

**ELABORACIÓN DE DIAGNÓSTICOS, ESTUDIOS TÉCNICOS,
AJUSTES A DISEÑOS O DISEÑOS INTEGRALES, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN
FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS
DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – UBICADAS EN LOS DEPARTAMENTOS DE
CHOCO Y VALLE DEL CAUCA – GRUPO 02
Contrato No. PAF-JU02-G02DC-2015**

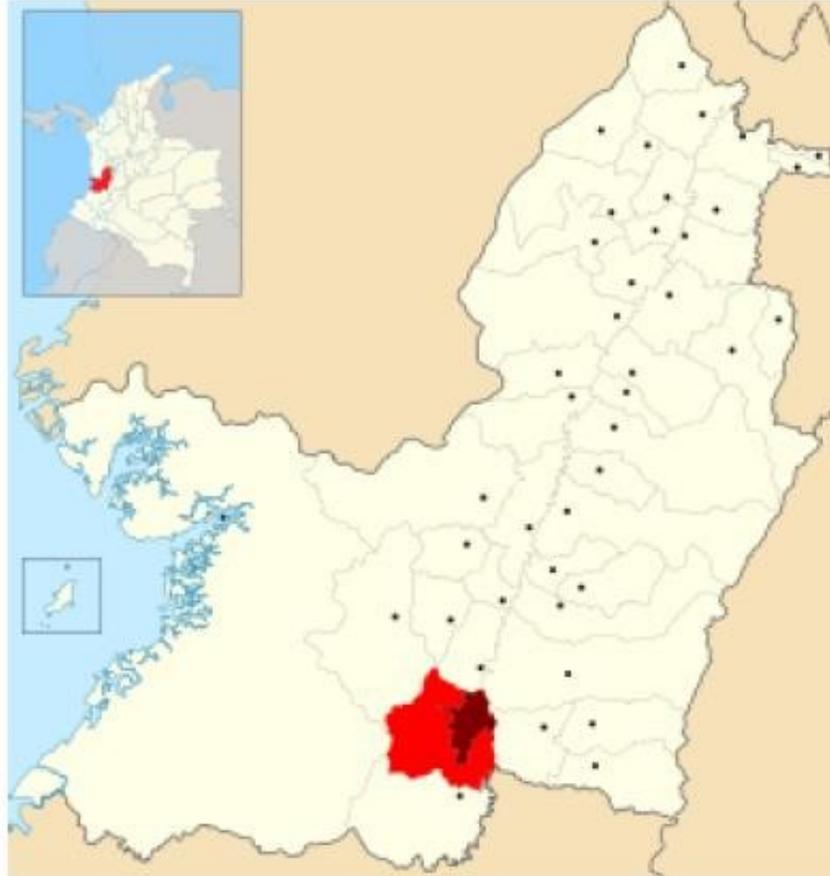


**INFORME BIOCLIMATICO
INSTITUCION EDUCATIVA
LA MERCED SEDE PRINCIPAL
CALI – VALLE DEL CAUCA**

**BOGOTÁ
2017**

1.DATOS CLIMATICOS DEL LUGAR – CALI VALLE DEL CAUCA

Localización de Santiago de Cali en Colombia



Ubicación de Cali en Valle del Cauca

- ✓ ALTITUD
Media 1018 m s. n. m.

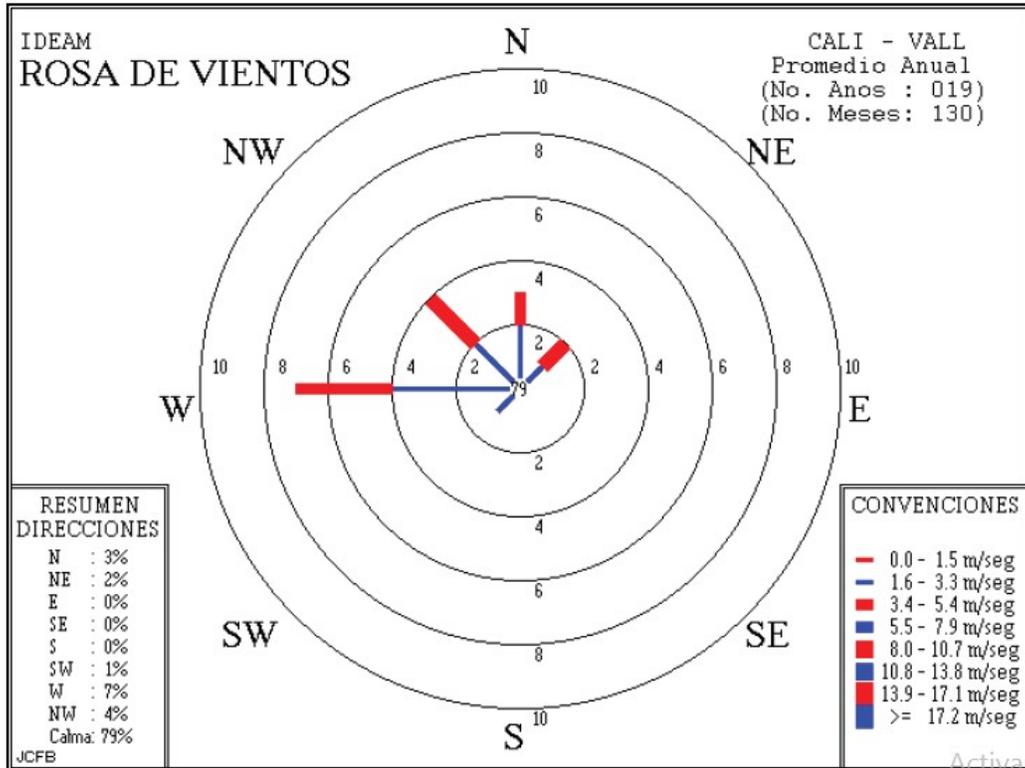
- ✓ HUMEDAD RELATIVA
Media 93%

- ✓ VIENTOS PREDOMINANTES DEL NOR- OESTE
Velocidad Media 5 – 13 Km/h

✓ EL CLIMA

Es de sabana tropical. La cordillera Occidental bloquea los frentes de aire húmedo provenientes del océano Pacífico aunque es notable que la brisa marina llega a la ciudad. La cordillera Occidental tiene 2.000 m de altitud promedio en el norte de la ciudad y alcanza los 4.000 m en el sur, esto hace que en la ciudad la región suroccidental sea más lluviosa que la noroccidental. En promedio la precipitación anual va desde los 900 mm en las zonas más secas hasta los 1.800 mm en las zonas más lluviosas, con 1.000 mm promedio sobre la mayor parte del área Metropolitana de Cali. La temperatura media es de 23.1 °C (73.6 °F) con un mínimo promedio de 15 °C (66 °F) y un máximo promedio de 32 °C (86 °F), con un máximo absoluto de 36 °C y mínimo absoluto de 13 °C. Las estaciones secas van de diciembre a febrero y de julio a agosto y la estación de lluvias de marzo a mayo y de septiembre a noviembre.

 Parámetros climáticos promedio de Cali  [ocultar]													
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	36.6	33.9	35.8	34.4	36.2	34.6	32.4	32.6	32.1	33.8	36.2	35.3	36.6
Temp. máx. media (°C)	31.1	31.1	30.0	28.0	28.5	30.5	31.9	33.0	30.5	28.0	28.5	31.0	31.65
Temp. media (°C)	23.9	23.9	24.2	23.8	23.6	23.8	23.9	24	23.8	23.2	23.2	23.4	23.1
Temp. mín. media (°C)	20.5	20.0	19	16.9	18.2	19.0	20.0	20.5	19.5	16.4	18.7	20.5	19.1
Temp. mín. abs. (°C)	16	15	17	14	16	14	15	16	15	14	15	17	11
Precipitación total (mm)	48.1	60.9	103.3	122.8	97.2	54.7	28.0	46.2	69.0	114.6	98.6	65.1	908.5
Días de precipitaciones (≥)	9	10	12	15	15	10	8	9	11	17	14	11	141
Horas de sol	183.0	155.8	166.5	139.0	147.1	153.1	189.9	175.1	157.4	151.1	153.8	170.1	1941.9
<i>Fuente: Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales²⁰</i>													

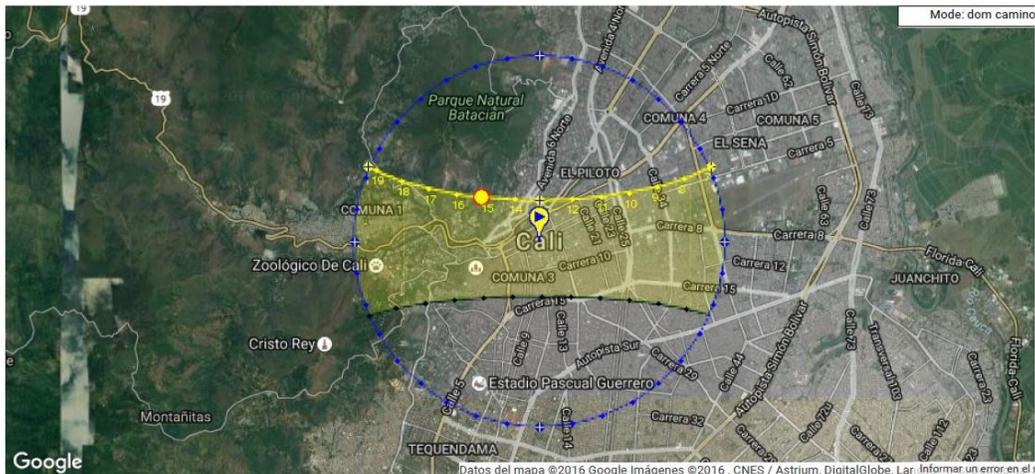


Fuente: Programa de Meteorología Aeronáutica del IDEAM

2. GRAFICOS DE TRAYECTORIA SOLAR PARA CALI – VALLE DEL CAUCA

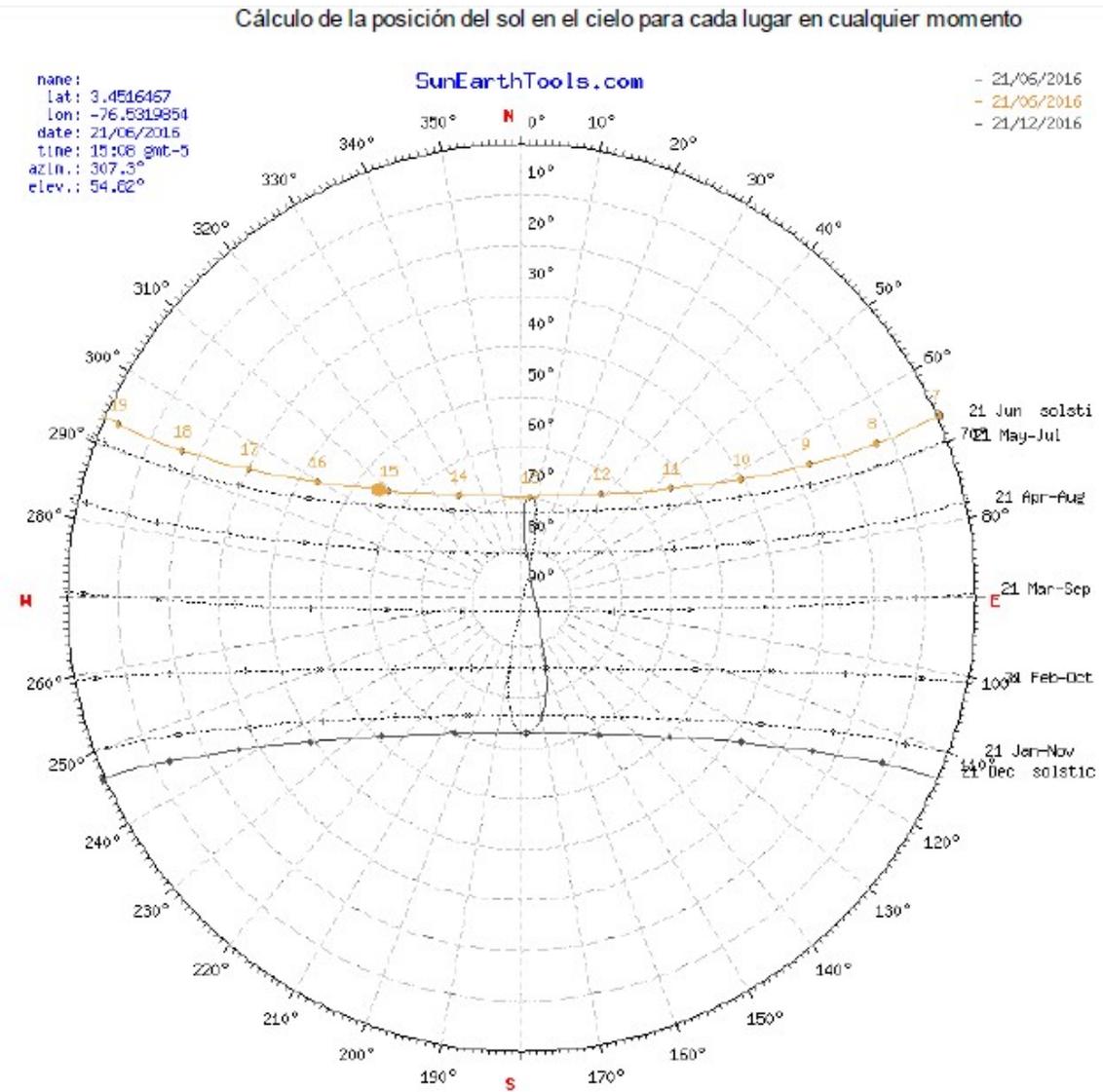
Se toma como referencia: las 15:08 Hrs el día 21 de Junio de 2016

Año mes día hora minutos
2016 06 21 15 08
Time
zona GMT5

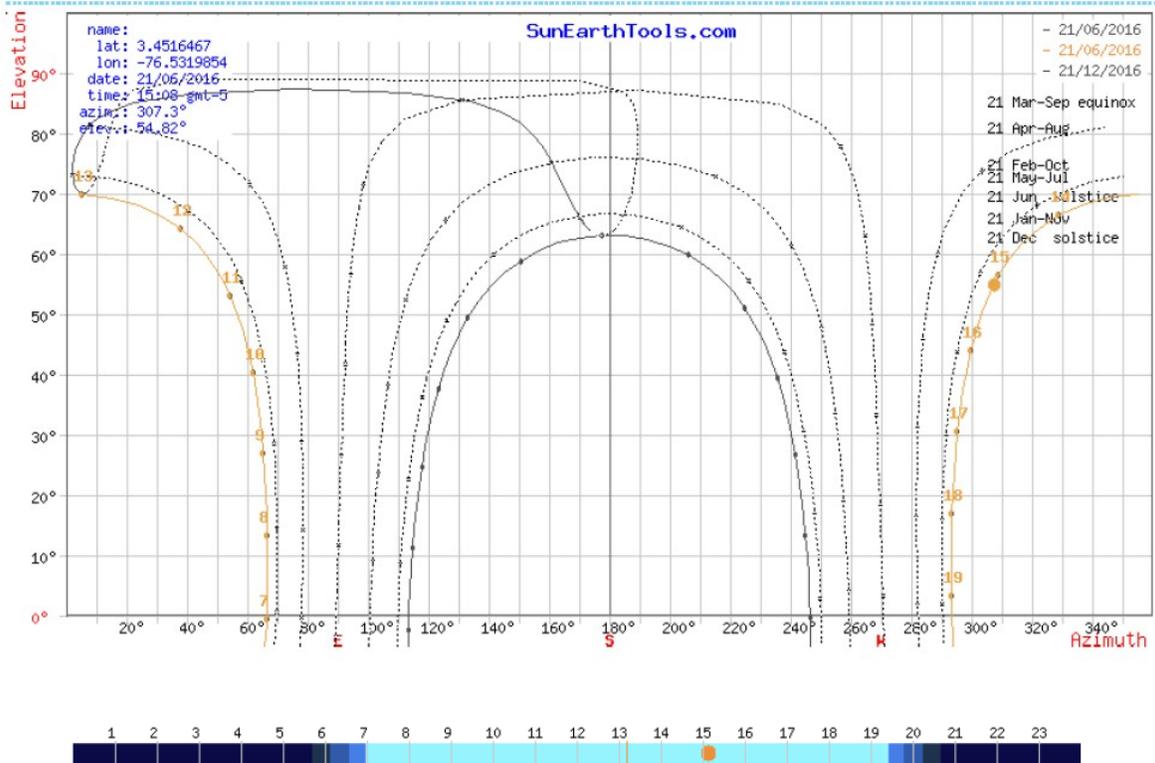


Construcciones RUBAU
Carrera 11B # 96 – 03 Oficina 504 | Pbx: +57(1) 755925 - 7550979 | Bogotá D.C.- Colombia

CARTA SOLAR PARA LA CIUDAD DE CALI



CARTA CILINDRICA SOLAR PARA LA CIUDAD DE CALI



Fecha:	21/06/2016 GMT-5	
coordinar:	3.4516467, -76.5319854	
ubicación:	Cali, Valle del Cauca, Colombia	
hora	Elevación	Azimut
06:58:23	-0.833°	66.46°
7:00:00	-0.47°	66.49°
8:00:00	13.28°	66.72°
9:00:00	26.98°	65.39°
10:00:00	40.42°	61.84°
11:00:00	53.17°	54.25°
12:00:00	64.11°	37.97°
13:00:00	69.92°	5.41°
14:00:00	66.41°	329.02°
15:00:00	56.39°	308.98°
16:00:00	43.95°	299.69°
17:00:00	30.64°	295.3°
18:00:00	16.99°	293.46°
19:00:00	3.24°	293.31°
19:17:47	-0.833°	293.54°

DIAGRAMA DE OLGYAY

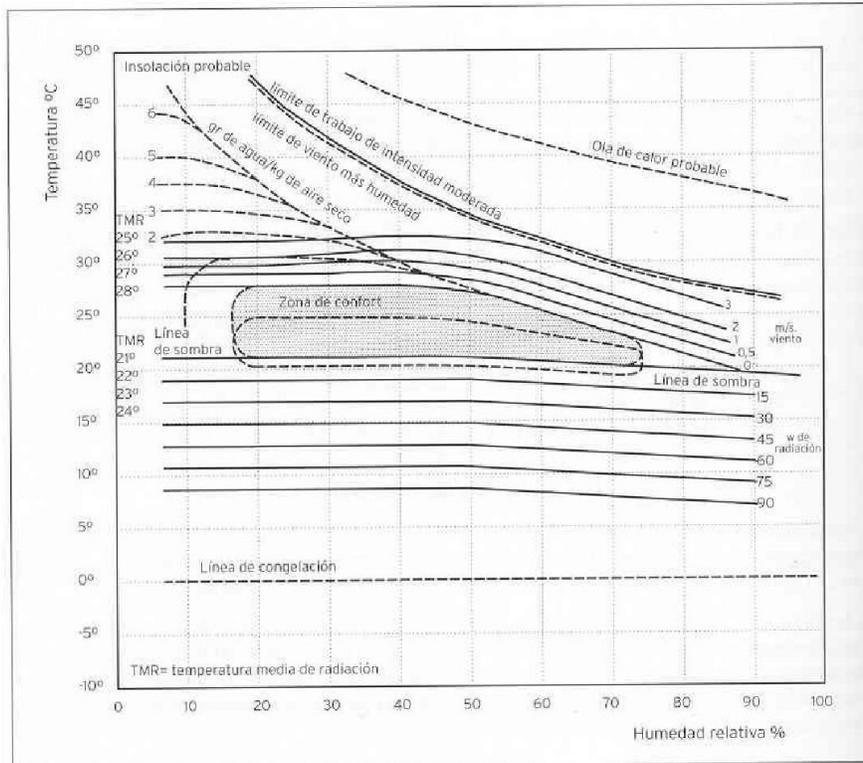
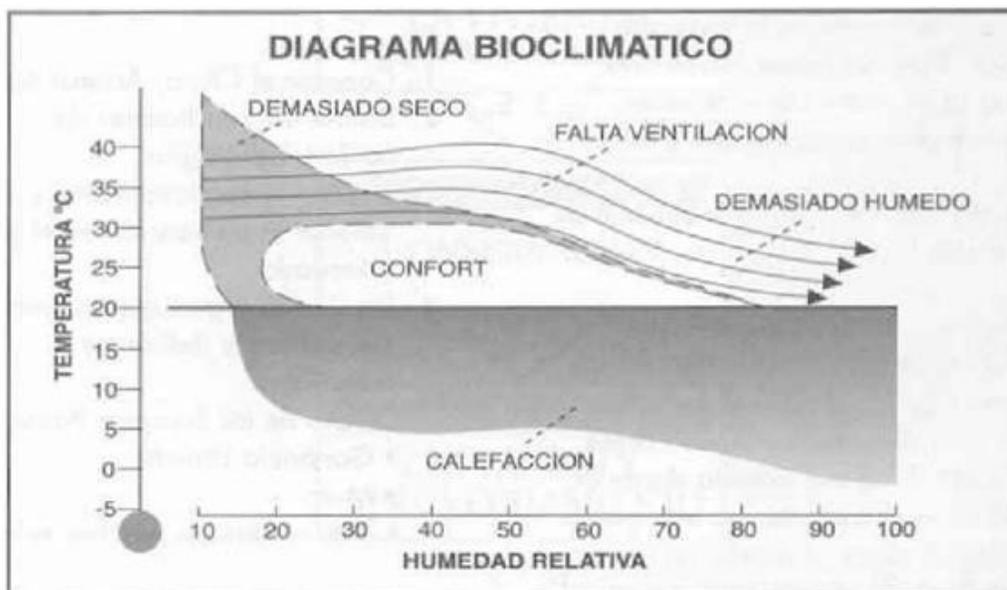


DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO



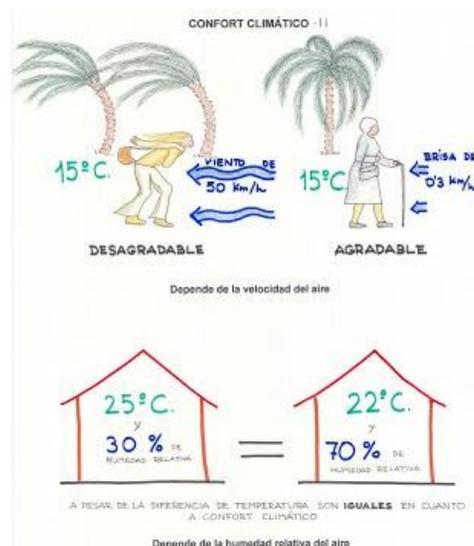
3. ESTRATEGIAS DE CLIMATIZACIÓN NATURAL CLIMA CÁLIDO

De acuerdo con el análisis de los datos obtenidos en los estudios realizados y los datos climatológicos obtenidos en los numerales 1 y 2 del presente documento, podemos resumir que nos encontramos con un clima cálido – húmedo, con velocidad del viento entre los 5 Km/h y 13 Km/h provenientes del Nor-Oeste, que de acuerdo con el azimut y la elevación del sol, podemos establecer las estrategias pasivas para el análisis del entorno, diseño arquitectónico e implementación de materiales constructivos en el edificio.

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 Km², 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, de acuerdo a lo anterior las estrategias deben estar enfocadas hacia:

- ✓ Maximizar la ventilación natural utilizando estrategias como implantación, una adecuada y el aprovechamiento de los vientos y corrientes de aire
- ✓ Evitar la radiación solar directa
- ✓ Controlar el paso rápido de calor
- ✓ Evitar el efecto invernadero

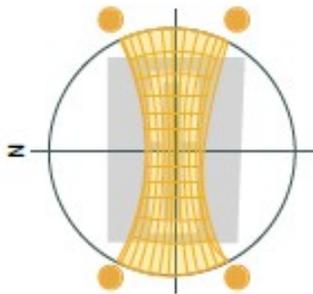
En el caso de climas cálidos las condiciones exigidas por los estándares internacionales (ASHRAE 55 2010) indican que la construcción debe mantenerse al interior entre 21 °C Y 26°C, y una humedad relativa entre 30% y 70%, con el fin de lograr un confort térmico aceptable.



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.

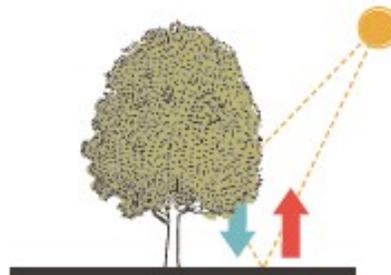
La tendencia actual es ajustar bajo condiciones cálido-húmedas el límite superior de aceptabilidad hasta 30°C en espacios ventilados naturalmente (diseño bioclimático óptimo).

IMPLANTACIÓN EN CALI - CLIMA CÁLIDO



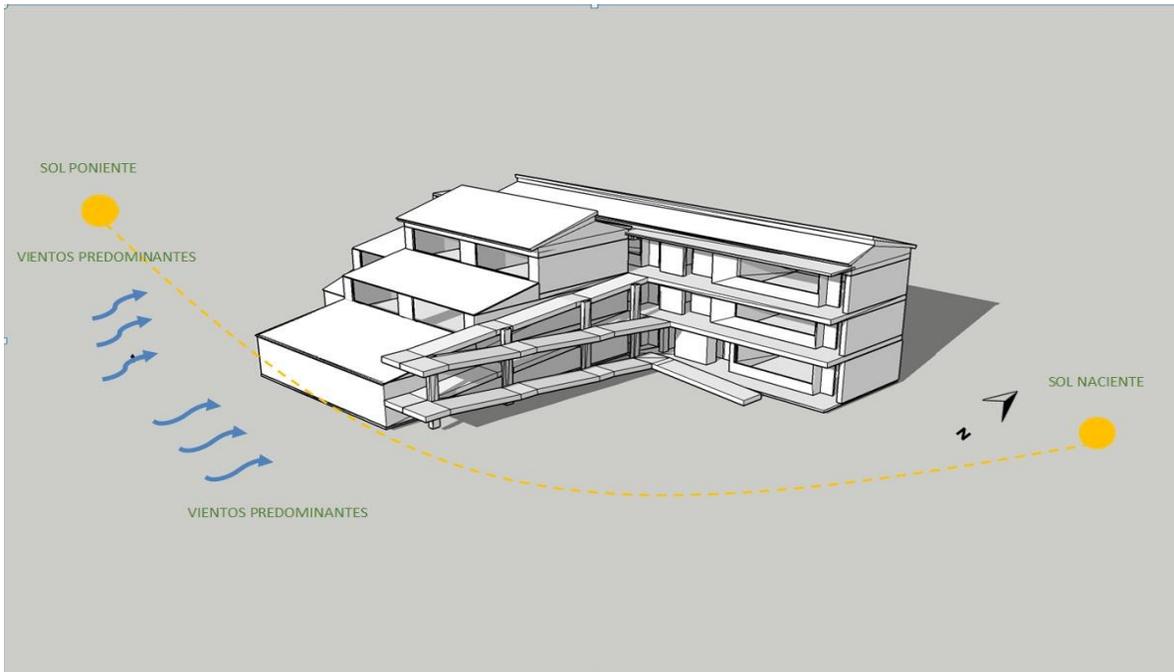
- Control solar enfocado a evitar sobre iluminación y ganancia térmica.
- Fachadas más largas completamente protegidas de radiación solar directa con una implantación adecuada o en su defecto aleros de protección.
- Acabados de color claro.

- Aprovechar la vegetación para controlar incidencia solar, pero permitiendo el paso adecuado del viento.
- Cubiertas inclinadas para evitar radiación y manejo de lluvia.

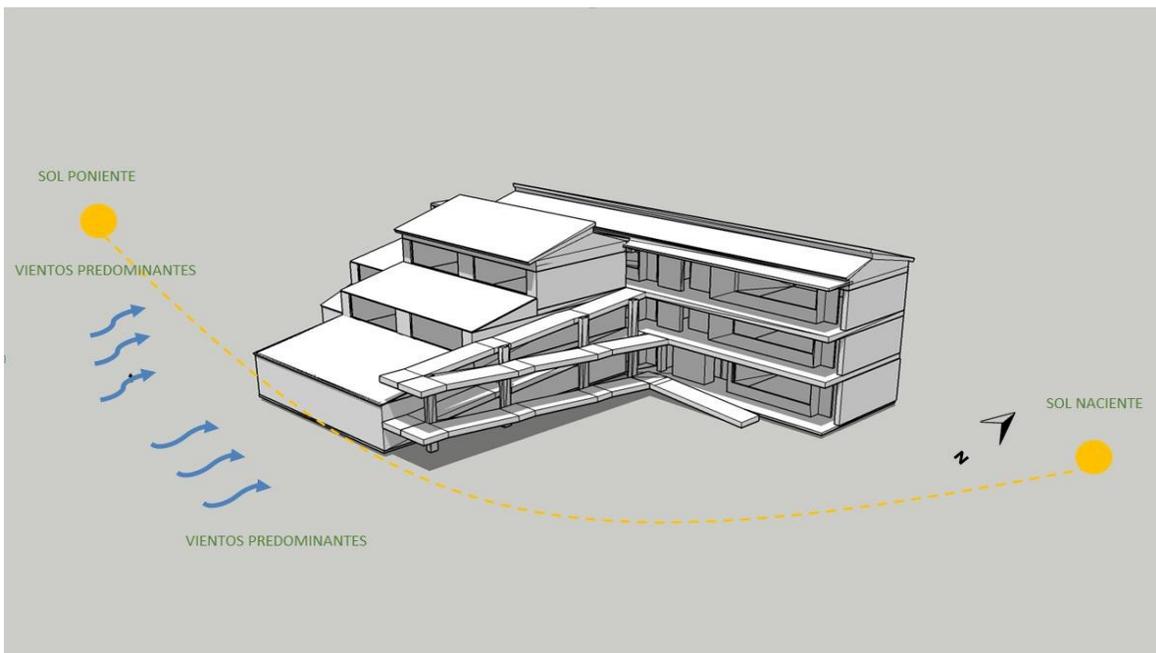


Fuente: Gráficos "Lineamientos de infraestructura educativa Colegios 10 Ministerio de Educación Nacional"

Incidencia solar 21/12/2016



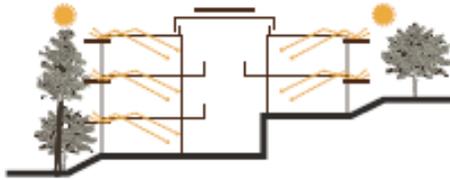
Incidencia solar 21/06/2016



RECOMENDACIONES:

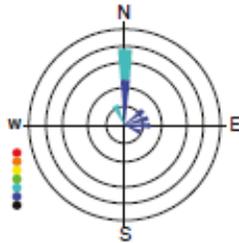
- Se debe aprovechar la vegetación para controlar la radiación solar, pero permitiendo el paso adecuado del viento, con el fin de generar ganancia de corrientes de aire al interior del predio.
- Se recomienda incluir rejillas en la fachadas externa e interna de cada aula con el fin de generar ventilación cruzada, aprovechando que el aire frío es más pesado e ingresa por las rejillas inferiores expulsando el aire caliente por las rejillas superiores
- Las cubiertas inclinadas evitan la radiación y manejo de lluvia, se recomienda utilizar cubiertas en colores claros y con aislamiento térmico, en el caso de cubiertas planas se recomienda utilizar como acabado pintura o revestimiento bituminoso, o también cubierta ajardinada.
- El control solar debe estar enfocado a obtener iluminación indirecta con una adecuada orientación eje NORTE – SUR y una correcta ganancia térmica
- Las fachadas más largas están completamente protegidas de radiación solar directa con una implantación adecuada aprovechando de acuerdo a la ubicación de Colombia en el hemisferio, obteniendo así la iluminación en lo posible desde la fachada Norte y en el caso de orientar las fachadas más largas en el sur, utilizar de ser posible aleros (horizontales) que generen sombra durante la trayectoria del sol en horas de la tarde desde las 14:00Hrs hasta las 19 Hrs.
- En el caso de las fachadas que por motivos de fuerza mayor sus ventanas se orienten hacia el Este o hacia el Oeste, éstas deberán contar con protección solar como corta-soles Verticales cuya abertura debe estar orientada buscando la luz indirecta del Norte, variando el ángulo de apertura entre 30° y 35°, también se pueden utilizar fachadas flotantes con materiales micro-perforados que permitan el ingreso de la luz controlada, dejando un espacio de mínimo 0.90m entre fachadas con el fin de generar una cámara de aire, que establezca la temperatura al interior del edificio y permita la recirculación constante del aire.
- Los acabados deben ser en colores claros que no retengan el calor y generen la menor transmitancia térmica al interior de las aulas y espacios complementarios, controlando la conductividad térmica de los materiales.

RECOMENDACIONES DE ILUMINACIÓN NATURAL

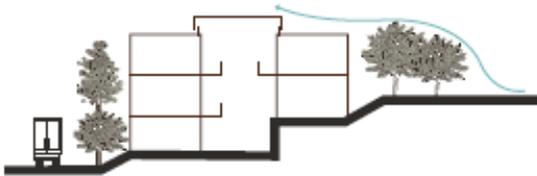


- Deflectores de iluminación natural, con acabados en colores reflectantes y de fácil limpieza.
- Cielo rasos blancos, pisos y paredes color claro.
- Ventanas en la fachada exterior e interior para evitar el efecto degrade de la iluminación natural.

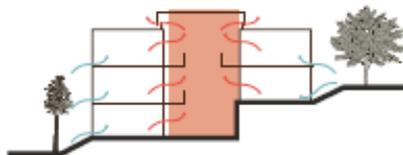
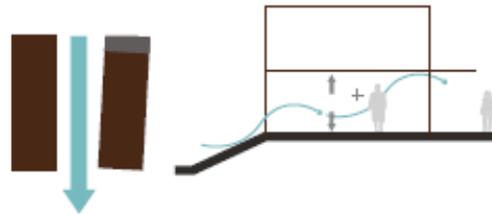
VENTILACIÓN NATURAL CLIMA CÁLIDO



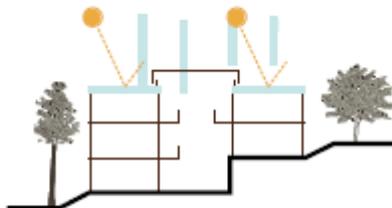
- Análisis del sitio, identificar dirección de vientos predominantes y posibles barreras naturales o artificiales que incidan en un cambio de dirección del viento a nivel microclimático.
- Analizar posibles fuentes de polvo u otros agentes que afecten la calidad del aire, y mitigarlos.



- Aprovechar vientos predominantes al máximo.
- Tipología dispersa o abierta para propiciar ventilación.
- Altura piso techo máxima proporción mínimo 1-2 altura hombre promedio, teniendo en cuenta la estratificación térmica.
- Ventilación por termosifón y combinada.



AISLAMIENTO TÉRMICO CLIMA CÁLIDO



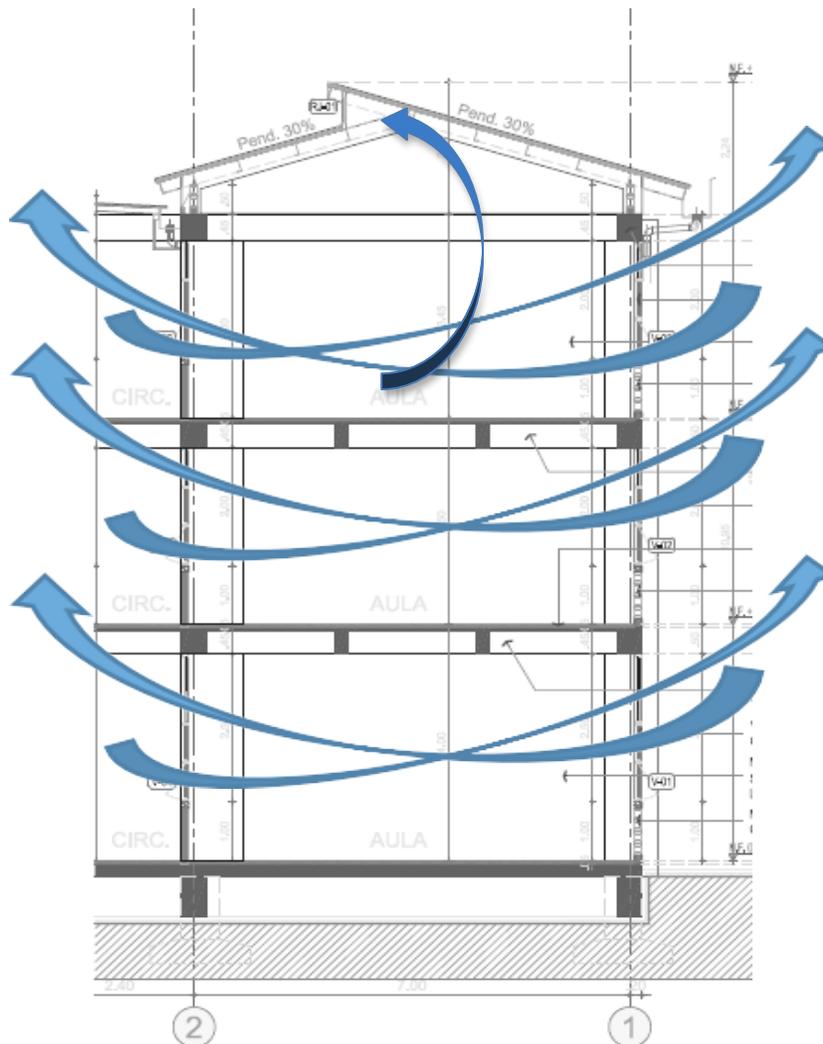
- Aislamiento térmico de alto desempeño para muros y paredes.
- Acabados materiales urbanismo color claro.
- Control de Inercia térmica con cerramientos ligeros y aislados. Cubierta aislada al máximo.

- Aislamiento térmico para cubiertas en lamina o en materiales de alta transmisión.
- Cubiertas en placa de concreto delgadas tipo steeldeck, tratamiento acabado reflectivo mas cámara de aire mas aislamiento térmico.

VENTILACIÓN NATURAL

De acuerdo con las recomendaciones realizadas al proyecto en el presente documento podemos concluir que el diseñador acogió las observaciones realizadas; incluyó dentro de las fachadas de los espacios proyectados rejillas superiores y ventanas con vasculante en la parte inferior, al igual que calados como antepecho, propiciando una ventilación natural, cuyo efecto genera que el aire fresco que es más pesado ingrese por la parte inferior de las aulas, manteniendo una temperatura inferior a la del exterior, y el aire caliente que es más liviano sea expulsado por la parte superior de los espacios, renovando constantemente el aire y generando un ahorro energético importante para la institución Educativa, manteniendo en confort térmico.

Las fachadas se encuentran orientadas correctamente (eje norte – sur) ya que esto contribuye a que los espacios no presenten aumento de la temperatura por radiación solar debido al ingreso directo del sol.



CONSTRUCCIONES RUBAU

Carrera 11B # 96 – 03 Oficina 504 | Pbx: +57(1) 755925 - 7550979 | Bogotá D.C.- Colombia

CONCLUSION

El presente documento es un compendio del trabajo realizado mancomunadamente entre el suscrito asesor y el diseñador arquitectónico del proyecto. El diseñador desde el principio planteo una orientación correcta NORTE – SUR la cual garantiza confort térmico y visual. Sin embargo, para contrarrestar los posibles efectos climáticos que pueden resultar de esta condición, se atendieron todas las observaciones y sugerencias expresadas durante el proceso, que se resumen en este listado:

- Plantear rejillas y muros calados en ambas fachadas arriba y abajo de los espacios para garantizar la renovación del aire y el reemplazo del aire frío por el caliente
- Utilizar cubiertas inclinadas en el piso alto con rejillas superiores para el correcto enfriamiento de los espacios ya que son los que reciben mayor radiación solar
- No son necesarios dispositivos de control solar (quebrasoles) en las ventanas orientadas al norte o al sur
- Plantear barreras de vegetación frente a las fachadas Norte y Sur para ganar sombra y mejorar la condición en los equinoccios solares. Dejando el espacio suficiente para no obstaculizar los vientos predominantes

Se concluye finalmente que con base en las modelaciones por computador hechas del proyecto utilizando todas estas estrategias de mitigación solar, el resultado es el cumplimiento a lo exigido en el ítem 8.3 de la NTC 4595 en cuanto a confort térmico



ARQUITECTO LEONARDO RODRIGUEZ TOVAR

MP: A25132007-79724288

MÁSTER EN ARQUITECTURA SOSTENIBLE Y EFICIENCIA ENERGÉTICA UNIVERSIDAD LA SALLE DE BARCELONA

ANALISIS PARA LA ESCOGENCIA DEL MATERIAL DE CUBIERTA 6 INSTITUCIONES EDUCATIVAS EN VALLE DEL CAUCA Y CHOCO CONTRATO PAF JU02 G02DC 2015 – GRUPO 2

1. CONCEPTOS BASICOS

El balance térmico de la edificación depende de la relación entre las ganancias y las pérdidas de calor a través de los materiales envolventes del espacio. Las ganancias pasivas se refieren a la transmisión de calor exterior generado en su gran mayoría por radiación solar, al interior del espacio por los materiales envolventes. Las pérdidas se refieren a la disminución de temperatura interior mediante estrategias de ventilación cruzada, correcta orientación y en caso de no tenerla, protección de la incidencia de la radiación mediante dispositivos de control solar. Estas estrategias están detalladas en los Informes de Recomendaciones Bioclimáticas que se desarrollaron para los proyectos y se encuentran incorporadas en el Diseño Arquitectónico de los mismos.

En este caso particular nos vamos a enfocar en la escogencia de la teja analizando las dos opciones que permiten las Recomendaciones Mínimas de Construcción que hacen parte del presente contrato, las condiciones de temperatura de los proyectos y las características técnicas de varios productos que se encuentran en el mercado.

2. ZONA CLIMATICA Y TEMPERATURA MEDIA DE LOS PROYECTOS

La gran mayoría de los proyectos se encuentran en zona climática templada y solo uno se encuentra en zona cálida a nivel del mar pero beneficiado en brisa por su proximidad al mismo. A continuación veremos una tabla donde se indica este hecho.

Institucion	Ubicación	Altura	Temperatura Media	Zona climatica
La Merced	Cali/ Valle del Cauca	1018 msn	25,1º	Templada
Maria Inmaculada	Jamundi / Valle del Cauca	1005 msn	23,5º	Templada
Mercedes Abrego	Jamundi / Valle del Cauca	1005 msn	23,5º	Templada
Sixto Maria Rojas	Jamundi / Valle del Cauca	1005 msn	23,5º	Templada
Julio Cesar Arce	Palmira / valle del Cauca	1001 msn	23,8º	Templada
Ecoturistica Litoral Pacifico	Nuqui / Choco	2 msn	26,2º	Calida *

* Beneficiada climaticamente por la proximidad a la brisa del mar

3. CONDUCTIVIDAD Y AISLAMIENTO TERMICO

La Conductividad Térmica es un concepto físico definido como el flujo de **CALOR** que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperaturas entre dos ambientes separados por dicho elemento. Por lo tanto, su unidad en el Sistema Métrico Decimal es $W/(m^2 \cdot K)$, Watt por metro cuadrado por Kelvin.

Esta característica de los materiales lo que muestra es que tan buen aislante térmico es el mismo. El aislante ideal tendría un valor $U = 0 W/(m^2 \cdot K)$, es decir no se transmite calor. A continuación podemos ver una tabla con los valores de Conductividad Térmica para algunos de los materiales mas comunes en la construcción.

MATERIAL	CONDUCTIVIDAD TERMICA $U = W/MK$
Metales	35 (Plomo) 381 (Cobre)
Hormigon	1,156
Agua	0,6 (liquido) 2,50 Hielo
Mortero de Cemento	0,35
Ladrillo Macizo	0,72
Bloque de Concreto Hueco	0,35
Ladrillo Hueco	0,49
Madera	0,10
Vidrio	5,7
Aislantes	0,00 - 0,1
Aire	0,026

Se hace énfasis en el rango materiales aislantes ya que son los que garantizan que no hay transmisión de energía a través de ellos y por consiguiente calentamiento. Teniendo en cuenta que las temperaturas medias de los lugares donde se implantan los proyectos son muy similares a las establecidas en el Informe de Recomendaciones Bioclimáticas como máximas para el confort climático interior ($23,5^{\circ}C$), se debe escoger una teja que preferiblemente esté en el rango de los aislantes térmicos o si no hay ninguna que cumpla, escoger la que esté mas cerca del mismo.

4. ANALISIS DE TEJAS ESPECIFICADAS EN LAS RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION

El documento de Recomendaciones Mínimas de Construcción que hace parte del contrato, en su numeral 16.10 – Cubierta, da las siguientes opciones para escogencia de la teja a especificar y colocar:

“16.10.1 Cubierta metálica tipo Sandwich

Suministro y montaje de cubierta tipo Sándwich Deck tipo Hunter Douglas o similar, en aluzinc cal 26, compuesta por dos elementos metálicos pre pintados, uno superior o cubierta color azul y uno inferior o bandeja microperforada color blanco, separado por una lámina intermedia de material aislante de poliuretano con densidad 50 kg/m³, 30 mm de espesor. Pintura poliéster horneable de 22 micras.”

“16.10.2. Cubierta en teja termo acústica en fibra de carbono UPVC

Suministro e instalación de tejas en fibra de carbono UPVC (policloruro de vinilo no plastificado) con protección UV por ambas caras, y repeledores de calor, perfil trapezoidal, con espesor mínimo de 3 mm.”

Como se puede ver ambas opciones son tejas **TERMOACUSTICAS** con 30 mm de espesor las cuales constan de caras interior y exterior y material de aislamiento. Esto quiere decir que tienen mas de una capa incrementando sus propiedades aislantes térmicas.

Se hizo investigación de proveedores de estos materiales en el país, solicitándoles sus fichas técnicas para conocer las propiedades de Aislamiento y Conductividad Térmica de sus productos. A continuación se adjunta cuadro comparativo y anexo al presente documento todas las fichas técnicas de los mismos:

TEJA	TIPO Y MATERIAL *	PROVEEDOR	CONDUCTIVIDAD TERMICA *
Ecoroof	Recubrimiento en UPVC y alma en PVC espumado	Arkos	0,0643
Termoroof	Dos capas superficiales de UPVC y alma en fibra de carton	Manoplas	0,0643
Trapezoidal	Dos caras PVC rígido y camara de aire interior	Azembra	2,7
UPVC	Dos Caras de UPVC y alma en Fibra de Carbono	ICTrading	0,31
Sandwich Deck	Dos Caras de Aluzinc y Alma de Poliuretano	Hunter-Douglas	0,0145
TechMet Dry	Cara Exterior en TPO, Cara Interior en Lamina de Acero Galvanizada y Alma En Poliuretano expandido	Metecno	0,51

 Referencias en el Rango de Conductividad termica para Aislantes Termicos

* Datos entregados por los Proveedores en Fichas Tecnicas

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La temperatura interior de los espacios es consecuencia de varios aspectos, los cuales han sido desarrollados en los Informes de Recomendaciones Bioclimáticas (Orientación, Vientos, Aperturas y Renovaciones, Vegetación, Materiales, Dispositivos de Control Solar, etc.) Los proyectos han acogido todas estas recomendaciones y como consecuencia de ello presentan un nivel de confort climático muy alto.

- El desarrollo de la cubierta ha sido estudiado para generar un espacio alto con una rejilla para renovación de aire caliente interior, lo que conjuntamente con la escogencia de un material adecuado debe garantizar la reducción de los efectos de transmisión de calor por radiación solar.
- El material a escoger para la cubierta debe estar en lo posible en el rango de Conductividad térmica para Materiales Aislantes, y debe ser pintado de colores claros para evitar la absorción de radiación.
- Las dos especificaciones de teja que están señaladas en las Recomendaciones Mínimas de Construcción son adecuadas para mantener confort térmico en estos proyectos
- Son viables cualquiera de los productos que cumplan con las condiciones anteriormente mencionadas. Se deja a criterio del contratista el análisis económico de las opciones viables

**ARQUITECTO LEONARDO RODRIGUEZ TOVAR****MP: A25132007-79724288**

MÁSTER EN ARQUITECTURA SOSTENIBLE Y EFICIENCIA ENERGETICA UNIVERSIDAD LA SALLE DE BARCELONA