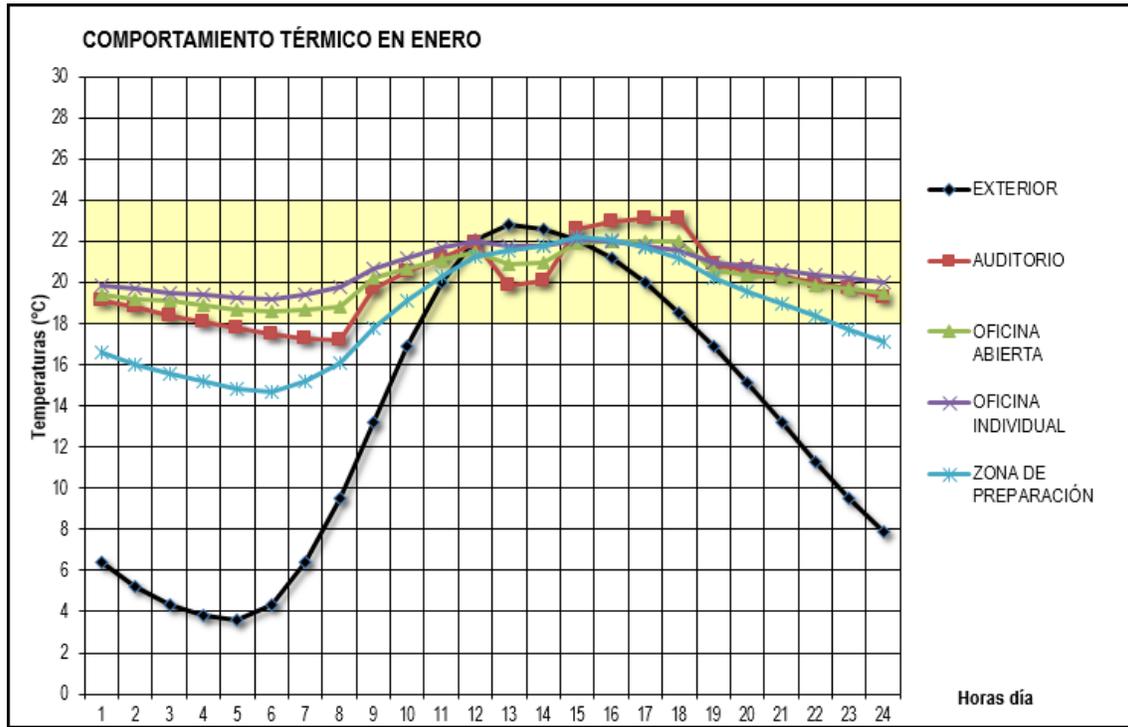
PARÁMETROS DE CÁLCULO

ESPACIO	VOLUMEN m ³	PERSONAS	WATS POR PERSONA	ILUMINACI ÓN w/m ²	CARGA DE EQUIPOS WATS	CAUDAL ASHRAE EN m ³ /h	CAUDAL DE INGRESAD O EN m ³ /h	CAUDAL DE INGRESAD O EN C/H
AUDITORIO	718	176	90	12	360	1702.5	1702.5	2.4
OFICINA ABIERTA	350	24	90	12	1440	313.6	700	2
OFICINA INDIVIDUAL	27.3	3	90	12	80	34.04	54.6	2
ZONA DE PREPARACIÓN	464	6	90	12	480	114.6	464	1

ZONAS SIMULADAS



6.1. RESULTADOS DE COMPORTAMIENTO TÉRMICO



La evolución de la temperatura al interior de los espacios se encuentra dentro del rango de confort térmico establecido. Para lograr las temperaturas deseadas es necesario aplicar las recomendaciones de protección solar y cumplir las áreas de ventilación requeridas por espacio.

Cordialmente



.....
JARF/JDGG/JBVB

Junio 27 de 2017