

**DIAGNOSTICO DEL FUNCIONAMIENTO BIOCLIMATICO DEL EDIFICIO
INSIGNIA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE
COLOMBIA SEDE BOGOTA DISEÑADA POR LOS ARQUITECTOS: LEOPOLDO
ROTHER Y BRUNO VIOLI**

ELABORADO POR:
NORMA BARRETO PERDOMO

Trabajo Integrador Final para optar por el título de
Especialista en Arquitectura y Hábitat Sustentable

Presentado a
Doctorado JORGE DANIEL CZAJSKOWSKI

ESPECIALIZACION DE ARQUITECTURA Y HABITAT SUSTENTABLE
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
LA PLATA - BUENOS AIRES, ARGENTINA
2016

Agradecimientos

“Cuando la gratitud es tan absoluta las palabras sobran”

Álvaro Mutis.

Al Arq. Jorge Daniel Czajkowski y Arq. Analía Gómez, abanderados de la bioclimática y arquitectura sustentable en Latinoamérica, un honor haber estado entre sus alumnos.

Mis compañeros de la primera cohorte de la Especialización de Arquitectura y Hábitat Sustentable, todos con la misma sed de aprender, fue maravilloso pasar este tiempo con ustedes.

A mi compañera Olga Lucia, por ser parte de este equipo de estudio

Admirado arquitecto Jorge Ramírez Fonseca, nuestro asesor de quien hemos aprendido tanto

y ha sido una ayuda invaluable en el desarrollo de este documento.

Universidad Nacional de Colombia, facultad de Ingeniería, Planta física por su colaboración y

por ser facilitadores en este proceso.

Mi familia que siempre ha estado ahí.

Prologo

La destacada obra arquitectónica y educativa de Leopoldo Rother tiene su máxima representación en el Campus de la Universidad nacional de Colombia en la sede Bogotá, su legado edilicio a menudo es ejemplo buena construcción y diseño siendo muy acertadas las disposiciones espaciales que se enriquecen cuando factores externos como el sol y el viento interactúan y se vuelven protagónicos en la percepción y sensación que se tiene de estos lugares.

Tal es el caso del edificio Insignia de la Faculta de Ingeniera 401, que después de 70 años fue sometido a una remodelación , de las cosas que dejó ver fueron las ventajas del diseño y orientación.

De un modo muy coloquial y hasta “inocente” si se quiere llamar el arquitecto fue durante sus años de docencia un precursor de la idea de leer el entorno y usarlo en los diseños, mediante fichas dibujadas a mano con recomendaciones de orientación, trayectorias solares, detalles de ergonomía, y jerarquización de espacios hacía las veces de juglar del pensamiento bioclimático, eso precisamente es lo que llama la atención en la arquitectura de Rother , sus edificios son una oda al entendimiento del entorno y las condiciones naturales en la que están.

La idea central es mostrar de una forma objetiva los principios que tanto promulgó y dió a conocer entre sus alumnos y conocidos, evaluarlos bajo la lupa de la contemporaneidad legislativa, tecnológica y bioclimática, saber si están vigentes y rescatarlos de ser necesario para poder implementar algunos de ellos o recordarlos como parte de los fundamentos de climatización pasiva, capaz de cumplir con las calidades exigidas hoy en día.

Gran herencia la dejada por Rother.

Tabla de contenido

1.1	Historia De Los Inicios De La Arquitectura De Leopoldo Rother En Colombia	1
1.2	Influencia De Leopoldo Rother En La Arquitectura Colombiana	5
1.3	Bioclimática Según El Arquitecto Leopoldo Rother	11
1.4	Tratado De Diseño Arquitectónico.....	12
1.4.1	Fundamentos y Gráficos Descriptivos.....	12
1.4.1.1	Funcionamiento:	12
1.4.1.2	Análisis de las actividades del usuario:	13
1.4.1.3	Orientación de las habitaciones:.....	13
1.4.1.4	Asoleamiento:	15
1.4.1.5	Ventilación:	16
1.4.1.6	Protección por asolación:.....	17
1.5	Marco Normativo Local.....	20
2.1	Análisis de los Parámetros Bioclimáticos Establecidos en el Edificio, Insignia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional De Colombia.....	22
2.2.1	Justificación.....	22
2.2.2	Marco Conceptual.....	23
2.1.2.1	Confort Térmico	23
2.1.2.2	Confort Lumínico.....	24
2.1.2.3	Calidad de Aire	25
2.1.2.4	Variación espacial y temporal de la concentración del CO ₂	25
2.2.3	Condiciones Climáticas De Colombia	27
2.1.3.1	Circulación General De La Atmósfera En Colombia	27
2.1.3.2	Vientos Alisios	29
2.1.3.3	Condiciones Climáticas De Bogotá.....	30
•	Localización	30
2.1.3.4	Variabilidad climática de Bogotá D.C.....	31
•	Análisis Espacial	31
2.1.3.5	Temperatura	33
2.1.3.6	Humedad Relativa.....	34
2.1.3.7	Brillo Solar	34
2.1.3.8	Precipitación	35

2.1.3.9	Velocidad del Viento	36
2.1.3.10	Distribución Espacio Temporal De La Dirección Del Viento.....	39
2.2	Descripción Física | Del Edificio	41
2.4.11	Tecnología Constructiva.....	45
2.4.12	Características Termofísicas.....	45
2.3	Transmitancia Térmica.....	48
2.4.13	Calculo de la Condensación Superficial e Intersticial de la Envolvente	50
2.4.14	Humedad causada por condensación.....	51
2.4	Criterios De Diseño	53
2.4.1	Comportamiento de la trayectoria solar en el edificio	53
2.4.1.1	Diagrama Solar Bogotá.....	53
2.4.1.2	Heliodon Numérico	54
2.4.2	Comportamiento de la ventilación natural en el edificio	55
2.4.2.1	Ventilación Natural En La Sala de Estudio A	56
2.4.2.2	Ventilación Natural Salón de Clases 105.....	57
2.4.2.3	Ventilación Natural Aula Insignia.....	58
2.5	Criterios de Medición.....	59
2.5.1	Localización de los Espacios Medidos en el Edificio	60
2.5.2	Parametros Bioclimaticos Norma Internacional: Confort Térmico: Temperatura, Humedad Relativa	61
2.5.2.1	Climograma Higrotermico de Givoni.....	61
2.5.2.2	Nomograma Higrotermico de Olgyay	63
2.5.2.3	Psicograma de Givoni para la Facultad de Ingeniería.....	67
2.5.2.4	Condiciones de Confort Según PMV (Predicted Mean Vote Iso 7730-1993).....	68
2.5.2.5	Aplicación del método Fanger en la Facultad de Ingeniería	69
2.5.2.5.1	Calculo de PMV y PPD para la Salón de Clases 105 con Ventanas Abiertas	72
2.5.2.5.2	Calculo de PMV y PPD para la Salón de Clase 105 con Ventanas Cerradas.....	73
2.5.2.5.3	Calculo de PMV y PPD para la Sala Insignia con Ventanas Abiertas	74
2.5.2.5.4	Calculo de PMV y PPD para Salón de Estudio A con Ventanas Abiertas.....	75
2.5.2.5.5	Calculo de PMV y PPD para Salón de Estudio A con Ventanas Cerradas.....	76
2.5.2.6	Resultados toma de muestra de Temperatura, Humedad Relativa y Punto de Rocío Data Logger.	77

2.5.3	Confort Lumínico: Rango De Luxes Exigidos	82
2.5.3.1	Diseños Y Cálculos De Iluminación Interior.....	82
2.5.3.2	Niveles de iluminación o iluminancias y distribución de luminancias.	82
2.5.3.3	Coeficiente de luz diurna (CLD).....	83
2.5.3.4	Resultados toma de muestras iluminación facultad de ingeniería edificio 401.	85
2.5.3.5	Modelación del nivel de la distribución de iluminación Interior Diurna.	89
2.5.4	Calidad De Aire: Caudal Mínimo De Ventilación.....	92
2.5.4.1	ASHRAE 62.1 de 2007.....	92
2.5.4.2	Resultados de los Caudales de Aire en m3h	93
3.1	Demostración De Los Conceptos Bioclimáticos.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

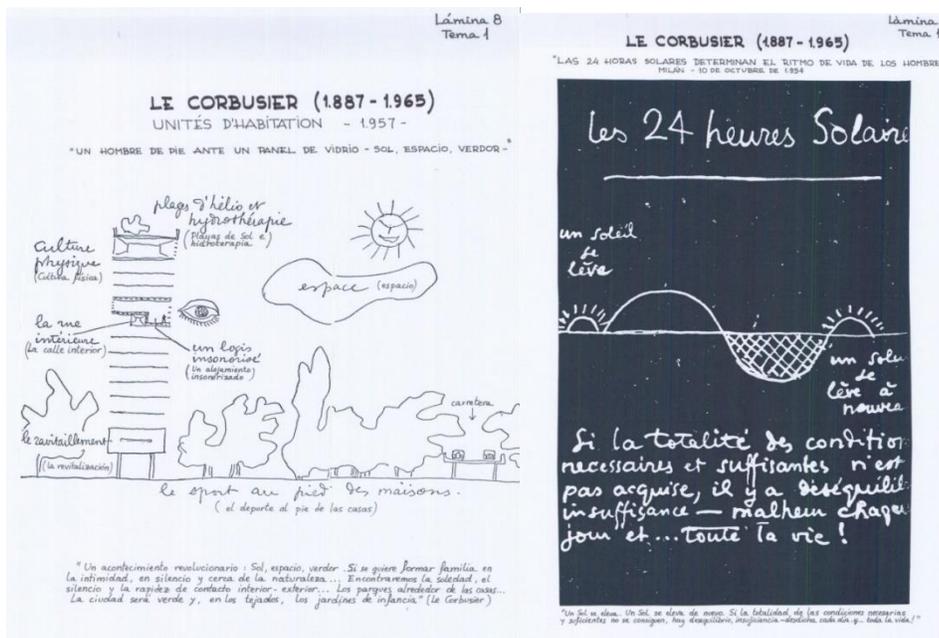
Tabla 1:	.....	12
Tabla 2:	.....	13
Tabla 3:	.....	37
Tabla 4:	.....	69
Tabla 5:	.....	70
Tabla 6:	.....	71
Tabla 7:	.....	77
Tabla 8:	.....	79
Tabla 9:	.....	80
Tabla 10:	.....	83
Tabla 11:	.....	84
Tabla 12:	.....	86
Tabla 13:	.....	87
Tabla 14:	.....	88
Tabla 15:	.....	93
Tabla 16:	.....	94
Tabla 17:	.....	95

Introducción

“La medicina es necesaria al arquitecto para conocer cuáles son los aspectos del cielo, que los griegos llaman (clima) las condiciones del aire en cada lugar; que parajes son nocivos, cuáles saludables, y qué propiedades tienen sus aguas, porque sin el conocimiento de estas circunstancias no es posible construir edificios sanos” [Vitruvio, 1955].

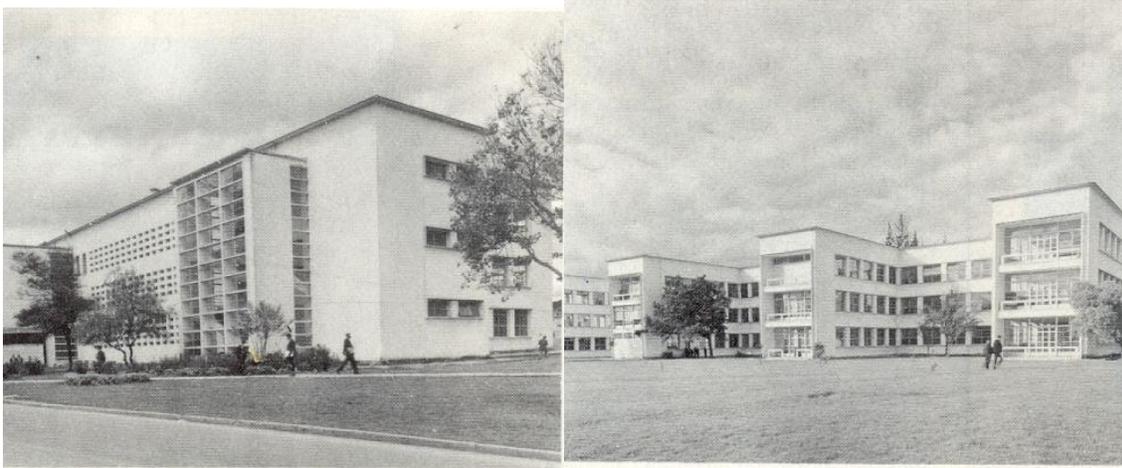
Desde que se empezó a tener la visión de un lugar de resguardo que prestara abrigo y protección frente a las condiciones del ambiente en el que estaba, se ha buscado el mejoramiento del confort para quienes lo habitan, es decir, la arquitectura ambientalmente consiente y sabiamente concebida no es algo nuevo, ni acabado de inventar, de hecho muchas de las tecnologías constructivas que tenemos ahora han sido una evolución que mediante pruebas y errores cometidos se han ido perfeccionando para ofrecernos mayores ventajas a la hora de protegernos del clima.

Arquitectos cuyas obras han sido destacadas por sus calidades de confort han sido estudiosos del tema, ese es el caso de Frank Lloyd Wright, Le Corbusier, entre otros.



En el caso de Colombia tenemos también grandes arquitectos que representan esta forma de pensamiento, Leopoldo Rother, hizo parte de una generación entera de arquitectos extranjeros que luchó por modernizar la ciudad de Bogotá, inicialmente con el diseño urbanístico del Campus de la Universidad Nacional y posteriormente con los diseños de muchos de los edificios emblemáticos que aún se conservan siendo verdaderas joyas arquitectónicas no solo de Bogotá sino de Colombia.

Rother junto con Bruno Violi otro arquitecto italiano con quien tuvo una estrecha relación profesional diseñaron el edificio Insignia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional, destacado por sus excelente aprovechamiento de la luz natural para brindar niveles de confort lumínico adecuados, orientado de manera magistral para aprovechar la incidencia de los vientos, con formas muy simples pero generando espacios que favorecen la función para la que fue diseñado.



Ciudad Universitaria, Bogotá. Edificio de Ingeniería. Leopoldo Rother. Fuente

<http://bit.ly/OrunuI>. <http://www.a57.org/articulos/cronica/Natalicio-Leopoldo-Rother>

En el año 2014 fue remodelado después de más de 70 años para hacer una “actualización” tecnológica, reforzamiento estructural, pero la esencia del edificio no fue modificada gracias a su concepción inicial tan brillantemente lograda.

Metodología

El diagnóstico del funcionamiento bioclimático de la Facultad de Ingeniería Edificio Insignia Julio Garavito Armero, de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, se desarrollara en tres fases de investigación.

La fase 1. Denominada fase **Argumentativa**, describe los sucesos que dieron origen a los inicios de la arquitectura moderna a principios de los años 30's, en Colombia y destaca la influencia del arquitecto Leopoldo Rother en la formación profesional de los primeros egresados de la facultad de Arquitectura del país.

La fase 2. Denominada fase **Diagnostico**, analiza el comportamiento bioclimático de La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. Construida en 1940 con el nombre de facultad de Matemáticas e Ingeniería. En esta fase se estudian los criterios de diseño y construcción con los cuales fue concebido el edificio en su momento y se evalúan a partir de mediciones numérica in situ el comportamiento de tres variables bioclimáticas: Confort Térmico, Confort Lumínico y Calidad de Aire, con el fin de valorar bajo la óptica de la normativa internacional vigente, si el edificio cumple con los estándares de calidad sin necesidad de utilizar sistemas de climatización mecánica.

La fase 3. Denominada fase **Concluyente**, evalúa el comportamiento del edificio y el cumplimiento de la norma a partir de los resultados de la medición in situ para los tres aspectos

bioclimáticos valorados, y los presenta en un cuadro resumen de diagnóstico, en el que se pueden hacer recomendaciones de mejora.

1. CAPITULO 1

Fase 1: Argumentativa

1.1 Historia De Los Inicios De La Arquitectura De Leopoldo Rother En Colombia

El arquitecto de origen Alemán, Leopoldo Rother llegó a Colombia en el año 1936. Motivado por la oferta laboral que se suscitaba por parte del gobierno colombiano, a través del Ministerio de Relaciones Exteriores en diferentes ciudades europeas, entre ellas Alemania, Rother se presentó a la convocatoria para profesionales en arquitectura, que desearan conformar el equipo de trabajo de la Dirección de Edificios Nacionales de Colombia en la Ciudad de Bogotá. Ante tal ofrecimiento y ante el inminente crecimiento de la ola del régimen nazista alrededor de 1935, el Arquitecto Rother, decidió que era momento de abandonar su país y emigrar a Colombia para atender el ofrecimiento del presidente Alfonso López Pumarejo, quien iniciaba su tercer año de gobierno, del periodo comprendido entre los años 1934 a 1937.

Para ese tiempo, Colombia estaba atravesando una crisis económica que había sido originada a finales del año 1929, debido a la caída de la bolsa de valores de los Estados Unidos. La crisis económica mundial que se generó alrededor de dicho acontecimiento fue conocida como la Gran Depresión, por sus repercusiones devastadoras en casi todos los países americanos, ocasionando: la caída en el flujo de ingresos de divisas al país, la caída de los precios de las exportaciones como el café, entre otros y en la agricultura en general, la caída de los precios de las cosechas y ante la caída de la demanda, pocas fuentes alternas de empleo. Situación que le tomaría al país,

casi una década para recuperarse, y que traería repercusiones en el crecimiento de la ciudad y en el desarrollo arquitectónico durante ese tiempo.

Por los sucesos económicos y políticos acontecidos durante los primeros años del siglo XX y debido a la necesidad de buscar un camino hacia el progreso, la nueva generación centenarista de ideólogos, que regresaban al país a ocupar cargos políticos, luego de culminar sus estudios en Europa, fueron quienes gestaron desde 1925 a 1940 la lucha de la renovación y el despertar a la modernización, de un país rural hacia un país desarrollado económicamente. Lo que inició desde el gobierno del presidente Enrique Olaya Herrera (1930-1934), dando inicio al Plan de Ordenamiento Urbano de Bogotá, con la participación del urbanista austriaco Karl Brunner, quien fue invitado en 1933 por el presidente con el firme propósito de que la capital de Colombia estuviera al nivel de las más importantes urbes del capitalismo desarrollado. De este modo se empezó a recorrer el camino hacia la conversión de Bogotá en una capital moderna. La arquitectura republicana fue un fenómeno urbano que expuso la aspiración de urbanización. Con este germen de transformación se marca un acelerado avance en la construcción de edificaciones de arquitectura de tipo republicado o arquitectura de estilos, tal como fue interpretada en Colombia, por arquitectos, ingenieros y maestros de obra, puesto que no se tomaron los argumentos teóricos del estilo propio, si no, se tomaron los elementos netamente ornamentales icónicos de la arquitectura europea del siglo XIX y se aplicaron con un espíritu cosmopolita con sentido de actualización. Como lo menciona la autora Silvia Arango en su libro *Historia de la Arquitectura en Colombia*.

Los inicios de la arquitectura moderna de Leopoldo Rother en Colombia estuvieron marcados por los estilos neoclásicos de la arquitectura del siglo XIX originados en Europa, e instaurados en su mayoría, en los edificios de tipo oficial del país y por las clases altas, que iniciaron una tendencia a construir residencias lujosas en las afueras de la ciudad. Un ejemplo de la arquitectura destinada a edificios públicos fue, el Capitolio Nacional. Diseñado en 1847 por Thomas Reed y remodelada en 1923 por Alberto Manrique Martín, la Escuela Nacional de Medicina de Bogotá, construida en 1916 – 1931, el Instituto Pedagógico de Bogotá en 1927 y la Plaza Central de Mercado de Bogotá, construida en 1925, entre otros, y por otro lado la arquitectura doméstica o residencial diseñada al estilo inglés y español, que se convirtieron en las nuevas fisonomías de los nacientes barrios al centro y norte de la ciudad. Como por ejemplo los barrios: La Merced, Quinta Camacho, Teusaquillo, inaugurado en 1927, urbanizados entre 1930 a 1940 con formas que representaron a la sociedad burguesa. Estos estilos se fueron traduciendo a lenguajes locales utilizados bajo los criterios e ideas propias de los diseñadores.

Las principales acciones tomadas por el urbanista Karl Brunner en el Plan de Ordenamiento Urbano de Bogotá, consistieron, en primer lugar, en ampliar las vías vehiculares existentes con un carácter monumental, para hacer de los recorridos a pie un paseo por amplias peatonales, de modo similar a los corredores parisinos, denominados *Boulevares*, y crear vías de comunicación que conectaran la vía principal norte sur con los nuevos barrios desarrollados hacia el oriente de la ciudad. En segundo lugar, frenar el desordenado crecimiento de los barrios obreros en el centro de Bogotá, dado que en las primeras décadas del siglo XX, se experimentó un crecimiento urbano hacia la periferia de la zona céntrica de la ciudad de manera fragmentada, extendiéndose linealmente de norte a sur. Se consideraba que el centro, al igual que la topografía montañosa,

debía ser desarrollada por una clase social superior. Estas acciones estuvieron enfocadas a que las construcciones de los barrios obreros fueran incorporadas en las políticas de Estado con programas de acción. Por ello de manera paralela al desarrollo del Plan de Ordenamiento Urbano, las políticas financieras de gobierno se encaminaron hacia el fomento de la construcción de vivienda, iniciativa que favoreció la creación de entidades estatales como el Banco Central Hipotecario (1930) y el Instituto de Crédito Territorial (1939).

Las políticas de gobierno orientadas hacia la modernización del país no solo fueron los ideales del presidente Olaya Herrera, estas ideas también tuvieron continuidad en el gobierno del presidente Alfonso López Pumarejo, quien llevo a cabo la reforma de educación para impulsarla a todo nivel, con la concepción y creación de una gran Ciudad Universitaria en las afueras de la capital. Su intención fue reunir todas las escuelas e institutos que se encontraban dispersas en edificios viejos de la ciudad, en un solo campus universitario. E iniciar nuevas formas de enseñanza, mediante la reestructuración docente, la apertura de nuevas carreras, el estímulo de la investigación y la presencia de la mujer en el ámbito intelectual. Esta iniciativa fue puesta en marcha gracias al empeño de López Pumarejo y represento para la historia y el desarrollo de la Arquitectura en Colombia una hazaña, debido a los recursos limitados con que contaba el país, como reflejo de la crisis mundial.

Con las reformas adelantadas en el gobierno de López Pumarejo, el clima social y político desincentivó la construcción de edificios simbólicos desde 1930, y en adelante se diseñó de manera modesta en busca de despojar el carácter demostrativos que se había sustentado durante el periodo republicano. Con ello surge el deseo de introducir los principios modernistas a la construcción local, en la búsqueda de una arquitectura de expresión estética sencilla, libre de

connotaciones estilísticas más apropiadas para los edificios institucionales. Esta transición en el lenguaje arquitectónico de lo ornamental a las formas simples se conoció como estilo Decó, el cual influenció a lo largo de 15 años, como ejemplo de esta aplicación se construyó: El nuevo edificio para la Biblioteca Nacional de Bogotá en 1938 entre otros, Este proceso evolutivo de la historia arquitectónica en Colombia, se llevó a cabo, con el apoyo de la Oficina de la Dirección de Edificios Nacionales del Ministerio de Obras Públicas. Ministerio que fue creado por la Asamblea Nacional Constituyente y Legislativa según la Ley 44 del 29 de abril de 1905, y por el decreto Legislativo número 7 del mismo año como parte de la reorganización de la administración pública. La Dirección de Edificios Nacionales asumió a dirección y planeación de todas las construcciones del Estado a nivel Nacional y estuvo conformada por un grupo de destacados arquitectos, entre ellos el Arq. Leopoldo Rother, los cuales, contribuyeron con la implementación de nuevos materiales para la construcción como el hierro, el acero y el concreto a la vista y por supuesto con la utilización del ladrillo artesanal, fabricado en arcilla. Materiales que enriquecieron las nuevas experiencias de diseño arquitectónico colombiano y son reconocidos como parte de la identidad arquitectónica del país.

1.2 Influencia De Leopoldo Rother En La Arquitectura Colombiana

Leopoldo Rother es considerado en la historia de la arquitectura colombiana, uno de los arquitectos más influyentes del medio, desde su llegada a la oficina de Edificios Nacionales de Colombia en 1936, por su apoyo en el diseño de muchos de los edificios públicos que hoy representan la evolución de la arquitectura moderna en el país, su obra más representativa: el diseño de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá.

El arquitecto Rother nace en Breslau, Alemania en el año 1894. Su vocación por la arquitectura surge, gracias a su afinidad por las artes plásticas, la música clásica y el gusto por la historia. Sus estudios de arquitectura los inicio en la Universidad de Karlsruhe en 1913, y los termino en la Universidad de Berlín Charlottenburg, en 1920. Como estudiante, Rother se destacó por su interés en la investigación y por sus calificaciones sobresalientes. Su formación estuvo a cargo de ilustres personalidades de la academia, por ello en su trayectoria profesional alcanzo un alto nivel de exigencia en su técnica constructiva y diseño arquitectónico en los que se destacó en todas sus obras.

La tendencia de diseño que adopto Rother durante su época de estudio fue de tipo clasicista. En el ámbito profesional, sus primeras obras fueron de tipo racionalista. Posteriormente incursiona con un estilo neoclásico estilizado y años más tarde, sus obras más significativas, se destacan por sus formas completamente modernas. Estilo que le permitió desarrollar técnicas constructivas de avanzada con la implementación de materiales nuevos a principios de los años 40's como el concreto y el acero.

La trayectoria de Leopoldo Rother inicio en Berlín y Muenster en 1920, con su participación en la ejecución de múltiples obras de tipo gubernativo, hizo su carrera administrativa, como funcionario del estado de Prusia y se especializo en edificios públicos de todo tipo, en los que tuvo reconocimientos importantes: Clínica y edificios universitarios, edificio para el juzgado de primera instancia y presidio de Oldenburg, albergue de policía en Aachen, la academia de minería de Clausthal y el reformatorio de Brandenburg a. d. Havel, Institución modelo de su género para toda Alemania, entre otros. Su trabajo como arquitecto del estado alemán duró 15

años, hasta 1935, tras la llegada de la legislación nazista que lo obligó a abandonar su cargo debido a la religión de sus padres.

En 1936 Rother inicia su labor en la Dirección de Edificios Nacionales del Ministerio de Obras Publicas de Colombia. El equipo de arquitectos para ese entonces se encontraba a cargo de Alberto Wills Ferro, quien había participado en el primer curso de arquitectura dictado en Colombia en el año 1928, del cual únicamente habían surgido cinco egresados. Desde la oficina de Edificios Nacionales, Rother debía hacerse cargo del diseño, el cálculo estructural y la construcción de las obras nacionales y algunos edificios asignados por convenio particular. La tarea, debía ejecutarse con limitaciones económicas en el presupuesto, debido a la crisis que atravesaba el país para esa época. Las dificultades se presentaban en el inicio y la terminación de las obras, en el pago de los honorarios del grupo de profesionales en arquitectura, que había en el país, siendo este un grupo muy pequeño y en la escasez de materiales de construcción importados como el acero estructural, el cemento y el vidrio entre otros, los cuales también limitaban los diseños de las edificaciones.

Aunque habían recurso limitados en las entidades públicas, para ejecución de obras. Era necesario que el país iniciara su proceso de desarrollo. Por ello el Presidente Alfonso López entrego el proyecto de la ciudad universitaria al Arquitecto Leopoldo Rother y con ello comenzó a tejerse la evolución de la arquitectura en Colombia, dando lugar a la primer facultad de arquitectura del país.

El trabajo realizado por Rother en la Universidad Nacional estuvo acompañado de otros profesionales también extranjeros quienes aportaron sus conocimientos en asesorar al gobierno colombiano, La planeación académica de esta nueva universidad estuvo a cargo del Dr. Fritz Karsen, también alemán, que había dirigido en los años 20 en Alemania un sistema integrado de educación media y elemental. El ejercicio previo al diseño urbanístico de la universidad, consistió en analizar la relación entre el pensum de todas las carreras e identificar su relación en el campo científico y el sistema pedagógico, para que se pudieran reunir en un solo departamento la enseñanza de varias carreras, permitiendo la interacción de los estudiantes desde diferentes ópticas.

En 1938 el proyecto ya estaba consolidado y dejaba ver la tendencia modernista y la madurez del arquitecto Rother a sus 42 años de edad. Los diseños de algunos de los edificios para las distintas facultades fueron concebidos por otros arquitectos de la oficina de Edificios Nacionales. Las formas de las edificaciones fueron el dilema siguiente a la zonificación del urbanismo realizado por Rother en el 36, así el diseño original del campus se mantuvo hasta el día de hoy.

La mayor influencia del arquitecto Rother fue en las aulas, alrededor de 1938, debido a que impartió la primer cátedra de teoría de la arquitectura a los alumnos de primer semestre, dando a conocer la obra de grandes maestros como Gropius, Le Corbusier y Berlage.

De 1938 a 1940 Rother diseñó varios edificios, entre los que se destacan la facultad de Ingeniería en colaboración con el arquitecto Bruno Violi, las porterías de la universidad, el laboratorio de ensayo de materiales, la ciudad escolar de Santa Marta, la escuela normal de

varones en Pamplona, edificios para la UN que no se construyeron, el hospital de Concordia en Antioquia y el Estadio en Santa Marta.

En 1940, Rother recibe por parte del entonces director General de la Oficinas de Edificios Nacionales, Dr Eusebio de Santamaría, el cuidado del proyecto de la Ciudad Universitaria y de la Escuela Normal de Pamplona, dándole total autonomía para resolver todos los detalles relacionados con ambos proyectos. Diseñó el Instituto de Química y la facultad de Química, en el 1945, diseñó el Edificio Nacional y el Centro Cívico de Barranquilla, La Imprenta de la universidad y la Plaza de Mercado de Girardot, este último edificio se llevó a cabo, gracias al trabajo de los ingenieros Guillermo González Zuleta, Subdirector de Edificios Nacionales y José Antonio Parra, trabajo conjunto con el arquitecto Rother para concebir edificaciones más esbeltas, con secciones delgadas en concreto armado, construcción de bóvedas tipo membrana y utilización de grandes vidrieras. Lo anterior debido a que la oficina de Edificios Nacionales contaba con un mayor presupuesto, dispuesto por el gobierno para ejecución de algunas obras en otras ciudades, en vista de que las condiciones económicas del país tendían a mejorar, al finalizar la guerra.

Las obras de la Plaza de Girardot y el edificio del Centro Cívico de Barranquilla, fueron diseños aclamados por el Arquitecto Le Corbusier en 1948, durante su visita a Colombia, por ser una propuesta de diseño atrevida y hermosa.

La oficina de Edificios Nacionales, fue perdiendo fuerza, debido a la creación por parte de los ministerios, de áreas especializadas en proyectos que funcionaban de manera independiente y autónoma, así que, desde los años 50's, en la oficina de Edificios Nacionales, el grupo de

diseñadores se fue reduciendo significativamente, hasta cuando decide retirarse en el 1961, luego de 25 años de servicio.

Su vocación como maestro de arquitectura, lo mantuvo en la docencia hasta 1976, dictando clases en cinco universidades: La Nacional, La Javeriana, Los Andes, La Gran Colombia y La América. Cuando sus condiciones de salud se fueron deteriorando, sus clases fueron suspendidas y se transformaron en reuniones de consulta. Durante el periodo de los años 60's a los 70's. El Arq. Leopoldo Rother escribió tres libros de gran valía para la facultad de arquitectura: El primero, corresponde a: la introducción al diseño y la arquitectura tropical, publicado con el título de: Tratado de Diseño Arquitectónico I. Asolación. Por la Universidad Nacional. El segundo y tercero, corresponden a dos ensayos inéditos sobre Urbanismo y Diseño Vecinal y Prefabricación, respectivamente.

Por su trayectoria y su aporte a la facultad de arquitectura del país, el honorable arquitecto, recibió la Cruz de Boyacá, por solicitud de la Sociedad Colombiana de Arquitectos el 13 de Junio de 1977, siendo profesor emérito en muchas universidades.

Se conocen cerca de 57 obras realizadas por el arquitecto, en su mayoría, cuentan con reconocimiento a la innovación, hoy representan el crecimiento del país y la historia de la Arquitectura en Colombia.

1.3 Bioclimática Según El Arquitecto Leopoldo Rother

El denominado estilo Rotheriano, se caracterizó por la arquitectura de tipo funcionalista, arquitectura basada en el principio de que la forma, debe estar determinada por la función. Este principio aplicado por Rother, no solo respondió a un tema netamente espacial, sino que, se preocupó por dar soluciones a las condiciones climáticas del lugar, mediante estudios de iluminación, asolación y calidad ambiental. E incorporo nuevas técnicas constructivas, para optimizar los recursos a su alcance, sabiendo que debía trabajar con limitados presupuestos en los proyectos gubernamentales que estaban a su cargo.

La economía fue una constante en sus obras, por ello Leopoldo Rother desarrolló su estilo propio vanguardista, como resultado de su intensa actividad de estudio, observación y práctica. Su arquitectura es reconocida por los materiales, y por su recursividad en la técnica constructiva. Sus diseños revelan líneas curvas en techos, paredes y escaleras, y una marcada simetría en la composición. La mayoría de sus diseños interiores cuentan con espacios de doble altura, logrados mediante esbeltas estructuras ovaladas y amplios ventanales.

Evidentemente, el avance creativo que tuvo Rother, estuvo influenciada por los variados climas y paisajes que descubrió en la geografía Colombiana, y por ello, durante su larga trayectoria como arquitecto, desarrolló un método de diseño, el cual esta especificado en su libro: “Tratado del Diseño Arquitectónico” publicado por la Universidad Nacional de Colombia en el año 1970. Escrito que define, la utilización de los seis principios fundamentales básicos para concebir un proyecto arquitectónico, que responda a las condiciones climáticas del lugar.

A continuación se mencionan los seis principios fundamentales del diseño:

1.4 Tratado De Diseño Arquitectónico

1.4.1 Fundamentos y Gráficos Descriptivos

1.4.1.1 **Funcionamiento:** Definir los espacios de la edificación de acuerdo al uso y sugerir las áreas aproximadas en metros cuadrados por número de ocupantes.

Tabla 1:

Ejemplos análisis de funcionamiento en la vivienda

EJEMPLO DE ANALISIS DE FUNCIONAMIENTO EN LA VIVIENDA				
AREA POR HABITACION	MATRIMONIO SIN HIJOS	FAMILIAS DE		
		2 HIJOS	4 HIJOS	6 HIJOS
NUMERO ALCOBAS	1	2	3	4
HALL DE ENTRADA (M2)	1.20	3.00	5.00	5.00
ESTAR (M2)	7.00	9.00	10.00	13.00
COMEDOR (M2)	6.50	8.00	10.00	12.00
COCINA (M2)	2.50	4.00	5.00	6.00
ALCOBA PADRES (M2)	11.00	11.00	11.00	11.00
ALCOBAS HIJOS (M2)		8.00	16.00	24.00
BAÑO (M2)	3.00	3.00	4.00	6.00
AREA TOTAL	31.20	46.00	61.00	77.00
NUMERO DE HABITANTES	2	4	6	8
AREA POR HABITANTE	15.60	11.50	10.17	9.63

1.4.1.2 **Análisis de las actividades del usuario:** Identificar la frecuencia y el horario con que el usuario realiza sus actividades en las diferentes áreas que conforman la edificación: Áreas de servicio, áreas sociales, áreas comunales, áreas privadas.

Tabla 2:

Ejemplo de análisis de la actividad del usuario

EJEMPLO DE ANALISIS DE LA ACTIVIDAD DEL USUARIO		
ZONA	ACTIVIDAD	ESPACIO
ZONA DE RECIBO	ENTRAR	HALL GARAGE GUARDARROPA
ZONA SOCIAL	CONVERSAR DESCANSAR ESTUDIAR COMER	ESTAR COMER
ZONA DE DESCANSO DURANTE LA NOCHE	DORMIR ASEO PERSONAL	ALCOBA BAÑO
ZONA DE SERVICIO	COCINA TRABAJO DOMESTICO ALMECENAR	COCINA PLANCHA CLOSET DESPENSA
CIRCULACION	CIRCULAR	HALL DISTRIBUCION

1.4.1.3 **Orientación de las habitaciones:** Identificar los espacios que se utilizan con mayor frecuencia según el usuario, y definir cuáles de ellos requieren mayor aprovechamiento de la energía solar, la iluminación y la ventilación natural.

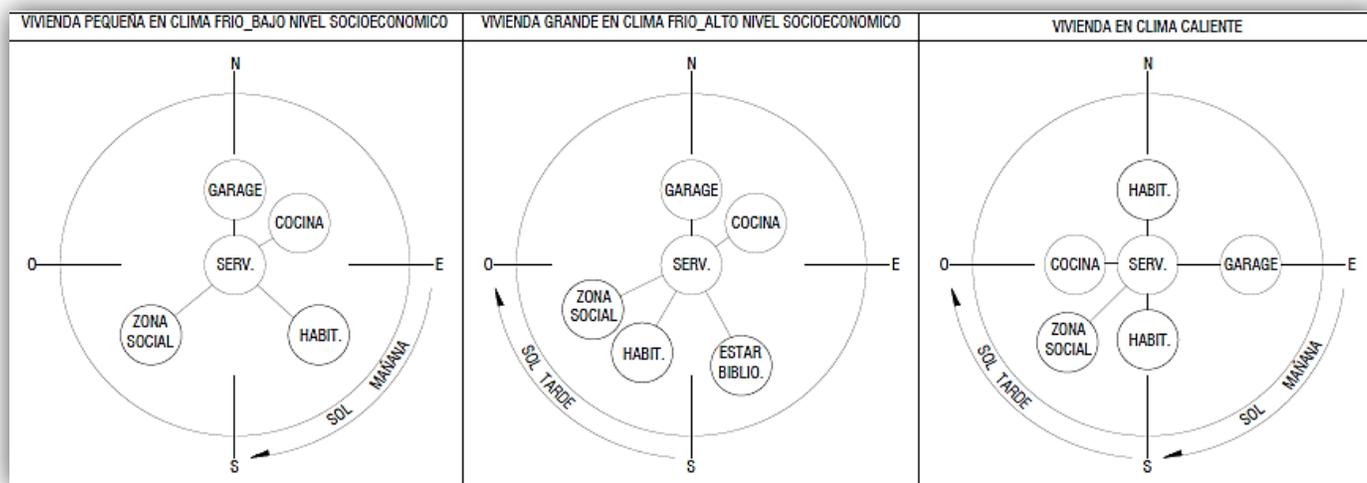


Figura 1. Esquema de orientación habitaciones en la vivienda urbana

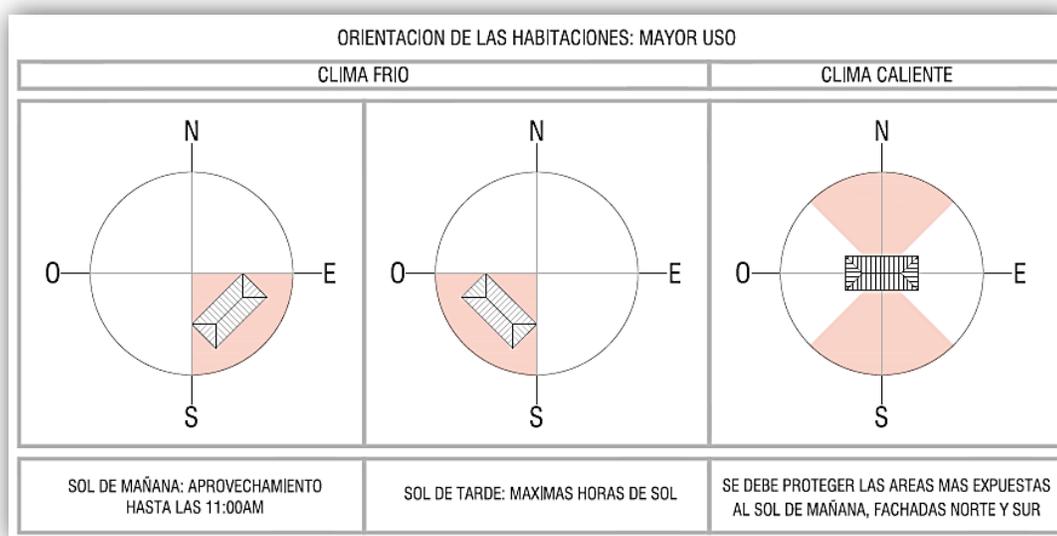


Figura 2. Orientación de las habitaciones: Mayor Uso

1.4.1.4 **Asoleamiento:** Identificar la temperatura higrotermica del lugar, y definir las estrategias de climatización pasiva en la edificación para un mayor aprovechamiento de la energía solar.

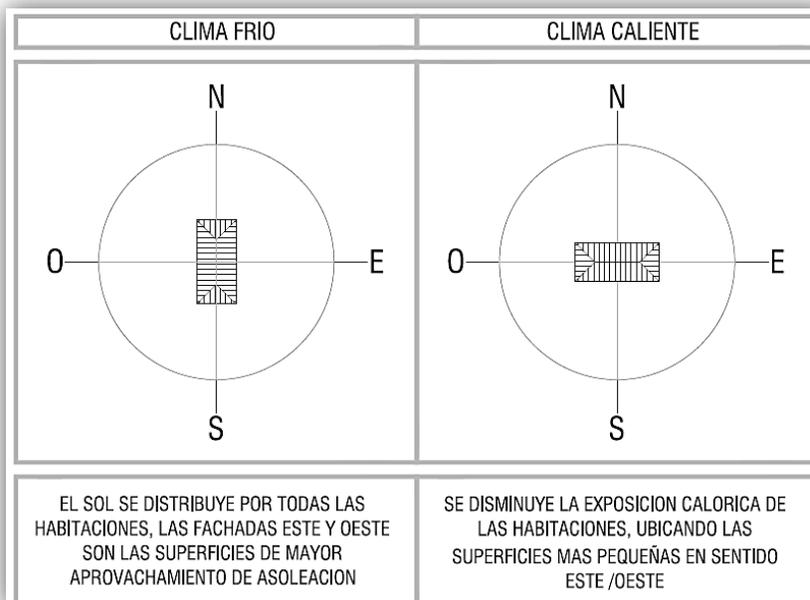


Figura 3. Asoleación: estrategias de climatización

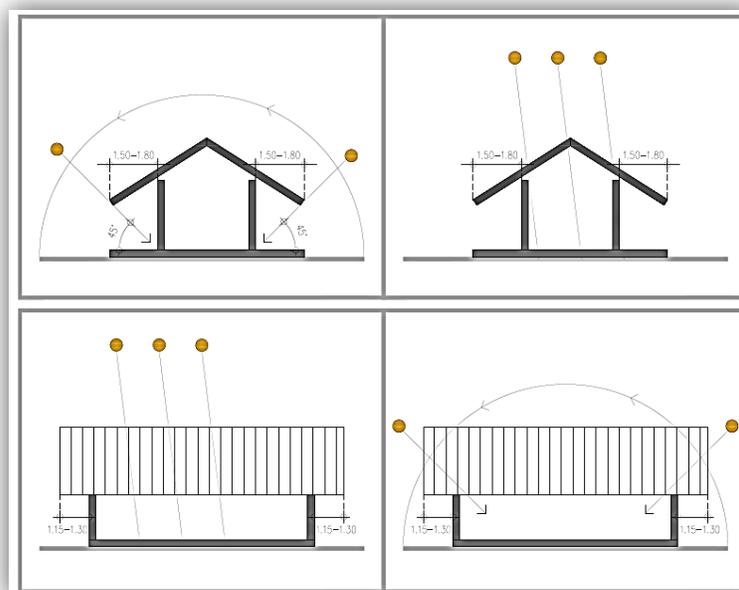


Figura 4. Aprovechamiento de la energía solar

1.4.1.5 *Ventilación*: Identificar la dirección de las corrientes de aire y orientar la edificación de manera que se produzca la renovación de aire de forma natural al interior de los espacios.

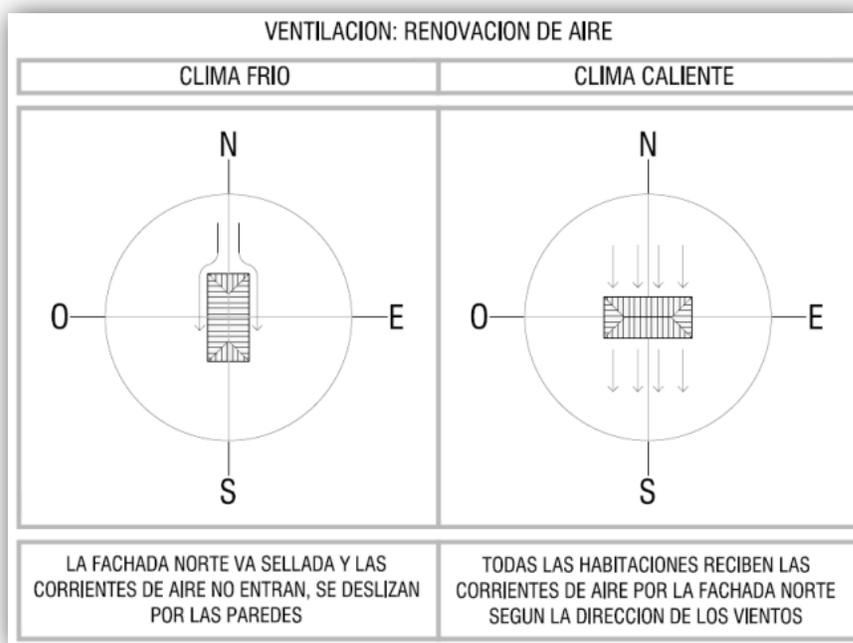


Figura 5. Ventilación: Renovación de Aire

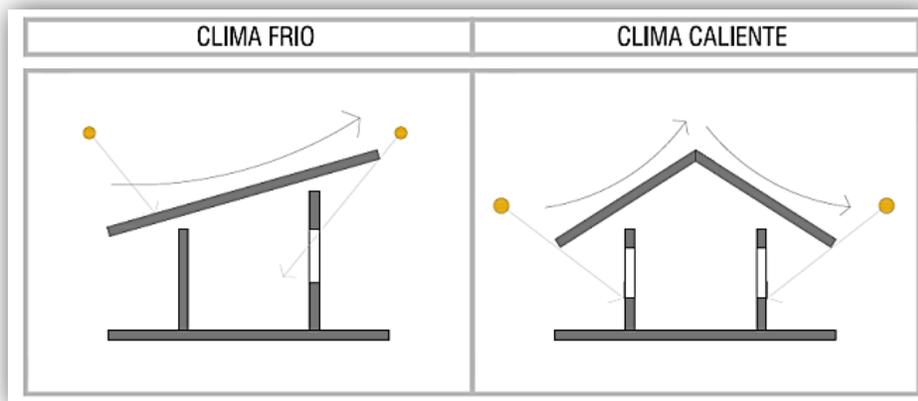


Figura 6. Esquema de ventilación: Clima Frío/Clima Caliente

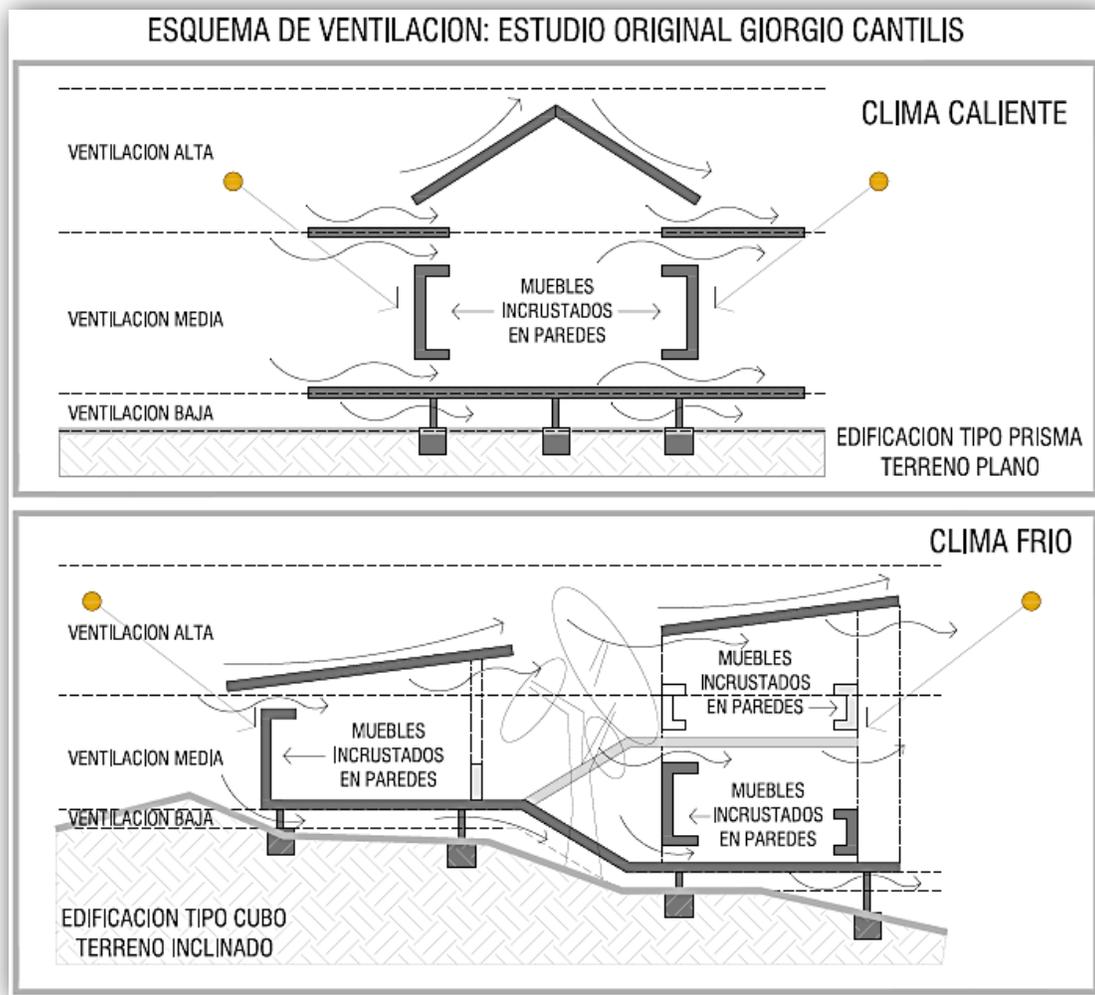


Figura 7. Esquema de ventilación: Estudio original Giorgio Cantili

1.4.1.6 **Protección por asolación:** Identificar las fachadas de la edificación que están más expuestas al sol y diseñar un elemento de protección para las ventanas que, favorezcan la disipación del calor y a su vez provean el espacio interior de iluminación natural.

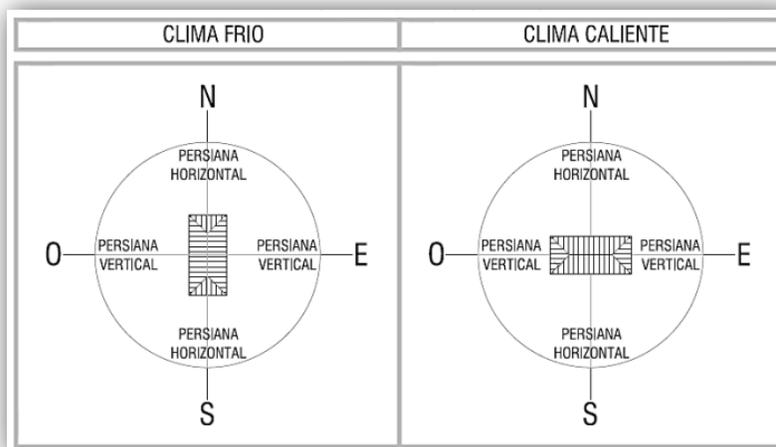


Figura 8. Protección por asolación: Disipador de temperatura e iluminación natural

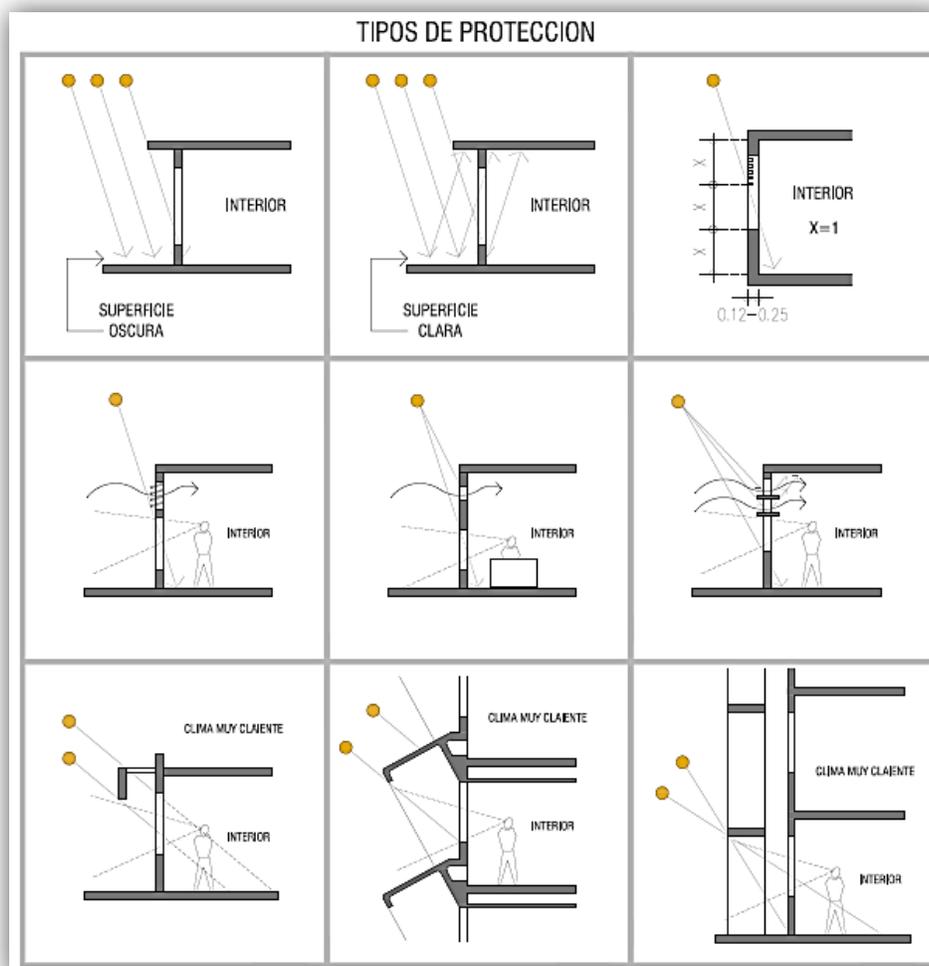


Figura 9. Tipos de protección

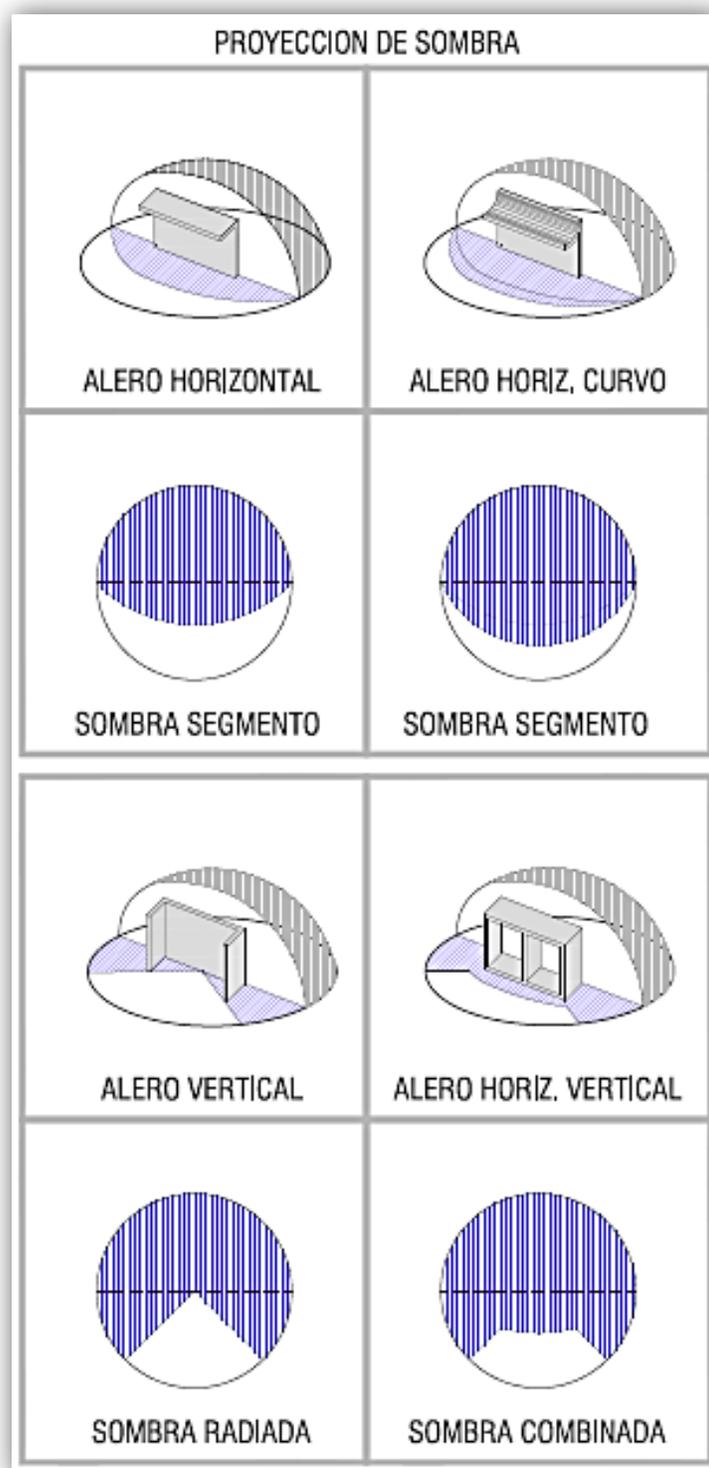


Figura 10. Proyección de sombra.

1.5 Marco Normativo Local

El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, estableció los lineamientos para la Construcción Sostenible tal como se indica en la **Resolución No. 0549 del 10 de Jul de 2015**, “Por el cual se reglamenta el Capítulo 1 del Título 7 de la parte 2, del libro 2 del decreto 1077 de 2015, en cuanto a los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la Guía para el ahorro de agua y energía de edificaciones” en cumplimiento con lo señalado en el Decreto Ley 3571 de 2011 y el Decreto 1077 de 2015. Resolución que entrara en vigencia a nivel nacional un año después de su publicación, por ende, será exigible a partir del 10 de julio de 2016, La Guía, define los porcentajes de ahorro en relación al consumo de agua y energía, que deberán cumplirse durante el segundo año de su puesta en marcha de acuerdo a las características térmicas del lugar y al uso específico de proyecto a desarrollar al momento de la solicitud de Licencia de Construcción, adicionalmente La Guía dispone de una lista de medidas de referencia y recomendaciones para la implementación de buenas prácticas en la técnica constructiva y en la utilización de estrategias de ahorro en general, lo anterior como resultado de estudios técnicos, orientados al mejoramiento de la calidad de vida, en un compromiso ambiental y social.

El Gobierno Distrital, presentó el Plan de Acción de la Política Pública de Ecurbanismo y Construcción Sostenible en el marco de la Cumbre del Cambio Climático de 2015, realizado en Paris. Y mediante la **Resolución No. 1319 del 11 del Nov de 2015**, “Por la cual se adopta el Plan de Acción de la Política Pública de Ecurbanismo y Construcción Sostenible de Bogotá, Distrito Capital 2012-2024” expedido por la Secretaria Distrital de Planeación, instauro su inmediata

aplicación en cumplimiento con lo señalado en el Artículo 18, Parágrafo 2 del Decreto 566 de 2014, “Por el cual se adopta la Política Pública de Ecourbanismo y Construcción sostenible de Bogotá, Distrito Capital 2014-2024” expedidos por la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Plan en el que, se establecen: los ejes, las metas, las líneas de acción, los responsables y los indicadores para su correcta implementación, el cual, debe ser acogido en un plazo máximo de vigencia, hasta el año 2024 por las entidades que hacen parte de la Mesa de la Comisión Intersectorial CISPARE (Comisión Intersectorial para la Sostenibilidad, la Protección Ambiental, el Ecourbanismo y la Ruralidad) conformada por las Secretarías Distritales de Movilidad, Hábitat, Ambiente, Planeación, Instituto Distrital de Gestión de Riesgo y Cambio Climático y la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos.

2. CAPITULO 2

FASE 2: DIAGNOSTICO

2.1 Análisis de los Parámetros Bioclimáticos Establecidos en el Edificio, Insignia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional De Colombia.

2.2.1 Justificación

Mediante el estudio de caso, se buscó comprobar el buen funcionamiento bioclimático de uno de los edificios concebido por los arquitectos Leopoldo Rother y Bruno Violi en el año 1941, y con el ánimo de rescatar los principios de diseño de lenguaje simple, funcional y coherente con el entorno inmediato que caracterizó a la arquitectura moderna en Colombia, se pretende validar la vigencia de su eficiencia bioclimática, bajo el marco legal de estándares internacionales de comportamiento térmico, lumínico y calidad de aire, definidos en: ASHRAE 62.1 2007, IESNA Standard 9.1 de 2010, PMV Método y ASHRAE Standard 55-2013, Thermal Comfort Tool, para demostrar que la arquitectura bioclimática es una conceptualización de la arquitectura ambientalmente sustentable.

2.2.2 Marco Conceptual

2.1.2.1 Confort Térmico

Cuando se estudia el confort humano en los países tropicales, el punto de partida es el confort climático. Al ser el hombre sedentario, su vida y en general sus actividades están de una u otra manera relacionados directamente con el clima siendo al final los factores climáticos los que condicionan la eficiencia de sus actividades. El movimiento constante de la atmosfera, actúa benéfica y/o adversamente en la rutina diaria y en el funcionamiento general de su organismo. Colombia como país tropical, con un relieve muy variado y con alturas que sobrepasan los 5.000 metros sobre el nivel del mar, reúne una serie de características que condicionan el confort climático de sus habitantes.

El confort climático, de una manera más precisa "confort térmico" o "sensación térmica" representa la temperatura que siente una persona frente a una determinada combinación de la temperatura del aire, la humedad y la velocidad del viento; viene a ser una corrección empleada en meteorología para expresar de manera más exacta la temperatura que siente una persona, que en muchos casos resulta muy diferente de la Temperatura ambiente registrada.

El confort térmico no solo está condicionado por elementos meteorológicos básicos como la temperatura, la humedad, el viento y la radiación solar, y su variabilidad a través del día y del año, sino que además, se debe considerar factores como la constitución física, la edad, la dieta, el grado de alimentación y las influencias culturales de los habitantes, como también, su actividad

al sol o a la sombra y su aclimatación, y además, si se trata de aéreas rurales o urbanas, sin olvidar el tipo de asentamiento.

Con temperaturas altas, mientras más elevada sea la humedad, la sensación térmica es más calurosa (más alta que la temperatura real del aire) y se produce una verdadera acumulación de calor en el cuerpo humano; este factor puede llegar a ser más crítico si el viento está en calma. Ahora, en el caso de temperaturas bajas, entre más alta la humedad relativa, mayor la sensación de frío; cuando la humedad es baja y la temperatura alta, la sensación térmica es menor que la temperatura del aire. Con humedades relativas menores al 25%, la excesiva y rápida evaporación del sudor puede producir deshidratación del organismo y perturbaciones por enfriamiento.

De otro lado, el viento reduce la sensación térmica con respecto a la temperatura del aire, el movimiento del aire acelera la disipación del calor por evaporación y así cuando el tiempo es frío y el viento fuerte se siente una temperatura aun menor: A mayor fuerza del viento, mayor es el esfuerzo necesario para mantenerse caliente, ya que el aire en movimiento se lleva grandes cantidades de calor del cuerpo, así, por ejemplo, un viento de 10 m/ser, soplando en aire de 10°C, producirá la misma sensación que aire en calma con temperatura cercana a 0°C. (Costa; C. 2005)

2.1.2.2 Confort Lumínico

Proporcionar la iluminación directa, indirecta y ambiental acorde al espacio y a las necesidades, según la actividad que se realiza en el mismo con una provisión de niveles adecuados de iluminación sobre el puesto de trabajo para generar mayor productividad.

2.1.2.3 Calidad de Aire

La calidad de aire es una indicación de cuanto el aire este exento de polución atmosférica, y por lo tanto apto para ser respirado. La calidad de aire también puede ser comprometida por causas naturales como erupciones volcánicas o vientos fuertes con partículas en suspensión.

Colombia no posee las cuatro estaciones. El régimen de estaciones es bimodal y en casi todo el territorio se presentan dos estaciones de lluvia —de abril a junio y de agosto a noviembre— y dos períodos de verano.

2.1.2.4 Variación espacial y temporal de la concentración del CO₂

Costa (2005) presenta la variación espacial y temporal de la concentración de CO₂ presente en Colombia. El autor describe el comportamiento del contaminante con un comportamiento cíclico (monomodal) durante el año (estos ciclos estacionales son característicos en el hemisferio norte, ya que hacia el hemisferio sur tienden a ser más suaves), tendiendo a tener las mayores concentraciones hacia la mitad del año (desde mayo hasta agosto). Espacialmente, las mayores concentraciones de CO₂ se presentan en el hemisferio norte, donde se encuentra la totalidad de los países industrializados responsables exclusivos del aumento de la concentración de la mayoría de los gases de GEI que se han ido acumulando en la atmósfera desde la revolución industrial. (Ver Figura 11)

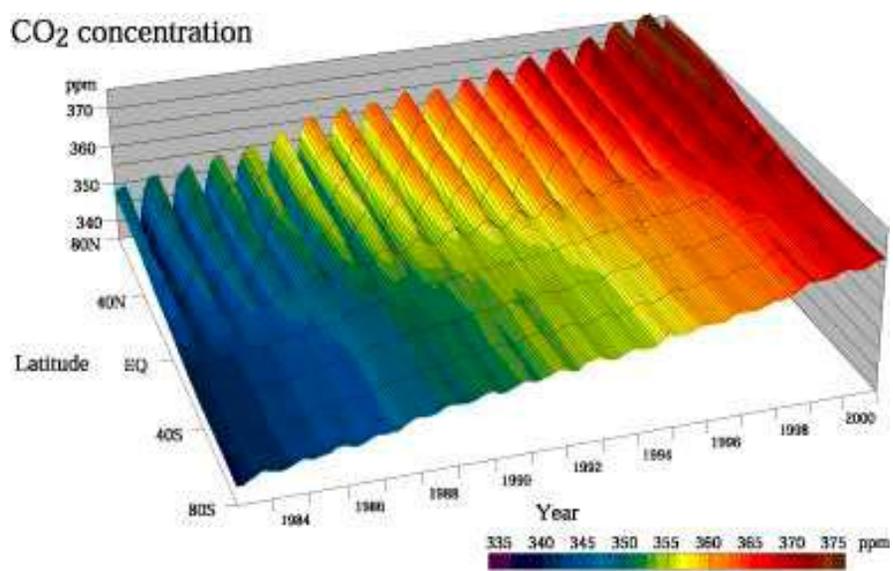


Figura 11. Variación espacial y temporal de la concentración de CO₂. Fuente: <http://gaw.kishou.go.jp/wdcgg.html>

2.2.3 Condiciones Climáticas De Colombia

2.1.3.1 Circulación General De La Atmósfera En Colombia

Colombia es un país cuya posición estratégica en la zona tropical, logra que la mayoría de su territorio obtenga enormes cantidades de energía solar, esto se debe a que en la zona ecuatorial se absorben y transfieren mas cantidades de energía solar que en los polos, factor que impulsa la circulación meridional de las corrientes de aire entre las zonas ecuatoriales y las polares.

Costa (2005) señala que en la zona tropical se desarrollan corrientes de aire provenientes del noreste y del sureste, llamados Vientos Alisios, efecto que es producido por la fuerza Coriolis. El choque de estos vientos en la zona ecuatorial obliga a las corrientes cálidas a elevarse (Ver Figura 12), generando una amplia célula convectiva denominada como “rama ascendente de la celda de Hadley”. Dichas corrientes ascendentes enfrían el aire condensándose dando paso a la generación de nubes.

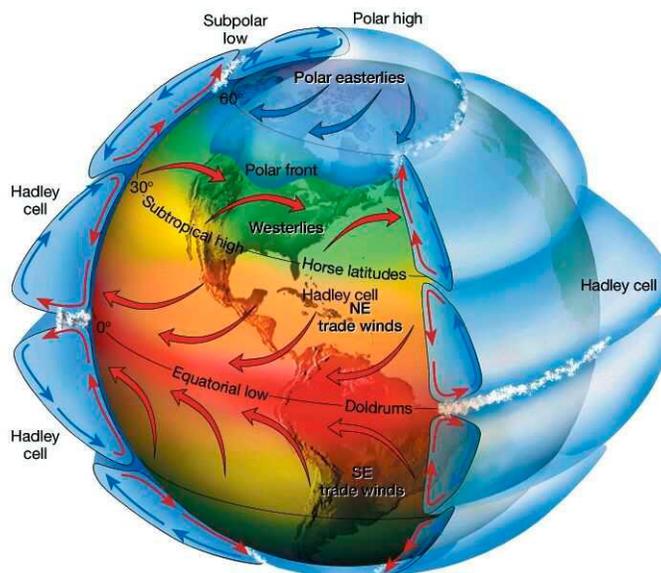


Figura 12. Esquema de la circulación general de la atmósfera: en los trópicos predominan los alisios. (Fuente: Universidad de Oklahoma)

En medio de los Trópicos se encuentra la zona más iluminada de la tierra donde el aire es más caliente y húmedo, una parte de las corrientes que retornan por el fenómeno Coriolis descienden de las altas presiones hacia los 30 grados norte y sur del ecuador convirtiéndose en una zona de anticiclones casi perpetuos, reduciendo la generación de nubes y por ende las bajas precipitaciones. Costa (2005) explica que cerca de la superficie de la tierra, los vientos antes de constituirse como vientos alisios en la zona del ecuador, son débiles y variables produciendo de esta manera un circuito meridional del movimiento del aire.

La otra parte de las corrientes que retornan del ecuador no descienden en las latitudes de 30 grados y se desplazan hasta que la fuerza Coriolis las transforma en un flujo del oeste en latitudes medias. En la circulación de los paralelos, se destacan tres zonas de convección y lluvia localizadas sobre el trópico (Ver Fig. 13), el Congo Africano, la Amazonia en Sur América y el Sudeste Asiático las cuales poseen las aguas oceánicas más cálidas.

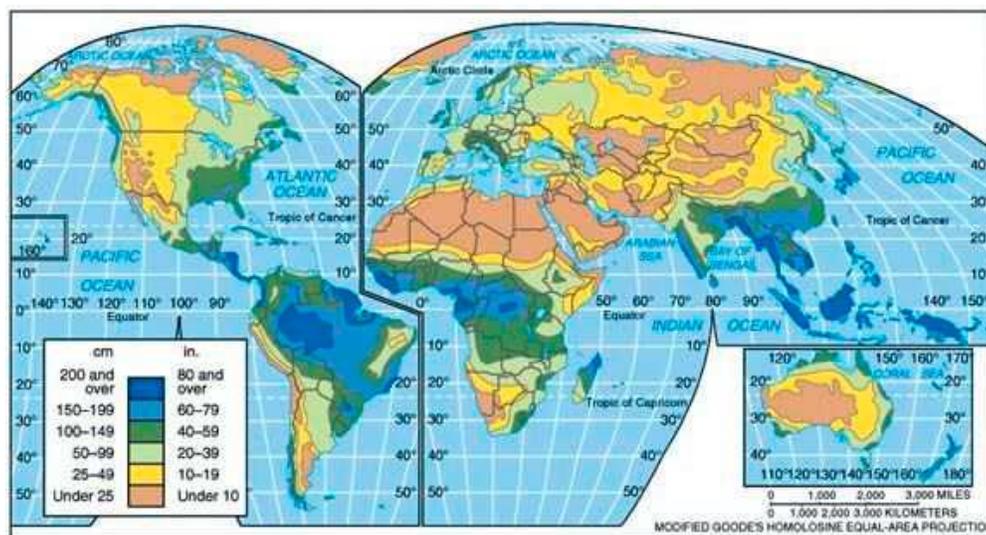


Figura 13. Precipitación media (mayores cantidades en tonos verdes y rojos) en la zona tropical, con base en los datos del Reanalysis NCEP/NCAR, para el período 1968-1996. (Fuente: NOAA CIRES)

2.1.3.2 Vientos Alisios

Los vientos Alisios ocurren entre las presiones altas subtropicales y las bajas presiones ecuatoriales, es decir, soplan en el trópico en ambos hemisferios. En el hemisferio norte, el aire que va en el sentido del ecuador la fuerza Coriolis lo desvía hacia la derecha formando los Vientos Alisios del noreste. Igualmente, en el hemisferio sur, la desviación sucede hacia la izquierda formando los vientos Alisios del sureste como se aprecia en la Figura 14. (Costa; C. 2005)

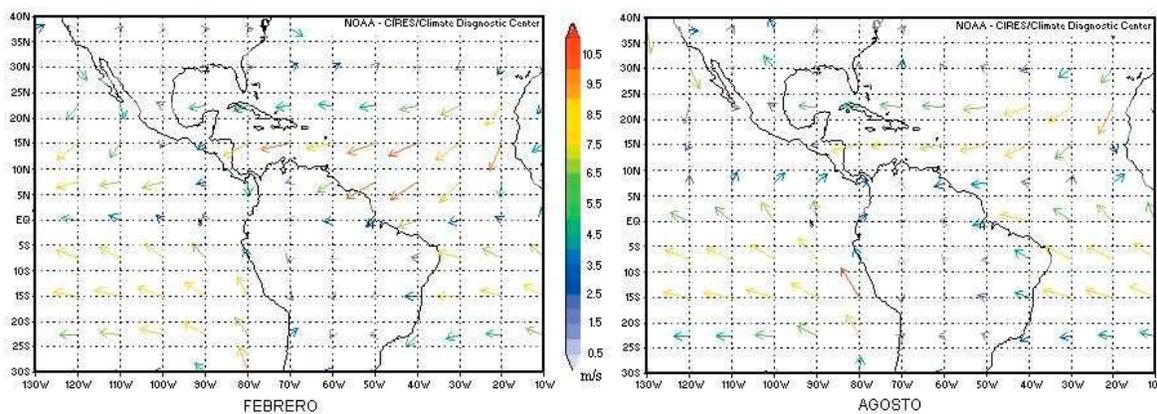


Figura 14. Campos medio del viento en superficie para los meses de febrero y agosto, con base en los datos del Reanalysis NCEP/NCAR, para el período 1968-1996. (Fuente: Atlas Climatológico Nacional. 2005)

Para tener una descripción más completa sobre las condiciones climáticas en Colombia como parte fundamental de la conceptualización del presente documento, se tomó como referente el Atlas Climatológico Nacional, donde se explica que los vientos Alisios del noreste y sureste convergen sobre una estrecha parte de la zona Ecuatorial denominada Zona de Confluencia

Intertropical (ZCIT); logrando que las masas de aire asciendan favoreciendo la formación de nubes, haciendo que las precipitaciones sean más fuertes y más frecuentes.

La Zona de Confluencia Intertropical migra latitudinalmente, moviéndose en el sentido del desplazamiento aparente del sol sobre la Tierra, con un retraso aproximado de dos meses. Sobre Colombia y áreas vecinas (Fig. 15). (Costa; C. 2005)



Figura 15. Posición media de la ZCIT para los periodos enero-febrero y julio-agosto. (Fuente: Atlas Climatológico Nacional. 2005)

2.1.3.3 Condiciones Climáticas De Bogotá

- *Localización*

Una vez analizadas las condiciones climáticas especiales en las que se encuentra Colombia, el enfoque se dirige hacia la zona específica del área de estudio, la ciudad de Bogotá Distrito Capital, cuya localización abarca la Sabana de Bogotá, sobre el costado oeste de la denominada Cordillera Oriental en el territorio Colombiano.

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia [IDEAM], 2007 define a la Capital del país como una ciudad enmarcada por los cerros tutelares ubicados al este de la misma, dos de los más emblemáticos son el Cerro de Guadalupe y el Cerro de Monserrate y por el oeste limita con el río Bogotá. Hacia el norte la delimitación consiste en una planicie fisiográfica denominada el Altiplano de Bogotá; y hacia el sur del altiplano deriva su límite hacia una zona montañosa denominada Región del Sumapaz.

Según el IDEAM (2007), los puntos extremos de los límites de la ciudad tienen siguientes coordenadas geográficas:

- Límite norte: 04° 50' 30'' Latitud Norte, en el límite urbano norte de Bogotá.
- Límite sur: 04°17' 37'' Latitud Norte, divisoria de aguas, nacimiento del río Tunjuelo, Laguna de los Tunjos.
- Límite oriental: 74° 00' Longitud oeste, divisoria de los cerros orientales de la ciudad.
- Límite occidental: 74°13' Longitud oeste, en el sector de la confluencia del río Tunjuelo con el río Bogotá.

La altura a la que se encuentra Bogotá, D.C.; sobre el nivel del mar, oscila entre los 2510 msnm y los 3780 msnm. El área total de la capital del país es de 868 kilómetros cuadrados y su perímetro es de 238 kilómetros. (IDEAM. 2007)

2.1.3.4 Variabilidad climática de Bogotá D.C.

- *Análisis Espacial*

El IDEAM (2007) para describir la variabilidad climática de la ciudad de Bogotá observada en intervalos de tiempo, se debe tener en cuenta la distribución espacial de la temperatura media del aire de la ciudad, cuya dinámica tiene una distribución alargada en sentido sur-norte y a lo largo de su configuración tiene diversos gradientes que van fluctuando en el sector este y sur de la ciudad. Los gradientes anómalos oscilan entre los 12°C a los 2650 msnm y en 6°C en 3600 msnm, producto de la influencia del sistema montañoso.

Los gradientes menores cuya dinámica fluctúa en el sentido noreste-suroeste posee promedios de temperatura entre los 15°C y los 16°C en la parte central del área urbana, generando un área con promedios mayores de temperatura para Bogotá. Este comportamiento se denomina “Isla de Calor”, y se genera gracias a la emisión de fuentes móviles y fuentes fijas de gases efecto de invernadero (GEI), se define Isla de Calor como: “el exceso de calor generado en un ambiente urbano por efecto de la acción antrópica” (IDEAM, 20017, p.12) concluyendo que las ciudades poseen gradientes de temperatura mayores en su zona central y menores en su periferia. (Figura 16)

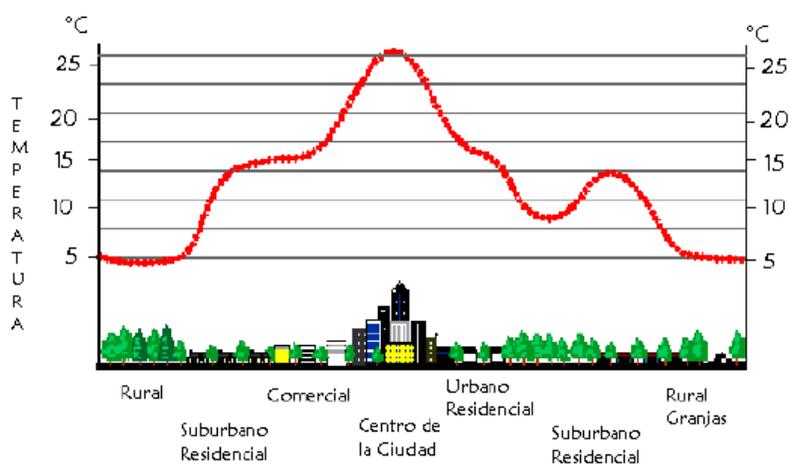


Figura 16. Perfil de un efecto de Isla del Calor Urbano (Fuente: “Environmental Science Publisher for Everybody Round the Earht”. Adaptación: Germán Bernal.)

2.1.3.5 Temperatura

La temperatura del aire media anual en Bogotá presenta un comportamiento muy regular a lo largo de todo el año, esta información se obtuvo de promediar los Valores Medios Multianuales de Temperatura Media en grados centígrados (°C) de la estación meteorológica sinóptica principal ubicada en el Aeropuerto El Dorado, durante el periodo comprendido entre 1981 y 2010, información obtenida del Atlas Climatológico de Colombia de la página web del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM). (Figura 17).

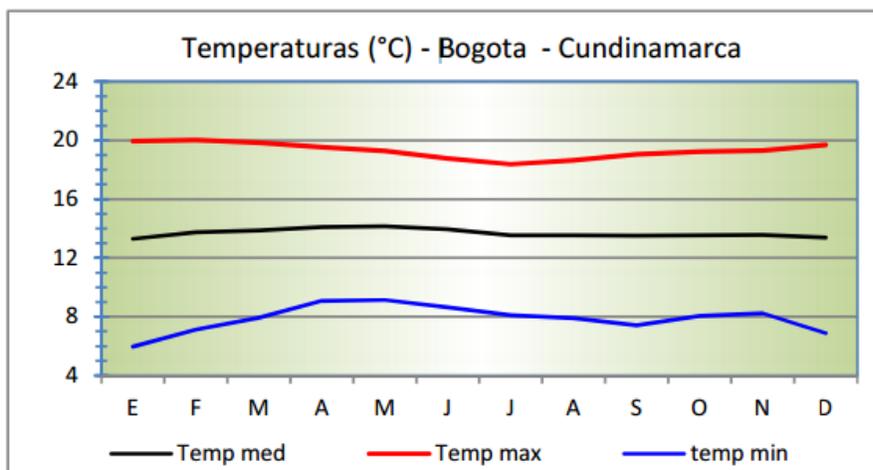


Figura 17. Promedio anual de la temperatura máxima, media y mínima (Fuente: IDEAM, 2016)

La temperatura media máxima, presenta los valores más altos en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo; y los más bajos entre junio, julio y agosto, debido a la influencia de los vientos alisios, particularmente, cuando aumentan su frecuencia y velocidad, incidiendo en la disminución de la temperatura y ofreciendo una sensación térmica baja.

2.1.3.6 Humedad Relativa

El régimen de Humedad Relativa adopta un comportamiento a través del año, presenta sus valores máximos en los meses de precipitaciones altas como son abril, mayo, octubre y noviembre, los valores que presenta un descenso entre ligero y moderado de los valores de la humedad en casi toda la región se presentan en los meses más secos como lo son enero, febrero, julio y agosto. Para el caso del régimen de la serie histórica de datos de la Figura 18, el comportamiento oscila entre el 77% y el 83% °HR

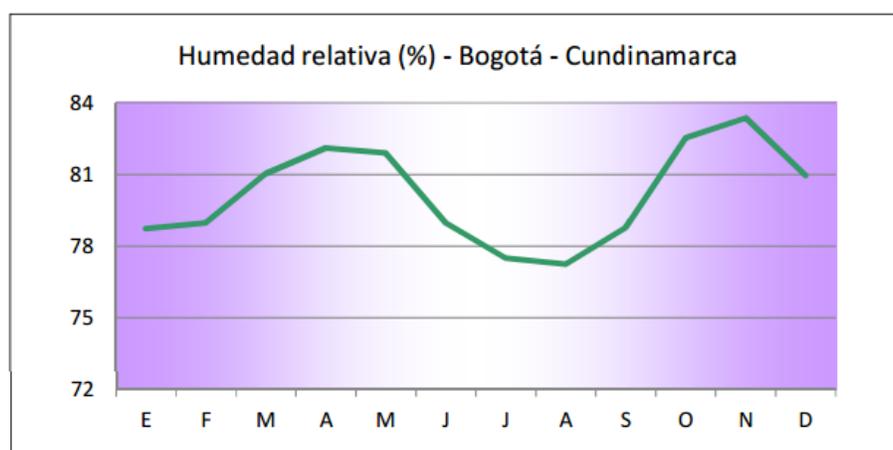


Figura 18. Humedad del aire relativa media anual (Fuente: IDEAM, 2016)

2.1.3.7 Brillo Solar

La radiación que incide sobre la ciudad de Bogotá, por estar Ubicada en la Zona de Confluencia Intertropical–ZCIT, es muy intensa debido a que los rayos solares caen directamente en esta área de la Región Andina, pero pueden variar, por factores como la lluvia, la contaminación, la altitud, en este caso, su altitud de 2600 metros sobre el nivel del mar, entre

otros. Estos factores de insolación están relacionados inversamente con la nubosidad y la precipitación. El régimen de Brillo solar tiene sus más altos niveles al comienzo del año, entre Enero y Marzo, y a final de año en Diciembre. Los meses de menor actividad están entre Abril y Junio y Septiembre y Octubre. Ver Figura 19.

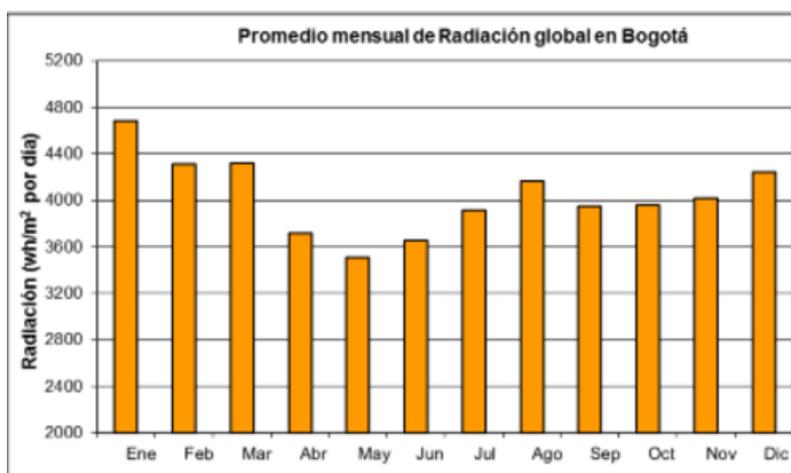


Figura 19. Distribución del brillo solar medio multianual (Fuente: IDEAM, 2016)

2.1.3.8 Precipitación

Las precipitaciones de la Ciudad de Bogotá se caracterizan por tener un comportamiento de régimen bimodal, es decir, presentan dos períodos de mayores precipitaciones durante el año, los cuales son conocidos localmente como “invierno” esto se puede evidenciar en Figura 20, donde según los valores Medios Mensuales Multianuales de la estación meteorológica objeto de estudio, los dos periodos que presentan una mayor cantidad de precipitación son en el primer semestre del año durante los meses de abril y mayo, y en el segundo semestre con los meses de

octubre y noviembre. Los periodos de menor cantidad de lluvias o los periodos más secos denominados “verano” comprenden los meses desde diciembre hasta marzo y de junio hasta agosto. (IDEAM. 2007)

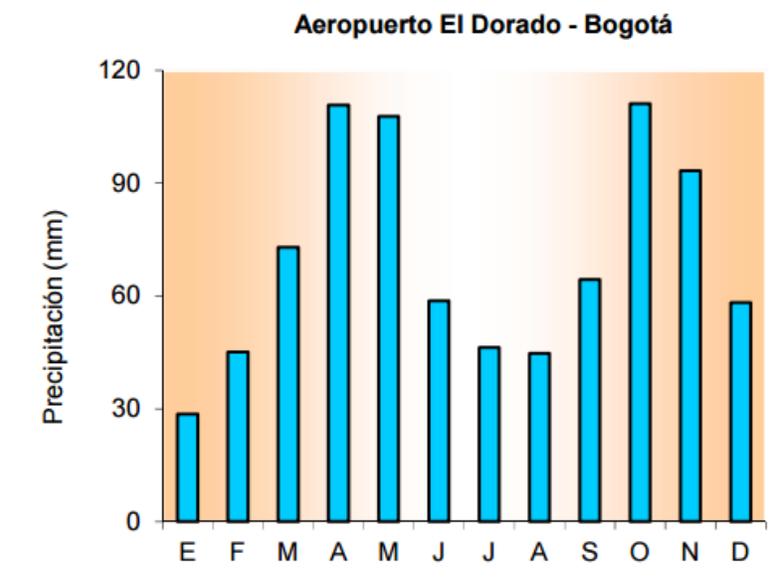


Figura 20. Precipitación media total anual (Fuente: IDEAM, 2016).

2.1.3.9 Velocidad del Viento

Un modo práctico para evaluar la velocidad del viento es observando su efecto sobre la superficie terrestre, para ello se utiliza la escala de Beaufort con la cual se puede evaluar la velocidad del viento basados en las características establecidas. (Costa; C. 2005)

Tabla 3:

Escala de Beaufort para la velocidad del viento, con indicación de las velocidades equivalentes en metros por segundo. Fuente (Costa; C. 2005).

ESCALA	VELOCIDAD PROMEDIO m/s	CARACTERÍSTICAS
0	0.1	Calma; el humo sube verticalmente.
1	0.9	Ventolina; la dirección se muestra por la dirección del humo. Las veletas no alcanzan a moverse.
2	2.4	Brisa muy débil; se siente el viento en la cara, las hojas de los árboles se mueven; las veletas giran lentamente.
3	4.4	Brisa débil; las hojas y las ramas pequeñas se mueven constantemente; el viento despliega las banderas.
4	6.7	Brisa moderada; se levanta el polvo y los papeles del suelo; se mueven las ramas pequeñas de los árboles.
5	9.4	Brisa fresca: los árboles pequeños se mueven; se forman olas en las aguas quietas.
6	12.3	Brisa fuerte; se mueven las ramas grandes de los árboles; los paraguas se mantienen con dificultad.
7	15.5	Viento fuerte; los árboles grandes se mueven; se camina con dificultad contra el viento.
8	19.0	Viento duro; se rompen las ramas de los árboles, no se puede caminar en contra del viento.
9	22.6	Viento muy duro; el viento arranca tejados y chimeneas, se caen arbustos; ocurren daños fuertes en las plantaciones.
10	26.4	Temporal huracanado; raro en los continentes. Arranca los árboles y las viviendas sufren daños muy importantes.
11	30.5	Borrasca
12	32.7 o más	Huracán

Otro criterio a tener en cuenta para entender la dinámica del comportamiento de a velocidad de los vientos en la zona donde se encuentra Colombia, “los vientos sufren modificaciones significativas por la topografía del territorio, el calentamiento, la mayor cantidad de vapor de agua en la atmósfera, además de la influencia de las configuraciones del relieve y otros factores de carácter térmico y dinámico” (IDEAM, 20017, p.59)

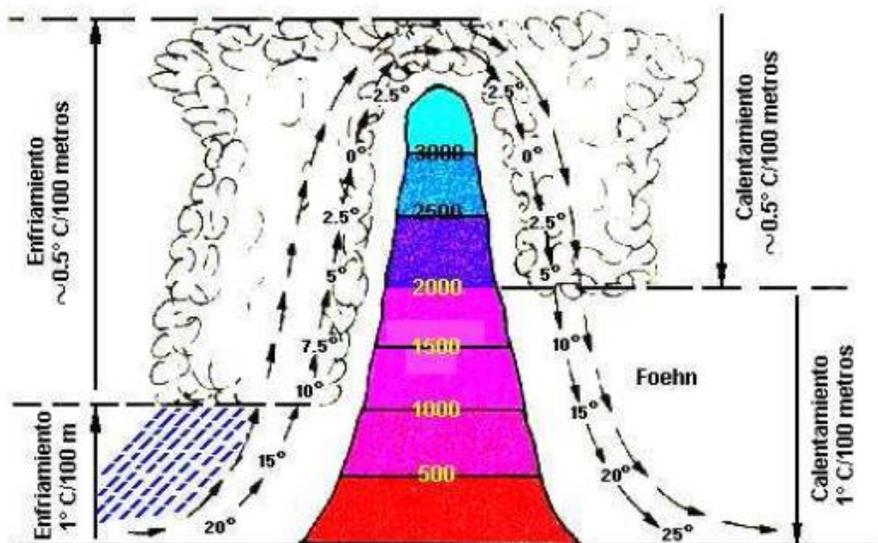


Figura 21. Flujo del Viento sobre una cordillera durante un FOEHN. Fuente (Costa; C. 2005)

Colombia, por estar en la Zona de Confluencia Intertropical - ZCIT, recibe la influencia de los Vientos Alisios (de Este a Oeste), aunque por la topografía del país no tienen a soplar únicamente en estas direcciones, influyen mucho las condiciones locales, como por ejemplo para el caso de la Estación Meteorológica del Aeropuerto el Dorado, Según el Atlas Climatológico de Colombia, en la Región Andina donde se encuentra ubicada la capital del país, predominan las distribuciones mensuales de tipo bimodal. En el caso de nuestro régimen de Velocidad del Viento objeto de estudio, Bogotá cuenta con promedios de velocidad entre 4 y 5 metros por segundo tomados a 10 metros de altura (Ver Figura 22), que según la Escala de Beaufort son brisas entre débiles y moderadas.

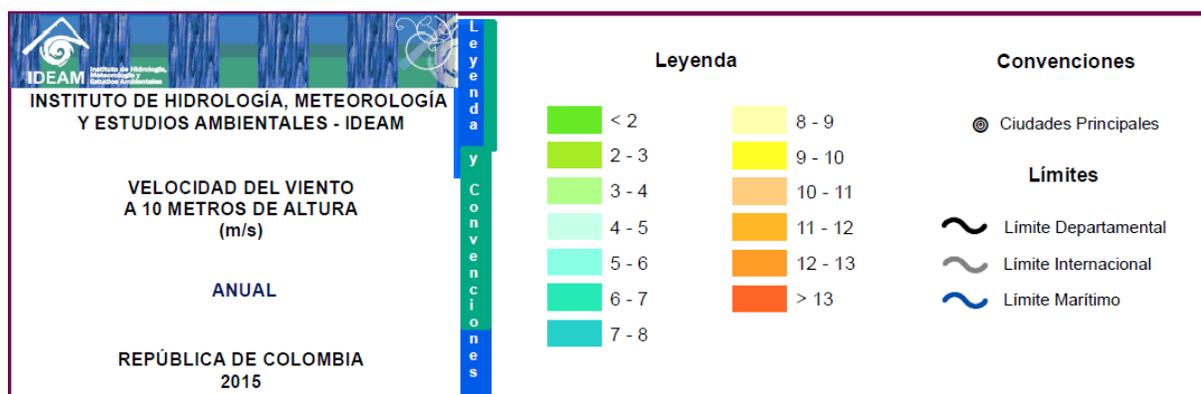
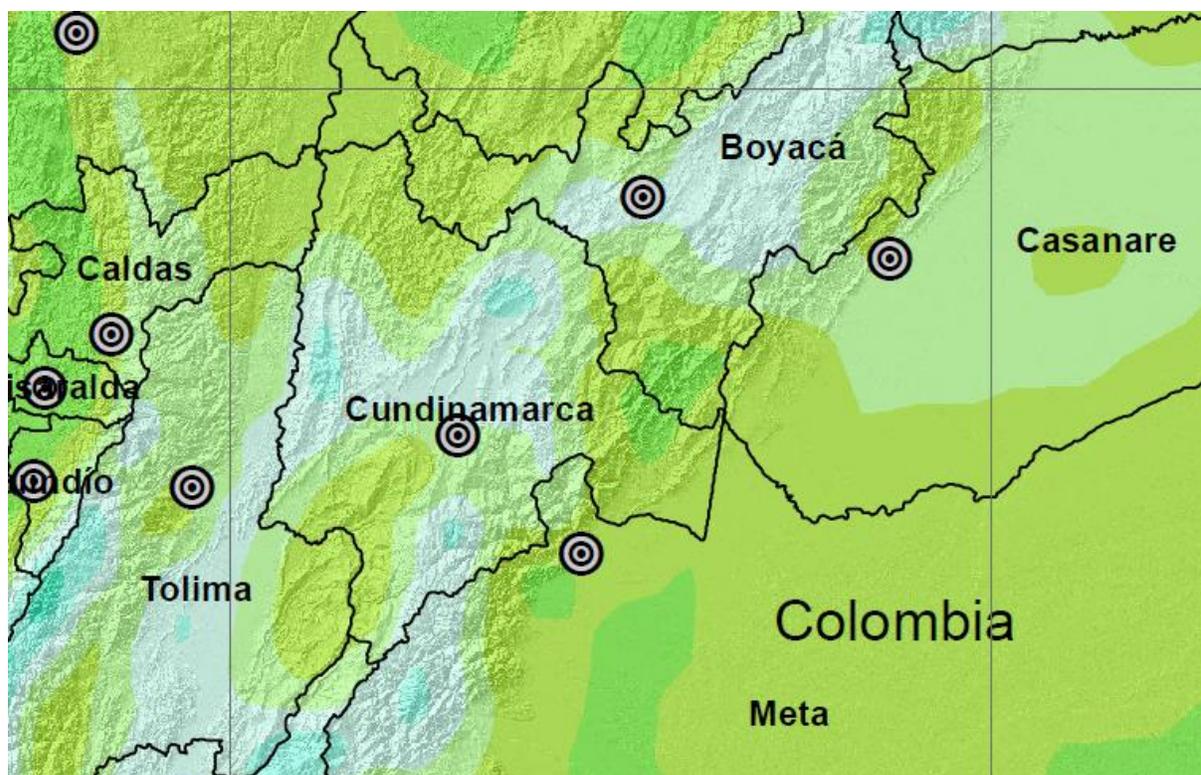


Figura 22. Promedio del Viento a 10 metros de Altura (m/s). (Fuente: IDEAM, 2016)

2.1.3.10 *Distribución Espacio Temporal De La Dirección Del Viento*

Para la dirección del viento en Bogotá existen dos tipos de distribuciones, los generales y los locales, los generales son vientos se comportan como los alisios, los cuales van en las direcciones noreste y sureste en el área de la ciudad y en el Altiplano de Bogotá. Los vientos

generales influyen las precipitaciones a partir de la última semana de junio pues una vez entra llegan, las lluvias del primer semestre del año (marzo, abril y mayo) cesan del todo y las reemplazan las lloviznas sobre todo en los cerros del este y en la ciudad a lo largo de la cordillera.

En la Rosa de los Vientos para Bogotá analizados durante un periodo de 29 años, aparecen dos valores significativos, uno en dirección Este y otro en dirección Nor-Este (Ver Gráfico No). La dirección de los vientos están relacionados con los valores humedad y precipitación; es decir que para Bogotá las corrientes del Este son más secas que las del Oeste y la precipitación más abundante se presenta cuando sopla de esta última dirección

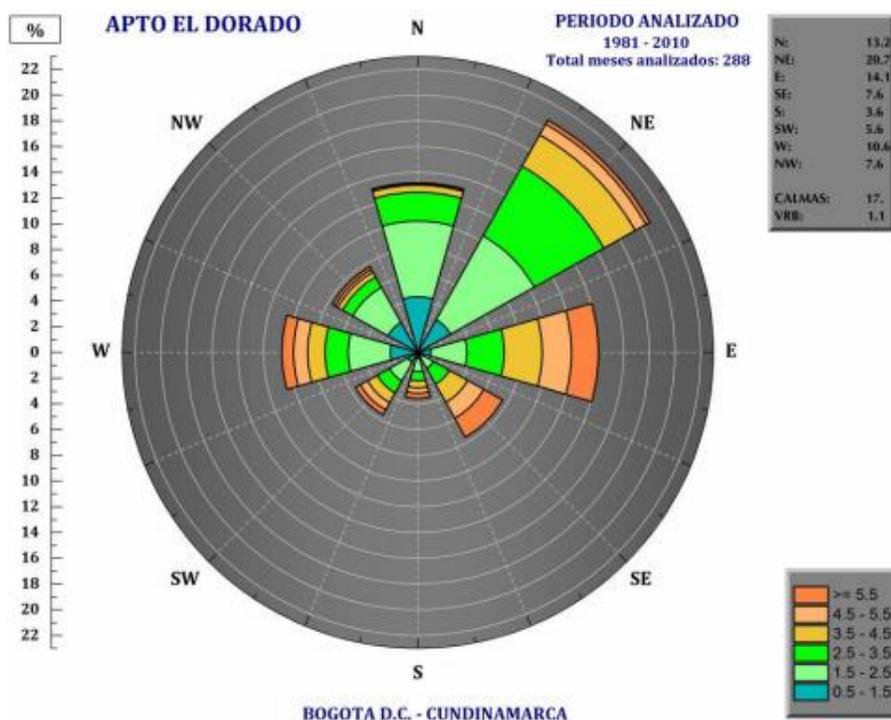


Figura 23. Rosa de los vientos periodo analizado entre 1981 y 2010 (Fuente: IDEAM, 2016)

2.2 Descripción Física |Del Edificio

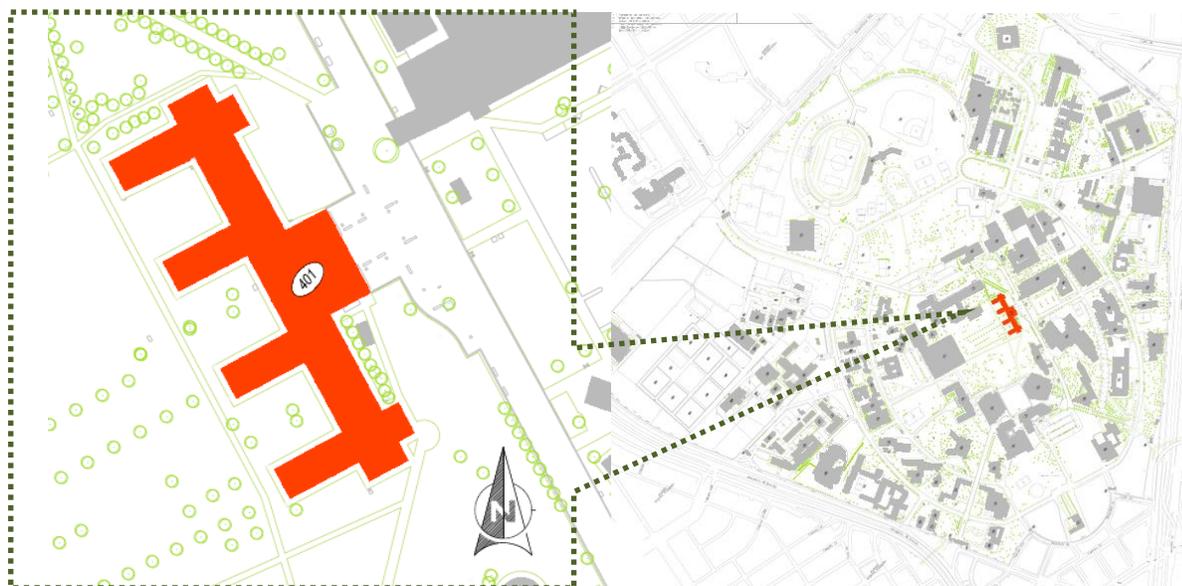


Figura 24.Localización del edificio dentro del campus de la universidad nacional de Colombia.

El edificio de ingeniería fue diseñado en conjunto por los arquitectos Bruno Violi y Leopoldo Rother en el año 1941. Esta obra representa uno de los hitos de la evolución de la arquitectura moderna en Colombia.

El edificio de la facultad de ingeniería tiene una configuración arquitectónica simple, en forma de peineta que permite que todos los espacios disfruten de iluminación natural y vista hacia las zonas verdes. Conocido por muchos como el edificio de la ingeniería de la luz, por el diseño de las ventanas a modo de celosía que iluminan los pasillos de circulación, creando efectos de luz y reflejo que generan un juego cálido al interior, haciendo que el desplazamiento de un extremo al otro sea entretenido.

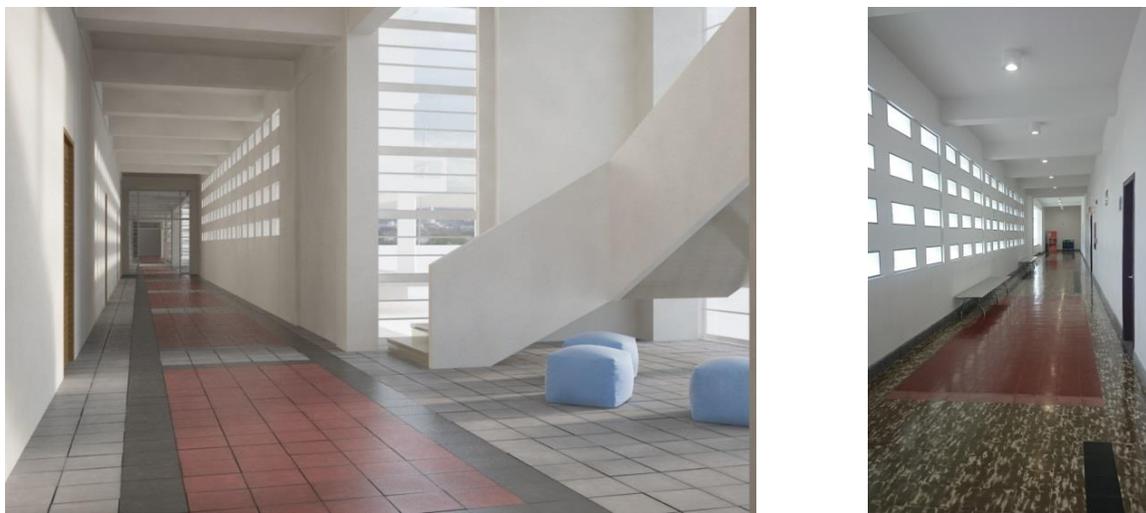


Figura 25. Corredores de la facultad de Ingeniería. Fuente: Archivo Universidad Nacional.

El acceso se hace a través de un amplio porche, por el punto central del edificio, desde este espacio se puede ver la esbelta estructura diseñada por Rother, con columnas ovaladas, de manera simétrica. La escalera central de la facultad, es, al igual que los otros dos puntos fijos, que se localizan en los extremos de los pasillos, fueron diseñadas de manera escultórica y se muestran a través de grandes ventanales.

Al interior de la facultad funcionan salones de clases y salones de dibujo, con ventanería corrida, que dejan entrar durante todo el día la luz natural. Desde el exterior se puede observar lo que sucede al interior del edificio debido a que el elemento principal de diseño fueron las ventanas piso techo.

La composición del edificio, con formas puras y la relación de los espacios al interior, dejan ver que no es necesario recargar un edificio con detalles en los acabados, que la lógica funcional prima sobre la forma.



Figura 26. Foto panorámica facultad de Ingeniería. Fuente: Propia

El edificio 401, Facultad de Ingeniería, está conformado por:

- 2 Auditorios con capacidad de 118 personas c/u
- 5 Aulas para ciclo básico para 60 alumnos.
- 12 Aulas, para clases especializadas de 3° alumnos
- 2 Aulas de estudio en grupo con capacidad de 80 personas c/u
- Oficinas Administrativas
- Sala de Juntas

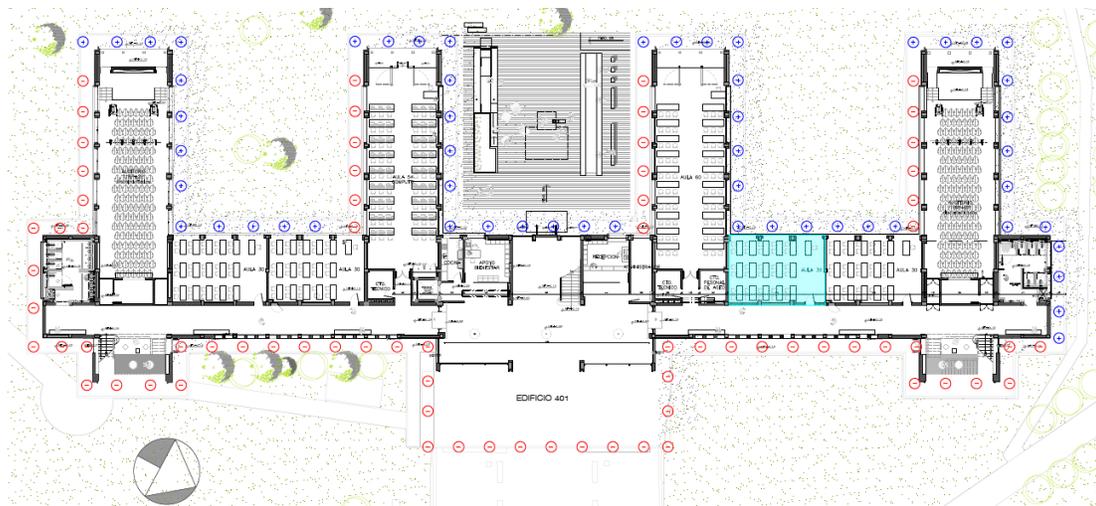


Figura 27. Planta Piso 1

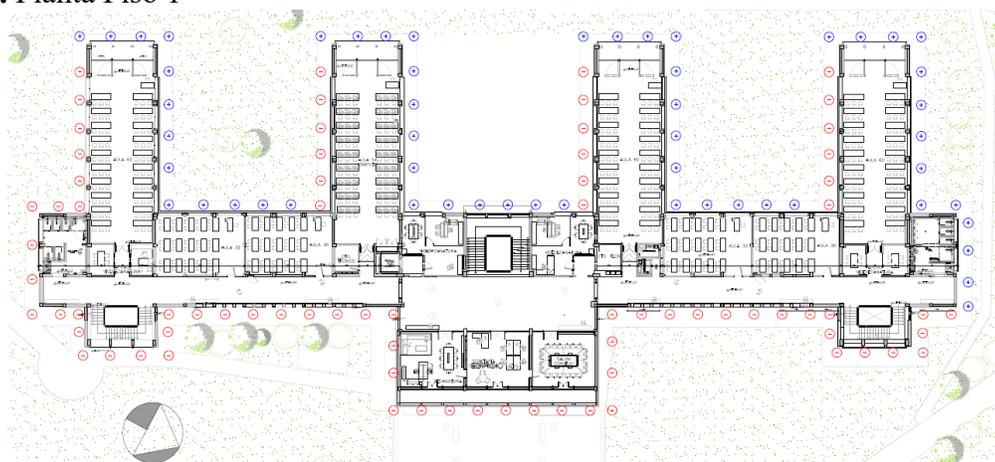


Figura 28. Planta Piso 2

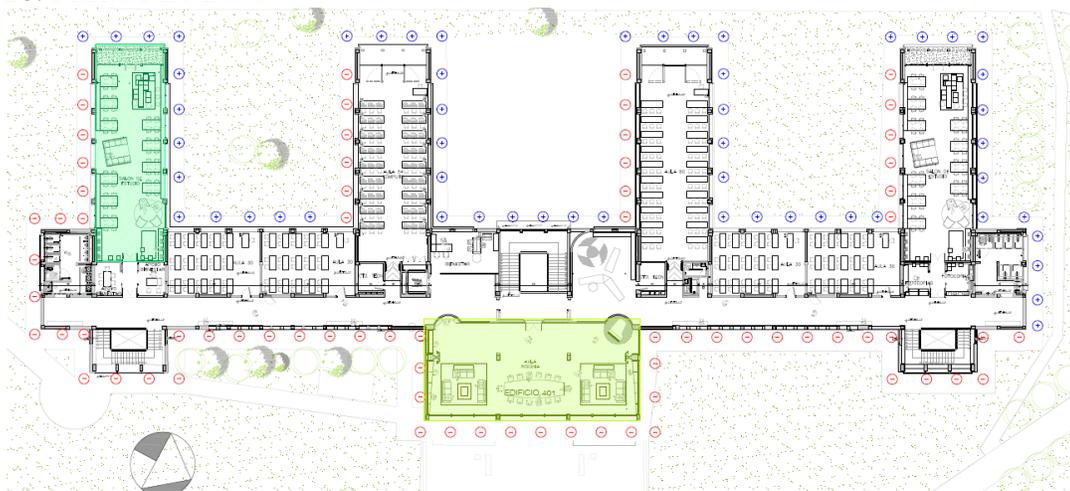


Figura 29. Planta Piso 3

2.4.11 Tecnología Constructiva

El edificio Insignia, está construido en concreto y acero, material energéticamente eficiente por su conocida versatilidad, resistencia, protección frente al fuego, aislamiento acústico y su inercia térmica con una estructura convencional aporticado, conformado por vigas, columnas y placa maciza sobre vigas con torta inferior.

Muros en bloque con revestimiento interior en pañete, estuco y pintura color blanco. Cubierta a dos aguas con teja liviana en asbesto y teja de barro cocido.

Las ventanas fueron fabricadas en ángulos metálicos, color gris y vidrio simple de 4mm de espesor y no utiliza ningún tipo de tecnología que permita conservar la temperatura absorbida durante el día.

Los pisos de los pasillos enchapados con baldosas en cerámica, las escaleras con acabado en granito y salones con pisos en madera, el salón insignia tiene sus paredes totalmente revestido en madera.

2.4.12 Características Termofísicas

La orientación del edificio responde a la necesidad de iluminación natural de las aulas de dibujo, todos los espacios cuentan con amplias ventanas corridas que facilitan la ventilación cruzada. La composición en forma de peine, hace que cada espacio sea independiente uno del otro, debido a que ninguno genera sombras, que afecten al volumen continuo.

Los salones aprovechan las horas de sol de la mañana y de la tarde, como se puede ver en la fotografía del edificio cuando fue construido.

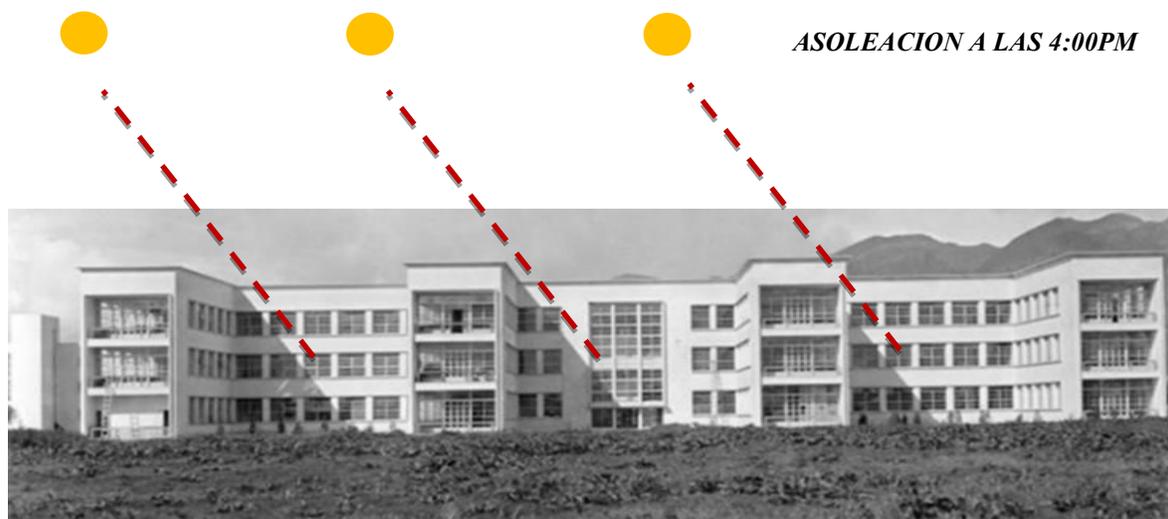


Figura 30. Fotografía panorámica fachada occidental edificio facultad de ingeniería. Fuente: Archivo Universidad Nacional de Colombia

El diseño de la carpintería metálica, es basculante, lo que disipa la fuerza del viento que ingresa al recinto, haciendo posible la sensación de refrescamiento sin corrientes fuertes de viento.



Figura 31. Detalles carpintería metálica facultad de Ingeniería. Fuente: Propia

Luego de 70 años de construido el edificio de Ingeniería, se realizó un reforzamiento estructural en el año 2011, que duro cerca de tres años. Durante este tiempo se hicieron varias intervenciones, restauración de redes especiales, compra de mobiliario, dotación de equipos tecnológicos, se construyeron dos auditorios especializados en el piso 1, y debido al alto nivel freático se realizó una impermeabilización en todo el primer piso, levantando los pisos originales. Re reemplazo la cubierta antigua por una nueva en madera y se construyó un tanque para reutilización de agua lluvias en baños y zonas de servicio, adicionalmente se adaptó el edificio a la norma sismoresistente NSR-2010, para sistema de evacuaciones y red contraincendios.



Figura 31. Restauración del techo. Fuente: Archivo Universidad Nacional de Colombia

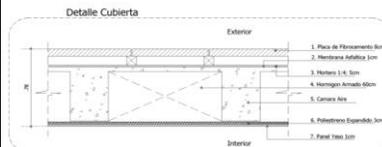
2.3 Transmitancia Térmica



Figura 32. Aislamiento e impermeabilización del Edificio Facultad de Ingeniería. Fuente: Archivo Universidad Nacional de Colombia

A continuación los cálculos de Transmitancia térmicas K de las capas de la envolvente edilicia existentes

Norma IRAM 11601		CALCULO DE TRANSMITANCIA TÉRMICA		
PROYECTO	Edificio 401 Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Colombia		Bogota, Colombia	
ELEMENTO	CUBIERTA		Ascendente (techos)	
Capa del elemento constructivo	e espesor (m)	λ conductividad termica w/m.k	R resistencia termica $m^2.k/w$	
Resistencia superficial exterior				0.040
Placa de Fibrocemento	0.08	0.30		0.267
Membrana Asfáltica	0.01	0.70		0.010
Mortero 1:4	0.05	0.92		0.054
Hormigon Normal con Agregados Petreos	0.60	0.97		0.619
Camara de Aire				0.140
Poliestireno expandido (planchas)	0.03	0.035		0.857
Panel Yeso				
Resistencia superficial interior				0.100
RESISTENCIA TERMICA DEL ELEMENTO $R m^2.k/w$				2.087
TRANSMITANCIA TERMICA DEL PROYECTO $K= 1/R$				0.479
TRANSMITANCIA TERMICA invierno SEGÚN IRAM 11605		NIVEL B 0,69	$K \text{ PROJ.} \leq K \text{ ADM}$	CUMPLE



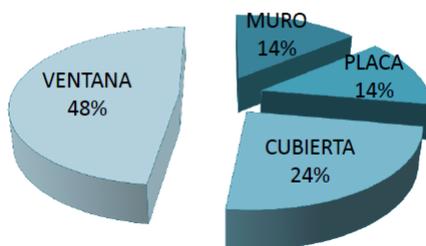
Norma IRAM 11601		CALCULO DE TRANSMITANCIA TÉRMICA		
PROYECTO	Edificio 401 Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Colombia		Bogota, Colombia	
ELEMENTO	MURO BLOQUE CERAMICO			
Capa del elemento constructivo	e espesor (m)	λ conductividad termica w/m.k	R resistencia termica m ² .k/w	
Resistencia superficial interior			0.130	
Pintura Interior				
Revoque interior	0.02	0.93	0.022	
Ladrillo hueco 8x18x25			0.350	
Poliestireno Expandido	0.05	0.035	1.429	
Ladrillo hueco 8x18x25			0.350	
Revoque exterior	0.02	1.16	0.017	
Pintura exterior				
Resistencia superficial exterior			0.040	
RESISTENCIA TERMICA DEL ELEMENTO R m ² .k/w			2.337	
TRANSMITANCIA TERMICA DEL PROYECTO K= 1/R			0.428	
TRANSMITANCIA TERMICA invierno SEGÚN IRAM 11605		NIVEL B 0,69	K PROJ. ≤ K ADM	CUMPLE
TRANSMITANCIA TERMICA verano SEGÚN IRAM 11605		NIVEL B 1,10	K PROJ. ≤ K ADM	CUMPLE

Norma IRAM 11601		CALCULO DE TRANSMITANCIA TÉRMICA		
PROYECTO	Edificio 401 Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Colombia		Bogota, Colombia	
ELEMENTO	PLACA DE ENTREPISO			
Capa del elemento constructivo	e espesor (m)	λ conductividad termica w/m.k	R resistencia termica m ² .k/w	
Resistencia superficial interior			0.170	
Baldosa Ceramica	0.02	0.70	0.029	
Mortero 1:3 Cemento y Arena	0.03	0.89	0.034	
Hormigon Normal con Agregados Petreos	0.60	0.97	0.619	
Camara de Aire			0.210	
Poliestireno expandido (planchas)	0.04	0.035	1.143	
Panel Yeso				
Pintura interior				
Resistencia superficial exterior			0.040	
RESISTENCIA TERMICA DEL ELEMENTO R m ² .k/w			2.244	
TRANSMITANCIA TERMICA DEL PROYECTO K= 1/R			0.446	
TRANSMITANCIA TERMICA invierno SEGÚN IRAM 11605		NIVEL B 0,69	K PROJ. ≤ K ADM	CUMPLE
TRANSMITANCIA TERMICA verano SEGÚN IRAM 11605		NIVEL B 0,45	K PROJ. ≤ K ADM	CUMPLE

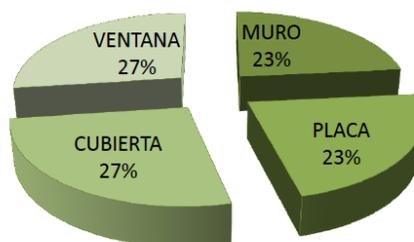
Norma IRAM 11601		CALCULO DE TRANSMITANCIA TÉRMICA		
PROYECTO	Edificio 401 Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Colombia		Bogota, Colombia	
ELEMENTO	CUBIERTA			
Capa del elemento constructivo	e espesor (m)	λ conductividad termica w/m.k	R resistencia termica m ² .k/w	
Resistencia superficial exterior			0.040	
Placa de Fibrocemento	0.08	0.30	0.267	
Membrana Asfáltica	0.01	0.70	0.010	
Mortero 1:4	0.05	0.92	0.054	
Hormigon Normal con Agregados Petreos	0.60	0.97	0.619	
Camara de Aire			0.140	
Poliestireno expandido (planchas)	0.03	0.035	0.857	
Panel Yeso				
Resistencia superficial interior			0.170	
RESISTENCIA TERMICA DEL ELEMENTO R m ² .k/w			2.157	
TRANSMITANCIA TERMICA DEL PROYECTO K= 1/R			0.464	
TRANSMITANCIA TERMICA verano SEGÚN IRAM 11605		NIVEL B 0,45	K PROJ. ≤ K ADM	CUMPLE

Norma IRAM 11507		CARPINTERIAS DE OBRA					
PROYECTO		Edificio 401 Facultad de Ingenieria Universidad Nacional de Colombia			Bogota, Colombia		
VENTANA SIMPLE SIN RUPTOR DE PUENTE TERMICO				PUERTA MADERA K=0,50			
TIPO	CANT	ALTURA	ANCHO	SUP Vent.	SUP Puert.	K	TOTAL
VENTANA No. 1	4	2.20	8.92	19.62		3.14	12.56
VENTANA No. 2	4	3.00	4.73	14.19		3.14	12.56
VENTANA No. 3	20	2.80	4.80	13.44		3.14	62.80
VENTANA No. 4	4	2.65	6.49	17.20		3.14	12.56
VENTANA No. 5	1	3.00	4.71	14.13		3.14	3.14
VENTANA No. 6	2	2.50	2.01	5.03		3.14	6.28
PUERTA No. 7	2	2.50	0.80		2.000	0.50	1.00
VENTANA No. 8	4	0.50	2.45	1.23		3.14	12.56
VENTANA No. 9	4	0.50	2.77	1.39		3.14	12.56
VENTANA No. 10	4	2.20	24.45	53.79		3.14	12.56
VENTANA No. 11	4	2.20	8.45	18.59		3.14	12.56
K 4 ADM PARA VENTANAS CON ALTURA SUPERIOR A 10 M DESDE EL NIVEL DE LA VEREDA							
K 4 ADM= 2,0 ≤ K ≥ 3,0 CUMPLE							

COEFICIENTE K EDIFICIO ORIGINAL



COEFICIENTE K EDIFICIO MEJORADO



2.4.13 Calculo de la Condensación Superficial e Intersticial de la Envoltente

Norma IRAM 11625		CALCULO DE RIESGO DE CONDENSACIÓN INTERSTICIAL										
ELEMENTO		CUBIERTA										
	e espesor (m)	λ conductividad termica w/m.k	R resistencia termica m².k/w	ΣR	Temp capas	Permeabilidad	RV e/δ	Presion vapor	HR %	Temp rocio (tr)	Difer. Temp Δt	
Capa del elemento constructivo					18.00							
AIRE INTERIOR			0.040						45	15.30	2.70	
Resistencia superficial exterior			0.040	0.04	17.69			1.48		14.70	2.99	
Placa de Fibrocemento	0.08	0.30	0.267	0.31	15.63	0.026	3.08	1.18		12.90	2.73	
Membrana Asfaltica	0.01	0.70	0.010	0.32	15.55	0.0013	5.38	1.17		12.80	2.75	
Mortero 1:4	0.05	0.92	0.054	0.37	15.13	0.022	2.27	1.11		12.50	2.63	
Hormigon Normal con Agregados Petreos	0.60	0.97	0.619	0.98	10.34	0.030	20.00	0.42		7.90	2.44	
Camara de Aire			0.140	1.13	9.25	0.626	0.00	0.27		6.80	2.45	
Poliestireno expandido (planchas)	0.03	0.035	0.857	1.98	2.62	0.025	1.20	-0.68		0.90	1.72	
Panel Yeso	0.01	0.31	0.039	2.03	2.32	0.110	0.11	-0.72		0.80	1.52	
Resistencia superficial interior			0.170	2.20	35.00							
AIRE EXTERIOR								3.95	70			

0.78	2.20	17.00	0.84	32.04	2.43	CUMPLE
e	RT	Δ TEMPE	δ	Rv	Δp	tr < tsi
						tsi = 16,76°C

2.4.14 Humedad causada por condensación

Codina en su tratado sobre *Las Envolventes* menciona a la humedad causada por la condensación como un fenómeno que acontece cuando al aumentar la presión del vapor del agua, el vapor atraviesa los materiales de la envolvente. Este vapor de agua saturado atravesando los materiales se puede encontrar un con una temperatura menor que la del punto del rocío. Este tipo de condensación puede darse a nivel superficial y se puede controlar de manera sencilla ventilando el área afectada. Al igual a condensación podría originarse en el interior del muro lo que va a ocasionar una condensación intersticial muy peligrosa, debido a que permanece oculta deteriorando progresivamente no sólo la aislación térmica sino el resto de los materiales.

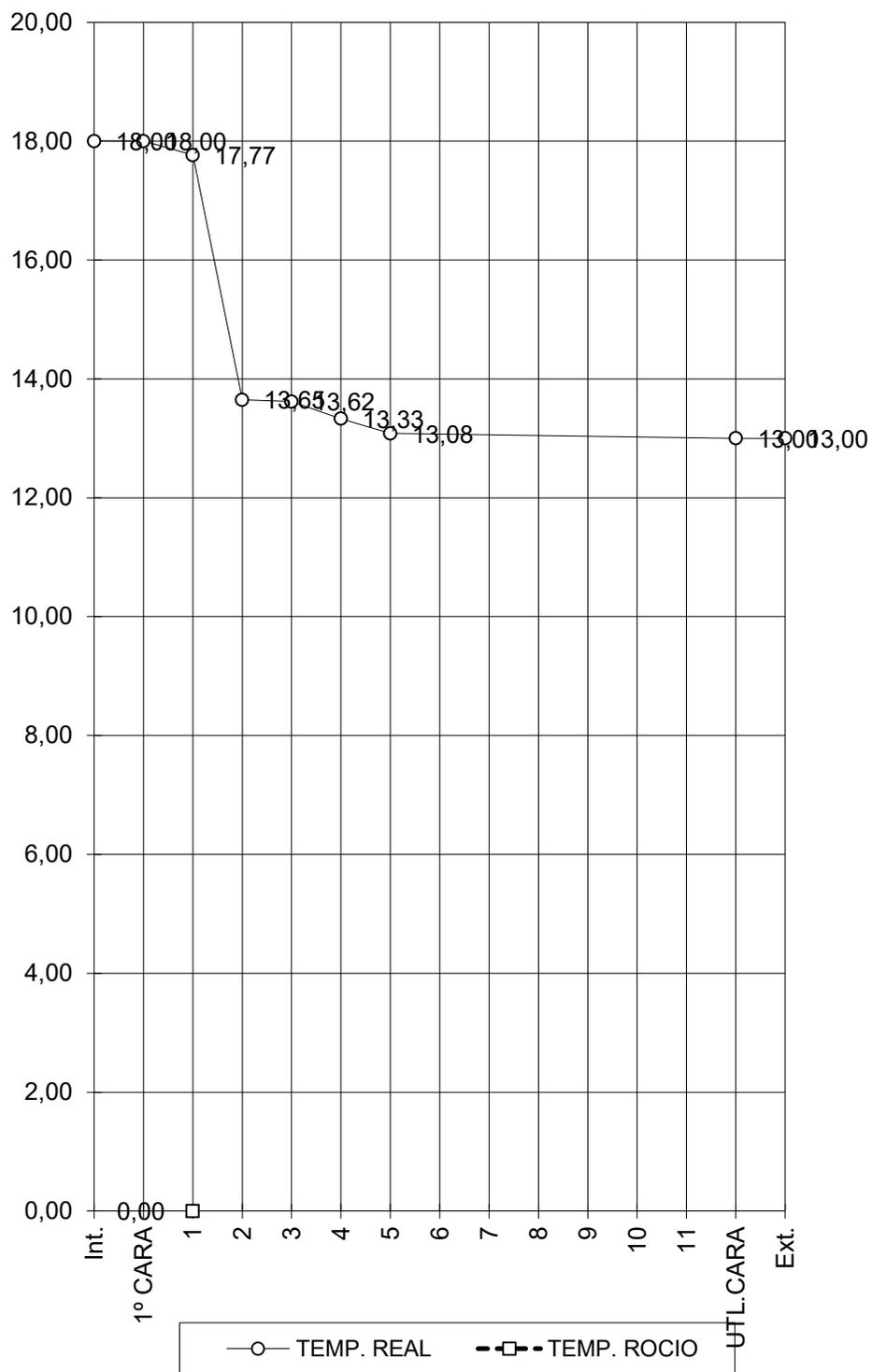


Figura 33. Temperatura Vs Temperatura de Rocío.

2.4 Criterios De Diseño

2.4.1 Comportamiento de la trayectoria solar en el edificio

Se analiza los porcentajes de exposición directa del sol sobre las fachadas de la Facultad de Ingeniería en los días en que se producen el equinoccio de verano (21 de Junio) y el equinoccio de invierno (21 de Diciembre), siendo estos los días de mayor incidencia solar durante todo el año, para determinar el tipo de protección solar y los aportes energéticos al interior del edificio.

2.4.1.1 Diagrama Solar Bogotá

Localización del proyecto –trayectoria Solar

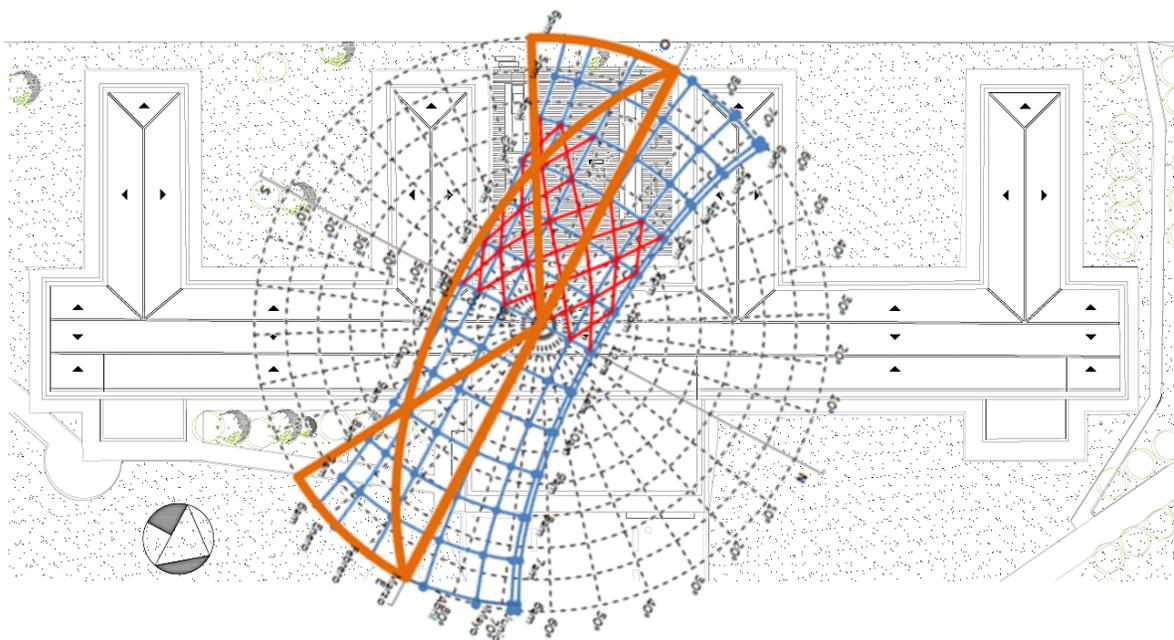


Figura 34. Diagrama Solar de Bogotá.

2.4.1.2 Heliodon Numérico



Figura 35. Fachada Principal Este

La distribución arquitectónica a manera de peña fue estratégicamente diseñada por Rother, para que todas las aulas recibieran la luz solar durante todo el día, debido a que, todos los espacios cuentan con cuatro fachadas y la proximidad entre un bloque y otro no obstruye ni las visuales ni la iluminación natural.



Figura 36. Fachada Lateral Sur Este

2.4.2 Comportamiento de la ventilación natural en el edificio

Como se explica en el literal de la Variabilidad climática de Bogotá D.C, el Atlas Climatológico de Colombia, Costa (2005) expone que en la ciudad hay dos clases de distribuciones de la dirección del viento, para las generales, las corrientes ingresan a Bogotá en dirección con predominancia Este y dirección Nor-Este. Para el caso de las distribuciones locales, se consultó la rosa de los vientos de la Estación Meteorológica del Parque Simón Bolívar, ubicada en la localidad de Teusaquillo, donde pertenece la universidad nacional de Colombia. (Ver Figura. XX) . La dirección del viento Nor- Oeste, Oeste y Sur-Este son las que presentan mayores frecuencias en el sector, adicionalmente poseen las mayores velocidades del viento, con ráfagas de hasta entre 3.6 y 6.0 m/s.

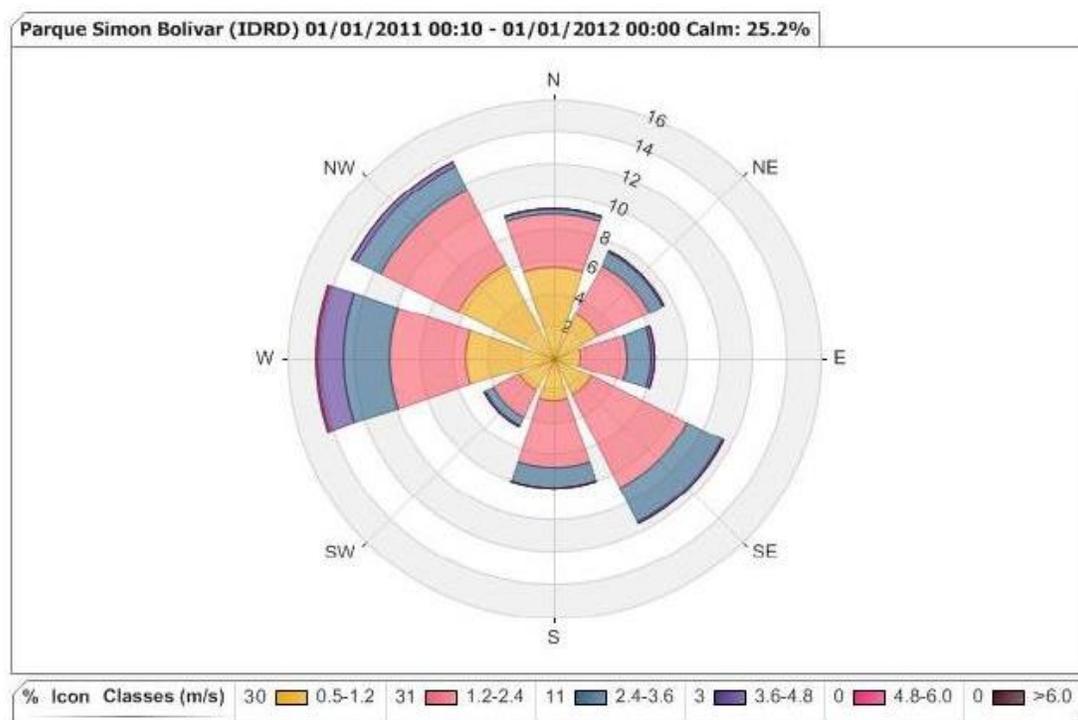


Figura 37. Rosa de los Vientos Parque Simón Bolívar. Localidad No.13 Teusaquillo.

2.4.2.1 Ventilación Natural En La Sala de Estudio A

Para la Sala de Estudio A, el corte en planta muestra que las corrientes de viento que la ventilan provienen del Oeste. La Sala de Estudio A está ubicada en dirección Sur-Oeste, por ello, las corrientes entran a la sala por las ventanas del costado derecho y por las ventanas del balcón, como se muestra en la Figura 38, donde la ventilación entrante se simboliza con signos azules positivos, mientras que la salida del viento se ejerce por el costado izquierdo de la sala, cuya orientación está en dirección Sur, simbolizada con signos negativos en rojo.

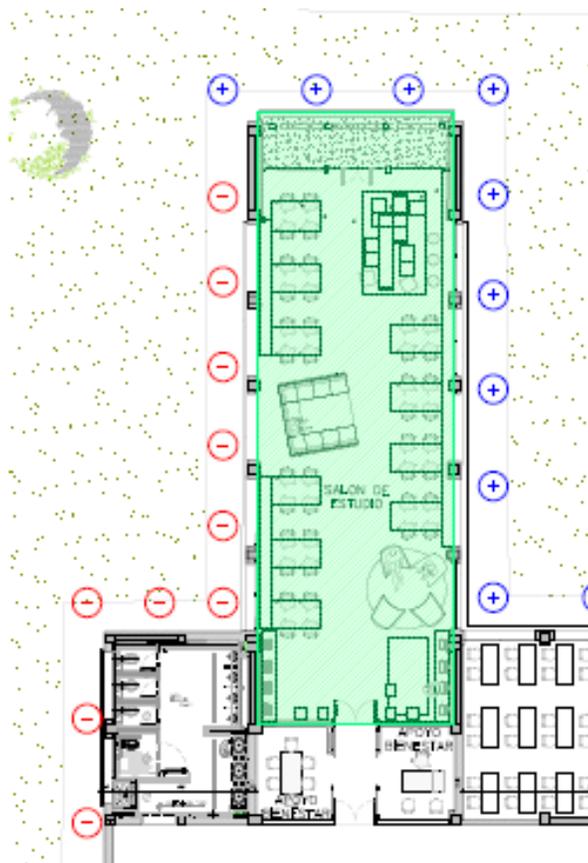


Figura 38. Corte en Planta de la Sala de Estudio A. Ventilación Natural.

2.4.2.2 Ventilación Natural Salón de Clases 105.

Para la el Aula de Clase 105, el corte en planta muestra que las corrientes de viento que la ventilan provienen del Nor-Oeste. Este salón de clase está ubicada en dirección Oeste, hecho que obliga a las corrientes predominantes entran al salón por las ventanas de la fachada posterior como se muestra en la Figura 39, donde la ventilación entrante se simboliza con signos azules positivos, durante el monitoreo no se registró por ninguna ventana flujo de ventilación saliente.



Figura 39. Corte en Planta de la Salón de Clases 105. Ventilación Natural.

2.4.2.3 Ventilación Natural Aula Insignia.

El corte en planta del Salón Insignia, antiguamente Biblioteca, muestra la presión que ejerce el viento sobre la fachada principal cuya ubicación está orientada hacia el Nor-Este, lo que genera un poca ventilación natural en este espacio, haciendo que la renovación del aire dentro de la sala con las ventanas abiertas sea muy baja, así el aire caliente del interior de la sala tenga poca renovación, debido a la ganancia térmica al interior producto de las actividades allí realizadas y el uso de aparatos electrónicos dentro de la sala de Juntas. Figura 40.

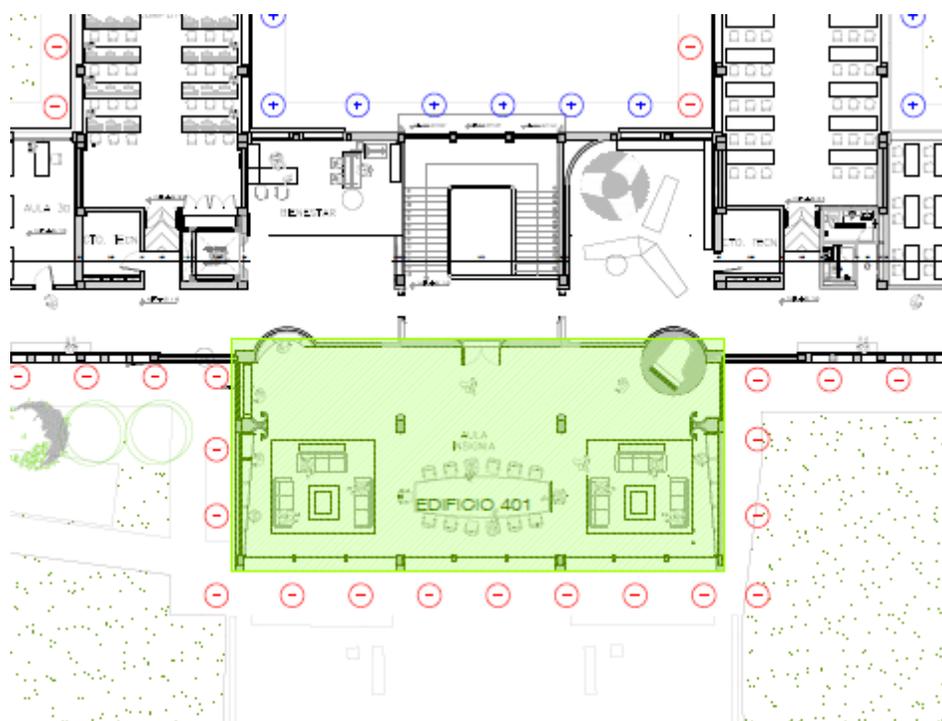


Figura 40. Corte en Planta del Aula Insignia. Ventilación Natural.

En el corte transversal se ilustra el flujo de las corrientes de ventilación natural, la dinámica del viento se muestran a través de las flechas azules, las cuales indican el aire fresco que ingresa

por las ventanas y las flechas rojas indican la renovación de aire de frío a caliente que sale por las ventanas opuestas.

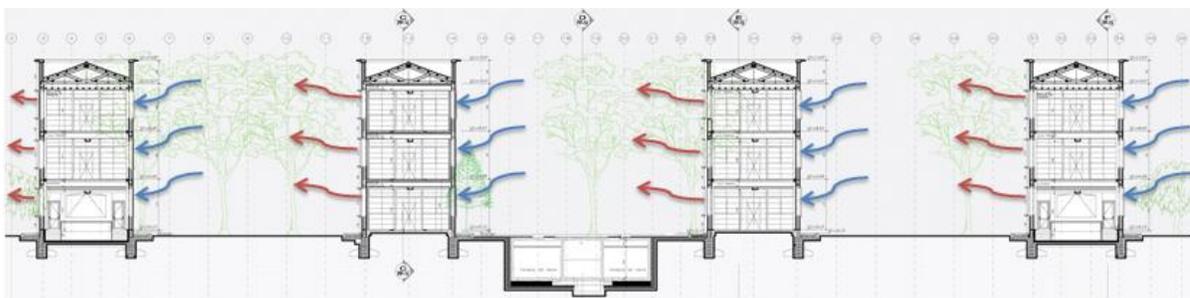


Figura 41. Ventilación Natural en corte transversal. Edificio Facultad de Ingeniería.

2.5 Criterios de Medición

Para la medición de los tres aspectos a estudiar en la facultad de ingeniería, se eligieron tres espacios que por su ubicación, presentan mayores variaciones climáticas al interior, El Salón Insignia, porque térmicamente es el espacio que está más expuesto a la luz de la mañana, y mantiene altas temperatura durante el día, teniendo en cuenta que al interior está revestido en madera y se ubica en el piso 3. La Sala de Estudio, antes Sala de Dibujo, son los espacios de mayor importancia en la facultad, estos espacios están ubicados hacia la fachada sur occidente y disfrutan de la mejor vista hacia las zonas verdes, además aprovechan el sol durante todo el día y disfrutan de la ventilación cruzada por ser módulos totalmente independientes, se midió la sala ubicada al costado oriental ubicada en el piso 3 El Aula 105, es un salón de clases ubicado en el piso 1, está menos expuesta a la asoleación de la mañana, pero al comunicarse directamente con la circulación que atraviesa el edificio de oriente a occidente mantiene un temperatura cálida al interior, la fachada occidente del salón aprovecha el sol de la tarde, y recibe corrientes convectivas de viento por la forma compositiva.

2.5.1 Localización de los Espacios Medidos en el Edificio

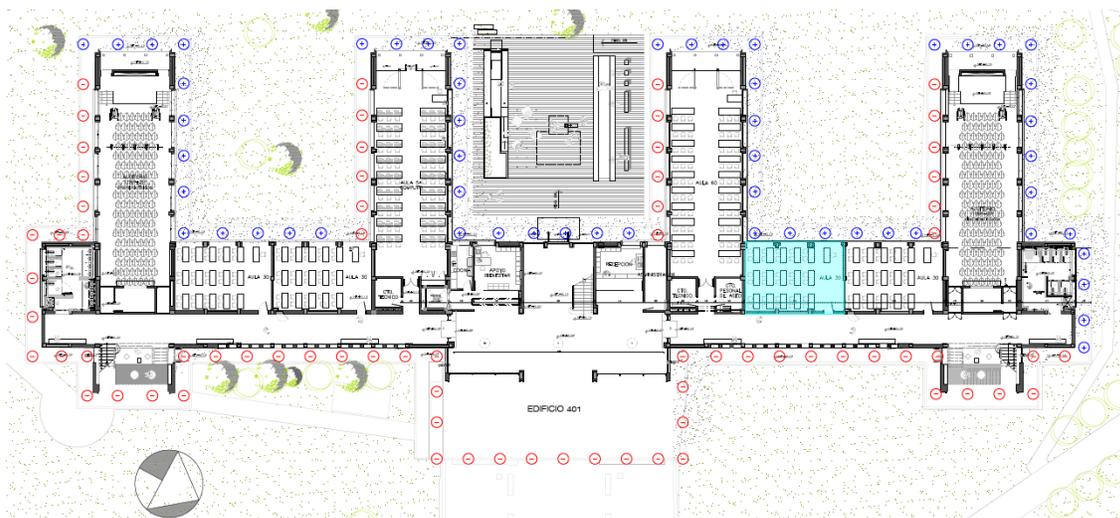


Figura 42. Corte en planta edificio ingeniería. Primer Piso.

Salón de Clases 105



Primer Piso[CO] (Planta Baja[AR])

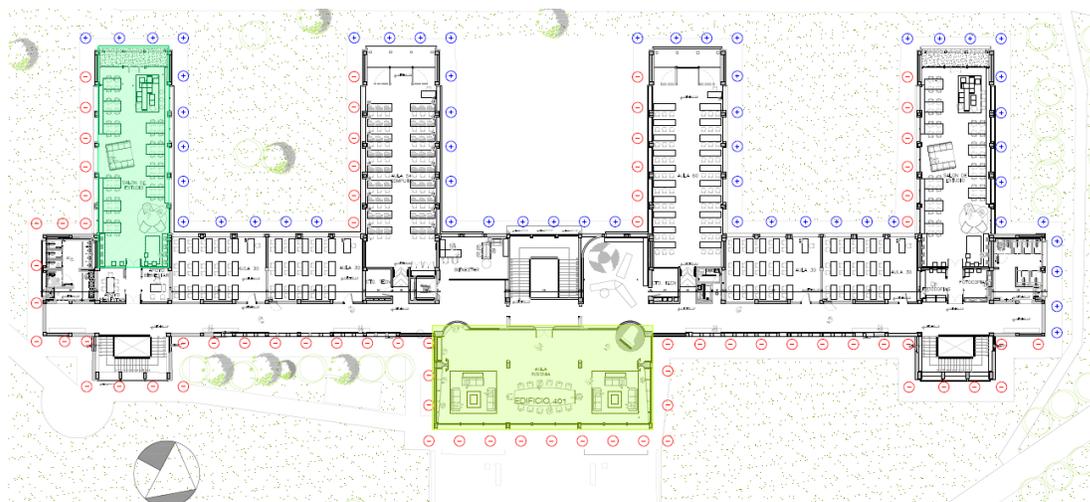


Figura 43. Corte en planta edificio ingeniería. Tercer Piso.

Salón de Estudio A



Salón Insignia



Planta Piso 3 [CO] Piso 2 [AR]

2.5.2 Parametros Bioclimaticos Norma Internacional: Confort Térmico: Temperatura, Humedad Relativa

2.5.2.1 Climograma Higrotermico de Givoni

El Diagrama Higrotermico de Givoni nos permite evaluar la sensación térmica del lugar a partir del comportamiento climático anual (aire, humedad relativa y temperatura) dando soluciones de climatización para el diseño del edificio cuando no se alcanza el confort higrotermico deseado.

En el caso de Bogotá, el siguiente Diagrama de Givoni (Figura 44) nos sugiere las estrategias de diseño bioclimático para alcanzar el Confort mediante 1: Calefacción por ganancia interna; 2: Calefacción solar pasiva; 3: Calefacción solar activa.

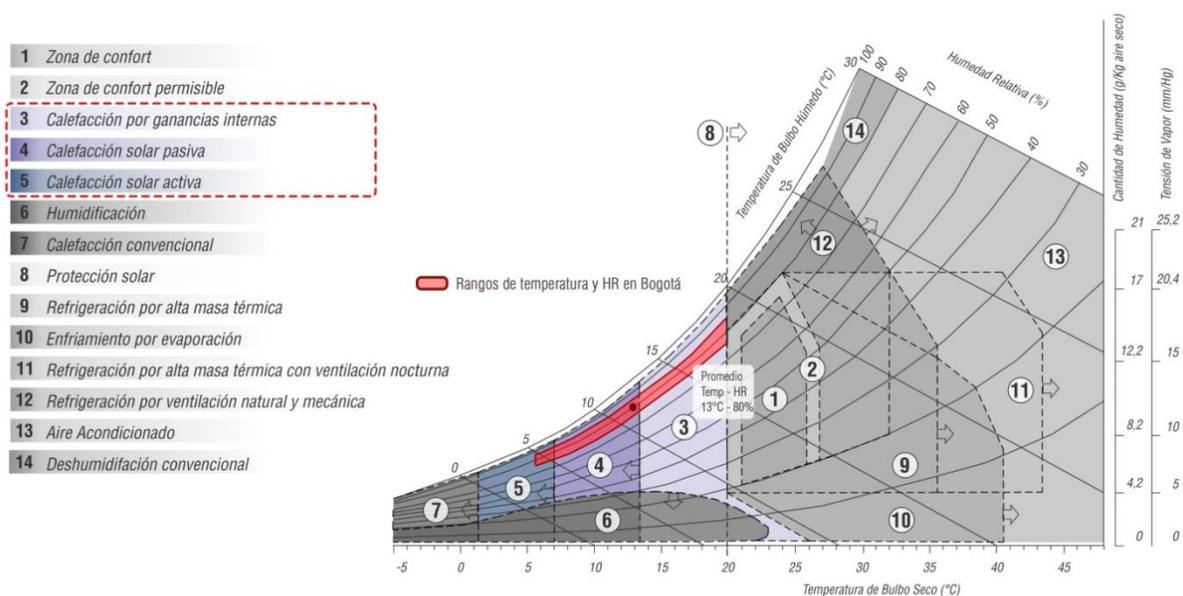


Figura 44. Diagrama de Givoni para Bogotá D.C.

Las condiciones térmicas de un edificio dependen de la magnitud de las pérdidas y ganancias de calor que está teniendo en un momento dado. El edificio tenderá a calentarse cuando las ganancias de calor sean mayores que las pérdidas, y a enfriarse en la situación contraria.

Las ganancias internas en una edificación representan fuentes de calor al interior del edificio e incluyen personas, estufas, focos y prácticamente todos los aparatos que consumen energía. Una persona desarrollando actividades ligeras puede añadir unos 180W de energía calorífica al espacio, mientras que una televisión puede añadir más de 300W, las ganancias internas de calor en watts por metro cuadrado de superficie de piso (W/m^2), deben calcularse de acuerdo al tipo de actividades que se desarrollan al interior del edificio. En ese caso será necesario multiplicar dicha tasa por la superficie total de piso para estimar las ganancias totales.

La calefacción solar pasiva en el edificio se genera de manera indirecta a través de superficies opacas como los muros y las cubiertas y de manera directa cuando ocurre a través de superficies transparentes, como el vidrio.

La calefacción solar pasiva es un término referido a aquellas tecnologías utilizadas para transformar la energía solar en calor utilizable, para producir corrientes de aire para ventilación o refrigeración o para almacenar el calor para uso futuro.

Para el edificio de la facultad de Ingeniería al igual que para el museo, se utilizaron como estrategia de climatización la calefacción por ganancia interna y la calefacción solar pasiva para alcanzar el confort térmico.

2.5.2.2 Nomograma Higrotermico de Olgyay

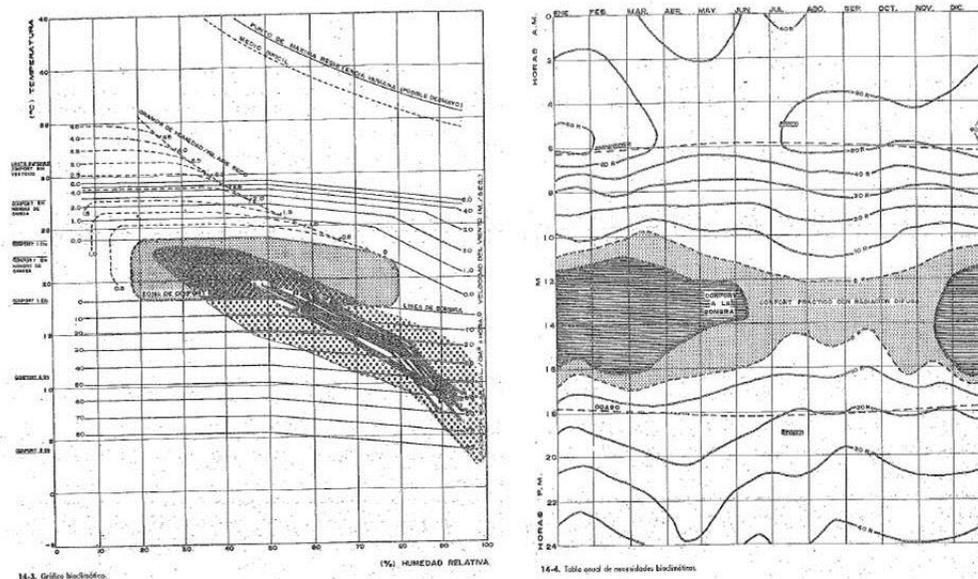


Figura 45. Nomograma Higrotérmico de Víctor Olgyay. *Fuente: Victor Olgyay. Clima y Arquitectura en Colombia.* Universidad del Valle. 1968.

De acuerdo al análisis realizado por Víctor Olgyay en su libro *Clima y Arquitectura en Colombia*. Las variaciones anuales de temperatura media en Bogotá son muy pequeñas en comparación con las fluctuaciones diarias. Permaneciendo la mayor parte del tiempo en temperaturas por debajo del confort térmico. Este clima llega a ser confortable al medio día, pero suele llegar a niveles muy fríos en las horas de la madrugada, generalmente cuenta con una humedad relativa en niveles altos entre 70% y 85%, así mismo la pluviosidad varía mucho, aunque cuenta con la constante de 12 horas de sol que aporta entre 4 y 5 Kwh/m².

Según la *Tabla Anual de Necesidades Bioclimáticas de Olgyay* la banda de confort para el clima típico de Bogotá, esta aproximadamente entre los 18°C y los 23.5°C.

Indicando, que durante las horas de 6 de la mañana a 6 de la tarde las necesidades promedio son 81.8% con protección contra el viento 18.2% de protección solar, 81.8% de impacto solar (hasta 60 cal por cm²/hora) alcanzando confort el 18.2% del tiempo y el 20.2% al tener en cuenta la radiación difusa, lográndose un confort posible total de 38.2% del tiempo.

Como objetivo general por lograr en una región fría templada, recomienda:

Aumentar la producción de calor; Aumentar la absorción de radiación; Disminuir la pérdida de radiación; Reducir la pérdida de calor por conducción y evaporación.

El autor Víctor Olgyay hace las siguientes recomendaciones climáticas y define los criterios a tener en cuenta para un diseño ambientalmente consciente en la ciudad de Bogotá, de acuerdo a sus variables ambientales:

1. Selección de los sitios. Terrenos horizontales o pendientes que reciban el sol de la mañana son benéficos. Las pendientes contrarias son también aceptables pero ofrecen desequilibrio térmico. Para evitar vientos excesivos y lagos de aire frío, se prefiere ubicar a media altura en terrenos pendientes.
2. Tejido Urbano. Se debe proveer protección contra los vientos. Los edificios más altos se pueden agrupar para lograr la detención y desvío de las brisas pero, al mismo tiempo, deben permitir el impacto del sol. Las edificaciones tienden a unirse para evitar la pérdida de calor. El tejido urbano se torna aislado y denso.
3. Espacios Públicos. Las áreas libres deben estar protegidas de los vientos y poseer algunos árboles para protección solar. Debe proveerse protección contra la lluvia.

4. Paisajismo. La variedad topográfica de esta región hace que las calles y los espacios tengan un carácter irregular.

5. Vegetación. Es deseable plantar árboles que actúen como parabrisas en el sentido OSO y ENE. La “sombra” de viento actúa más eficientemente, entre 5 y 7 veces la altura del árbol. Para evitar “empantanamiento”, no debe plantarse vegetación muy densa cerca de la edificación.

6. Tipos de vivienda. En las edificaciones destinadas a vivienda, las casas de un piso ofrecen ventajas si el impacto solar sobre la cubierta puede utilizarse en el interior. En otra forma son recomendables las viviendas en dos pisos o bajo una sola cubierta, para lograr una estructura compacta. Las viviendas en serie o los edificios unidos tienen la ventaja de evitar gran pérdida de calor. En los tipos de edificios con gran número de apartamentos se prefieren disposiciones muy compactas.

7. Plantas. El diseño está determinado principalmente por la forma compacta con un mínimo de superficies expuestas, a excepción de las necesarias para recibir la radiación solar. Es práctico proponer pequeñas terrazas o solárium (como se usan en Suecia, para recibir radiación durante el corto periodo de brillo solar). En los edificios de apartamentos es conveniente localizar todos los servicios comunes bajo un solo techo.

8. Forma, Volumen. Las estructuras deben ser compactas con gran volumen contenido y poca superficie expuesta. El efecto del volumen es muy recomendable. Los edificios alargados sobre el eje norte-sur reciben radiación benéfica.

9. Orientación. Las estructuras ubicadas sobre el eje norte-sur reciben la mayoría de la radiación solar. Este eje, inclinado 11° al este-sur produce una distribución de calor anual más equilibrado y esta menos expuesta al impacto de los vientos. Los edificios de

planta cuadrada pero haciendo un giro de 34° con relación a las direcciones cardinales (sentido contrario de las manecillas del reloj) se encuentran en posición equisolar.

10. Calor. Las superficies exteriores deben ser de tonos medios u oscuros para obtener recepción solar más eficaz.

11. Aperturas y ventanas. En esta región, la insolación es la fuente de calor más importante. Las ventanas deben localizarse en donde sean más benéficas. Debido a que el impacto solar sobre la superficie horizontal es seis veces mayor que sobre la superficie sur, las iluminaciones y aperturas en la cubierta son ventajosas, aunque ese impacto produzca desequilibrio térmico. Las aperturas al este y al oeste son eficientes. La ventilación es de importancia secundaria y solo debe proveer cambios de aire.

12. Paredes. Las superficies exteriores, construidas con materiales suaves y no absorbentes son preferibles ya que evitan el paso de la humedad.

13. Cubierta. Este elemento horizontal recibe la mayor carga de radiación. Para guardar el calor son preferibles materiales de baja reflectividad y de baja emisividad hacia el exterior.

Es también recomendable que en la construcción de la cubierta se utilice aislamiento por capacidad que permita la transferencia de calor por radiación, al exterior.

14. Parasoles. No se necesitan parasoles muy elaborados en los edificios a excepción de los que tengan demasiada área de vidrio expuesta. Los excesos de insolación se pueden controlar con elementos internos flexibles y por medio de la ventilación.

2.5.2.3 Psicrograma de Givoni para la Facultad de Ingeniería

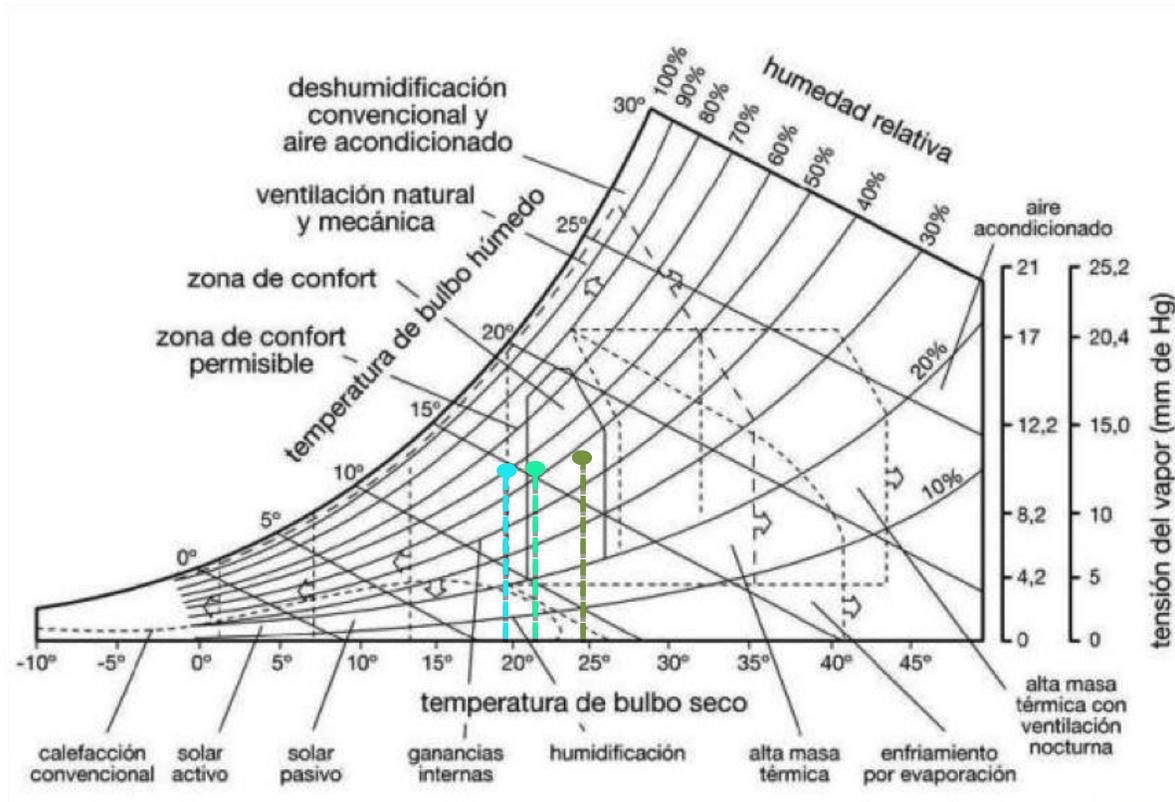


Figura 46. Psicrograma de Givoni

Salón de Estudio A

Temperatura: 24.4°C

HR: 46.8%

Salón Insignia

Temperatura: 27.4°C

HR: 40.8%

Salón de Clases 105

Temperatura: 22.9C

HR: 51.4%

De acuerdo al Psicrograma de Givoni, las condiciones térmicas de las tres zonas evaluadas arrojan que, dos zonas: Sala de Estudio A y Salón de Clases 105 se encuentran en estado de confort térmico, con temperatura de 22°C a 25°C, mientras que la temperatura en el Salón Insignia con temperatura de 27°C está una zona de alta masa térmica y requiere de mayor refrigeración.

2.5.2.4 Condiciones de Confort Según PMV (Predicted Mean Vote Iso 7730-1993)

El método Fanger para la valoración del confort térmico, fue propuesto en 1973 por P.O. Fanger, en la publicación *Thermal Comfort* (New York, McGraw- Hill, 1973). Este método es en la actualidad uno de los más utilizados para la estimación del confort térmico.

A partir de la información relativa a la vestimenta, la tasa metabólica, la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la velocidad relativa del aire y la humedad relativa o la presión parcial del vapor de agua, el método calcula dos índices denominados Voto medio estimado (PMV- predicted mean vote) y porcentaje de personas insatisfechas (PPD- predicted porcentaje dissatisfied), valores ambos, que aportan información clara y concisa sobre el ambiente térmico al evaluador.

El voto medio estimado es un índice que refleja el valor de los votos emitidos por un grupo numeroso de personas respecto de una escala de sensación térmica de 7 niveles (frio, fresco, ligeramente fresco, neutro, ligeramente caluroso, caluroso, muy caluroso), basados en el equilibrio térmico del cuerpo humano (la producción interna de calor del cuerpo es igual a su pérdida hacia el ambiente).

El equilibrio térmico depende de la actividad física, de la vestimenta, y de parámetros ambientales.

El voto medio estimado predice el valor medio de la sensación térmica. No obstante, los votos individuales se distribuirán alrededor de dicho valor medio, por lo que resulta útil estimar el porcentaje de personas insatisfechas por notar demasiado frío o calor, es decir aquellas personas que considerarían la sensación térmica provocada por el entorno como desagradable.

2.5.2.5 Aplicación del método Fanger en la Facultad de Ingeniería

El método está especialmente diseñado para el estudio de condiciones ambientales estacionarias, aunque resulte de buena aproximación ante pequeñas variaciones de las condiciones en estudio utilizando en este caso valores medios ponderados en el tiempo.

1. **Aislamiento de la ropa:** El valor del aislamiento térmico proporcionado por la ropa puede estimarse mediante la tabla ISO 7730, ISO 9920. Esta tabla permite el cálculo a partir de combinaciones habituales de vestimenta.

Tabla 4:

Aislamiento de la Ropa. Fuente ISO 7730, ISO 9920

Tipo de ropa	Aislamiento (clo.)
Desnudo	0 clo.
Ropa Ligera (ropa de verano)	0,5 clo.
Ropa Media (traje completo)	1 clo.
Ropa Pesada (uniforme militar de invierno)	1,5 clo.

Para la obtención del voto medio estimado se requiere el valor del aislamiento de la ropa medido en m^2K/W , si se dispone de la medida en unidades clo, se aplicara la siguiente conversión $1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2K/W$

2. **Tasa Metabólica:** En ella se mide el gasto energético muscular que experimenta el trabajador cuando desarrolla una tarea, gran parte de dicha energía es transformada directamente en calor. Aproximadamente solo el 25% de la energía es aprovechada en realizar el trabajo, el resto se convierte en calor.

Tabla 5:

Tasa Metabólica. Fuente ISO 7730, ISO 9920

CLASE	Tasa metabólica en W/m^2	EJEMPLOS DE ACTIVIDADES
Descanso	65	Descansando, sentado cómodamente.
Tasa metabólica baja	100	Escribir, teclear, dibujar, coser, anotar contabilidad, manejo de herramientas pequeñas, caminar sin prisa (velocidad hasta 2,5 Km./h)
Tasa metabólica moderada	165	clavar clavos, limar, conducción de camiones, tractores o máquinas de obras, caminar a una velocidad de 2,5 Km./h hasta 5,5 Km./h.
Tasa metabólica alta	230	Trabajo intenso con brazos y tronco, transporte de materiales pesados, Pedalear, empleo de sierra, caminar a una velocidad de 5,5 Km./h hasta 7 Km./h.
Tasa metabólica muy alta	260	Actividad muy intensa a ritmo de muy rápido a máximo, trabajo con hacha, cavado o pelado intenso, subir escaleras, caminar a una velocidad superior a 7 Km./h.

Para el cálculo del voto medio estimado la tasa metabólica deberá estar medida en W/m^2 , si se dispone de la medida en unidades met. Se aplicara la siguiente conversión $1 \text{ met} = 58,15 \text{ W}/m^2$.

3. **Cálculo del PMV:** -1.14 (-3 frio a +3 caliente)
4. **Cálculo del PPD:** 32.5%

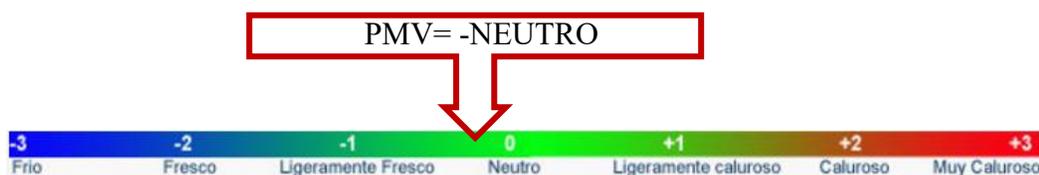
5. Análisis de los resultados

El valor obtenido de PMV se compara con la siguiente escala de sensación térmica organizada en siete niveles, con el fin de determinar la sensación térmica global percibida por la mayoría de los usuarios de la facultad de Ingeniería.

Tabla 6:

Sensación Térmica

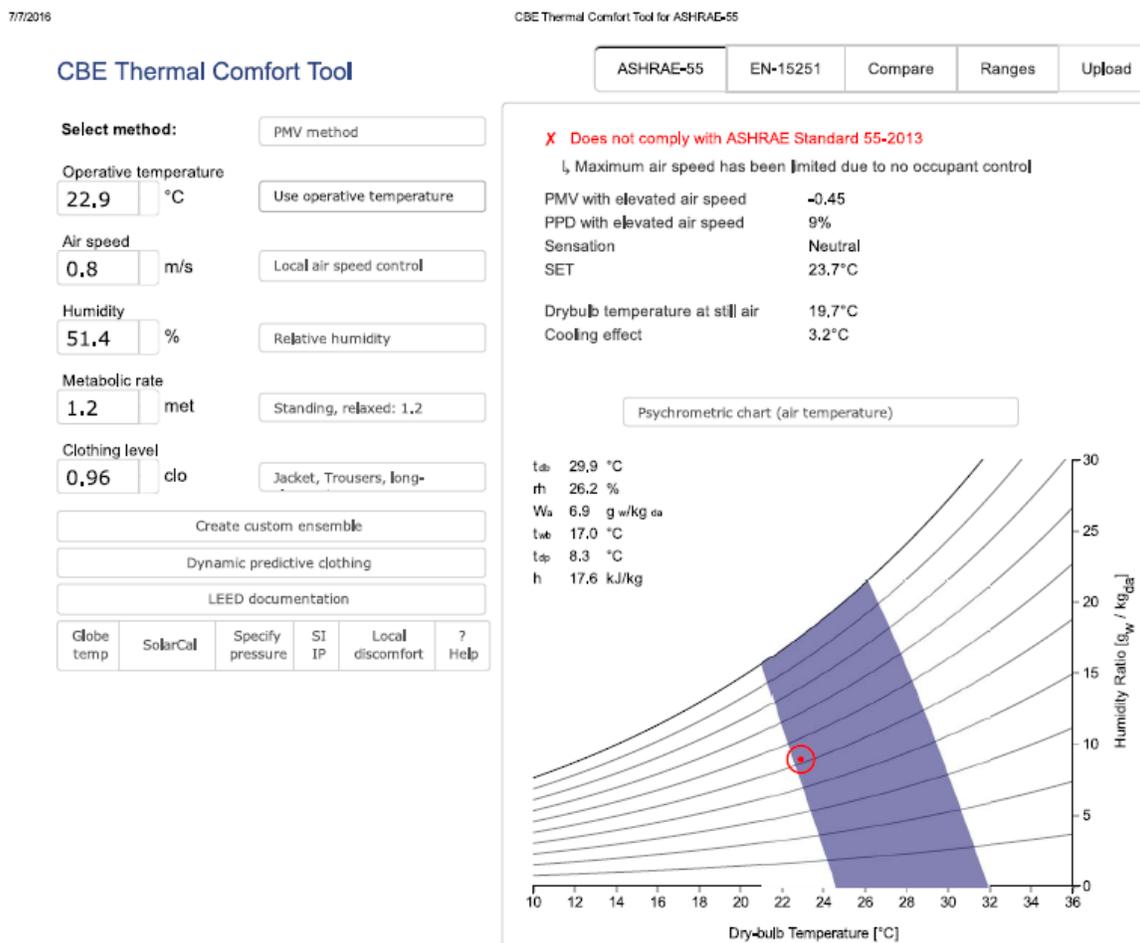
Rango de valores	Sensación térmica
+3	Muy caluroso
+2	Caluroso
+1	Ligeramente caluroso
0	Neutro
-1	Ligeramente fresco
-2	Fresco
-3	Frio



El valor obtenido de PPD se analiza en porcentaje, son aquellos votos dispersos alrededor del valor medio obtenido, que representa a las personas que considerarían la condición térmica como desagradable

2.5.2.5.1 Cálculo de PMV y PPD para la Salón de Clases 105 con Ventanas Abiertas

Características del Ambiente según Medición del 5 de Julio de 2016.



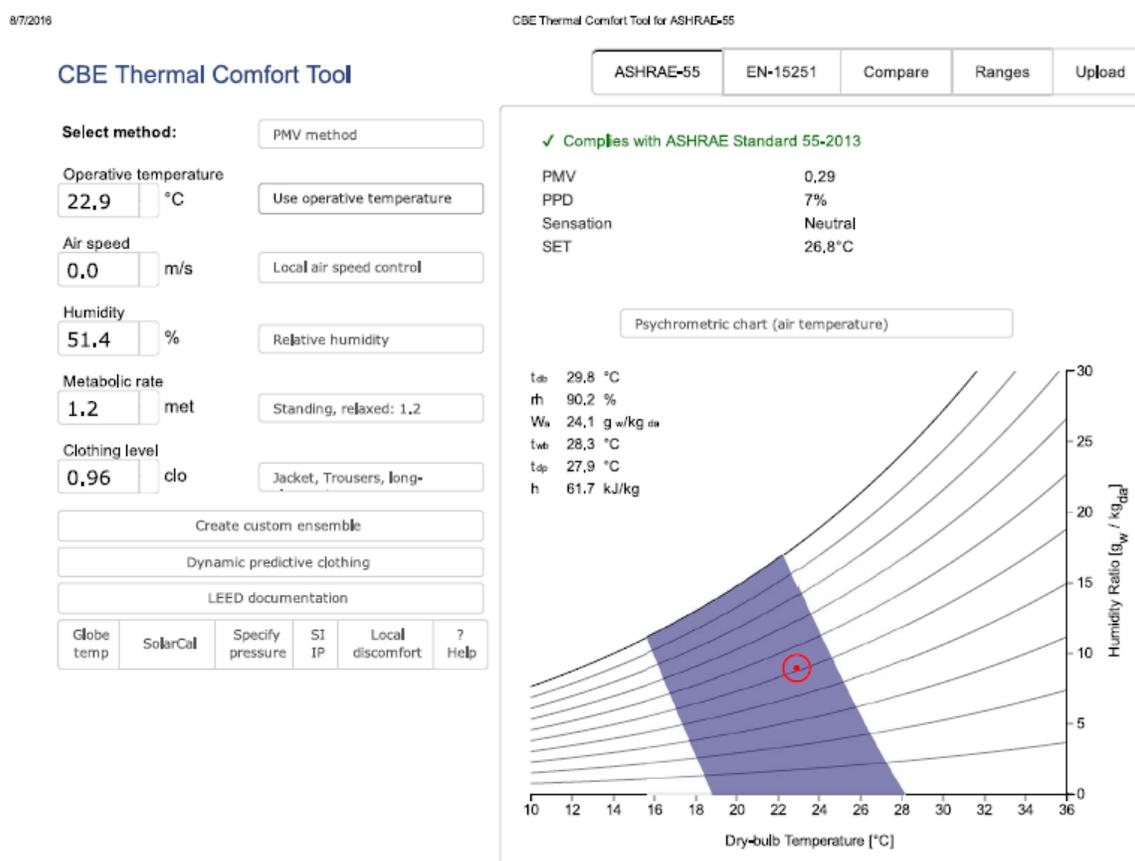
El valor del voto estimado PMV pertenece al rango de valores comprendidos entre 0 a -1, reflejando una sensación térmica de 23.7°C en un rango neutral, no confortable para el 9% de las personas que trabajan y visitan el Edificio Insignia.

De acuerdo a la simulación del CBE Thermal Comfort Tool for ASHRAE Standard 55-2013, el Salón de Clases, no estaría cumpliendo con los parámetros del ASHRAE, por la elevada

velocidad del aire. Pero teniendo en cuenta, que el valor de la velocidad del viento corresponde al promedio de medición con las ventanas abiertas se recomienda mantener las ventanas cerradas para obtener confort térmico al interior del espacio.

2.5.2.5.2 *Calculo de PMV y PPD para la Salón de Clase 105 con Ventanas Cerradas*

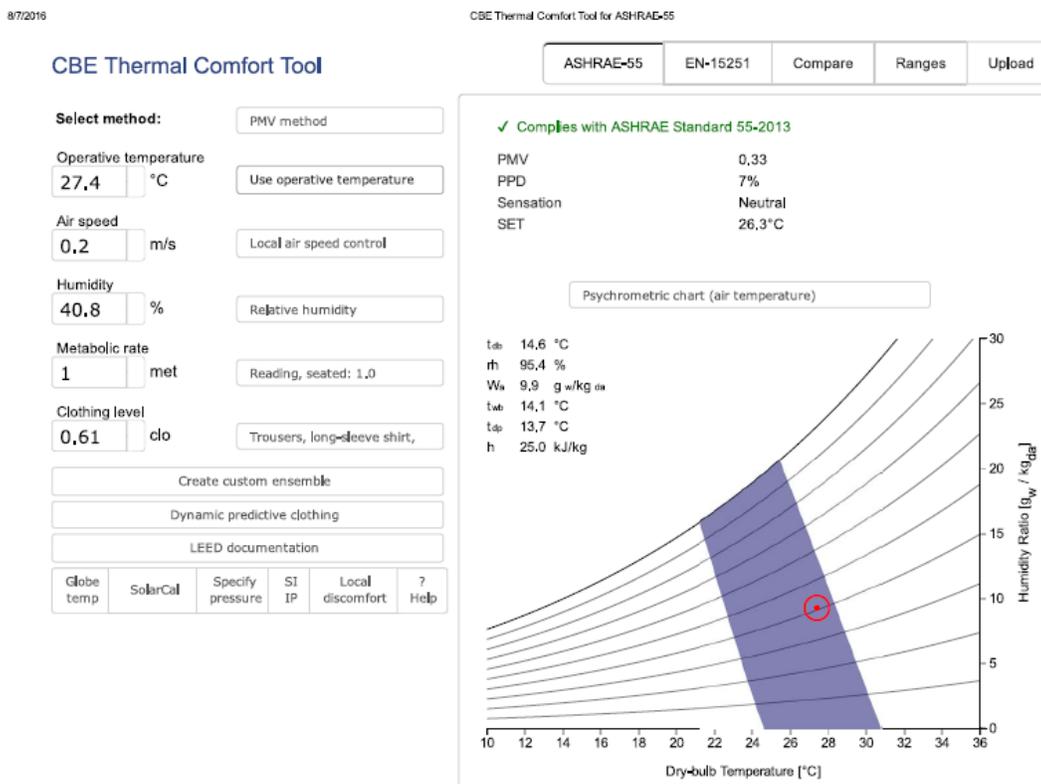
Características del Ambiente según Medición del 5 de Julio de 2016.



El valor del voto estimado PMV pertenece al rango de valores comprendidos entre 0 a +1, reflejando una sensación térmica de 26.8°C en un rango neutral, no confortable para el 7% de las personas que trabajan y estudian en el Salón de Clases 105.

2.5.2.5.3 *Calculo de PMV y PPD para la Sala Insignia con Ventanas Abiertas*

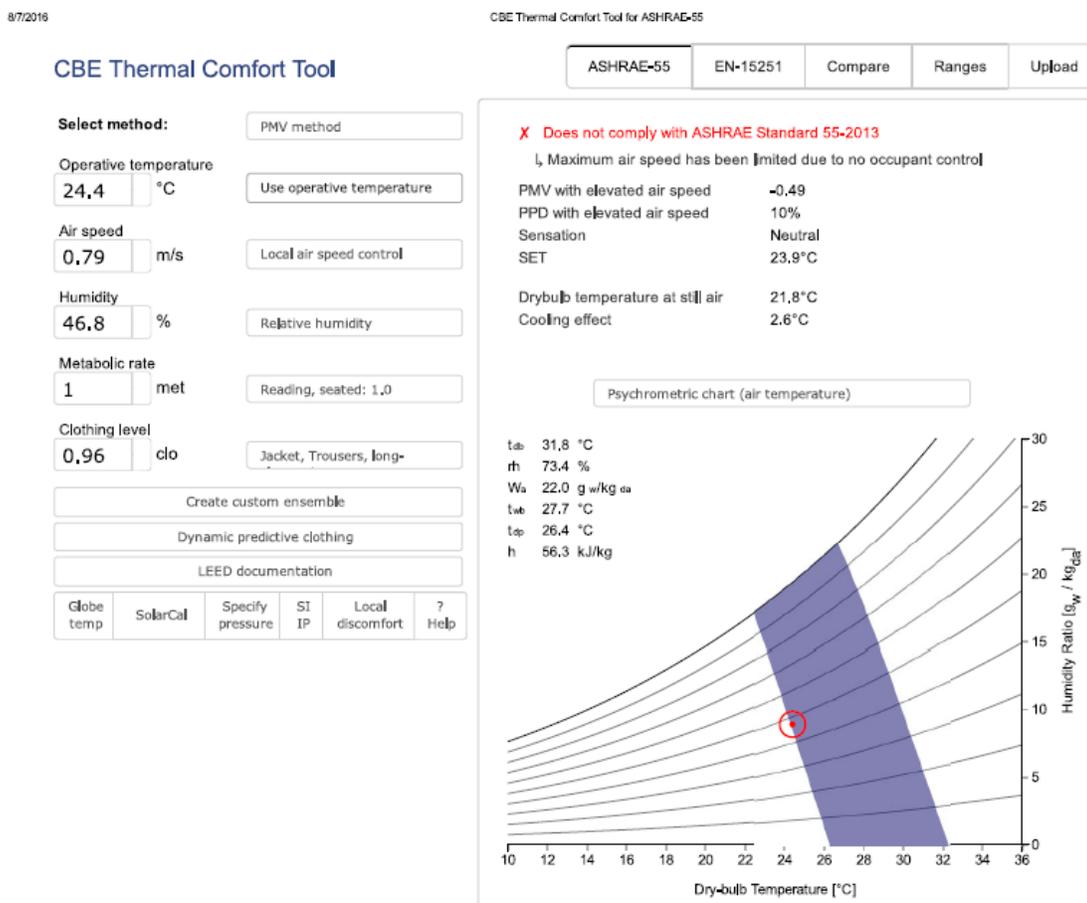
Características del Ambiente según Medición del 5 de Julio de 2016.



El valor del voto estimado PMV pertenece al rango de valores comprendidos entre 0 a +1, reflejando una sensación neutral, no confortable para el 7% de las personas que trabajan y asisten a la Sala Insignia.

2.5.2.5.4 *Calculo de PMV y PPD para Salón de Estudio A con Ventanas Abiertas*

Características del Ambiente según Medición del 7 de Julio de 2016.



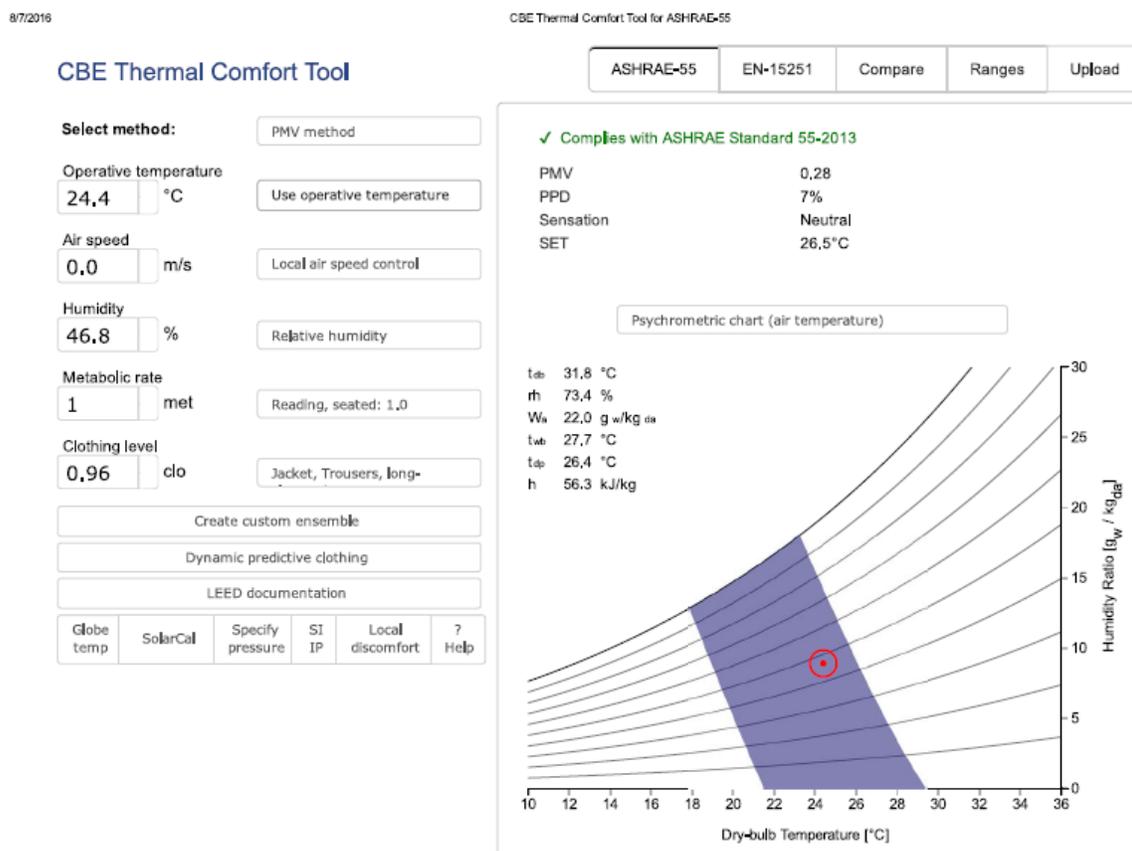
El valor del voto estimado PMV pertenece al rango de valores comprendidos entre 0 a -1, reflejando una sensación neutral, no confortable para el 10% de las personas que trabajan y visitan el Salón de Estudio A.

De acuerdo a la simulación del CBE Thermal Comfort Tool for ASHRAE Standard 55-2013, el Archivo de Colecciones no estaría cumpliendo con los parámetros del ASHRAE, por la elevada velocidad del aire. Pero teniendo en cuenta, que el valor de la velocidad del viento corresponde al promedio de la medición de las ventanas abiertas se recomienda, mantener las ventanas cerradas para mejorar el confort térmico al interior.

El siguiente Climograma muestra la simulación para Sala de Estudio con ventanas cerradas

2.5.2.5.5 *Calculo de PMV y PPD para Salón de Estudio A con Ventanas Cerradas*

Características del Ambiente según Medición del 7 de Julio de 2016.



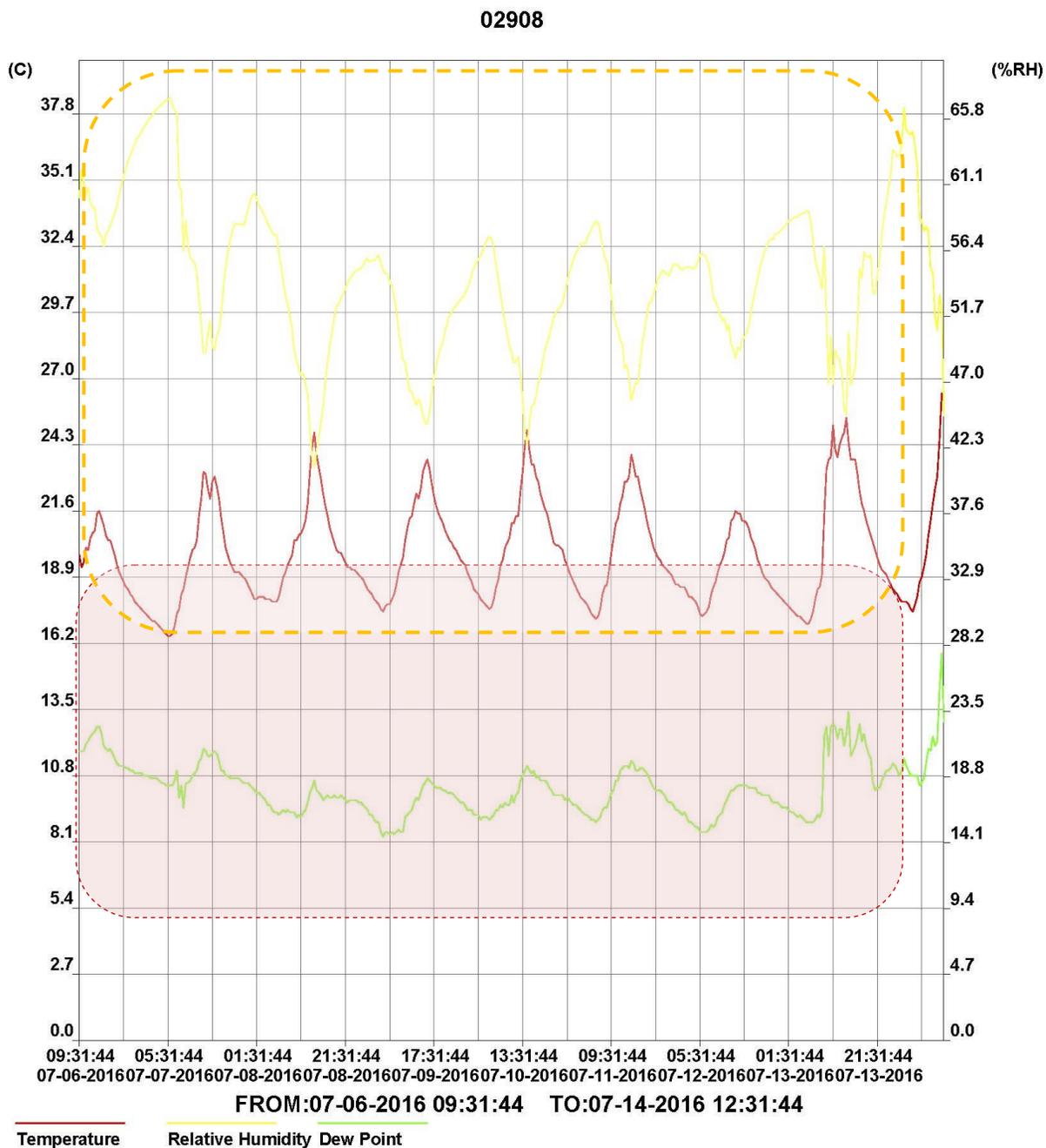
El valor del voto estimado PMV pertenece al rango de valores comprendidos entre 0 a +1, su valor ascendente indica que la sensación térmica al interior del espacio aumenta la temperatura a 26.5°C manteniendo el rango neutral, no comfortable para el 7% de las personas que trabajan y visitan la Sala de Estudio A.

2.5.2.6 Resultados toma de muestra de Temperatura, Humedad Relativa y Punto de Rocío

Data Logger.

Tabla 7:

Medición Temperatura, Humedad Relativa y Punto de Rocío Data Logger Sala de Estudio A.



Zona de Confort Humedad relativa



Zona de Confort Temperatura relativa



La medición fue hecha durante 7 días, iniciando el día 06 de Julio del 2016 a las 9:36 am hasta el miércoles 13 de Julio a las 9:45 am.

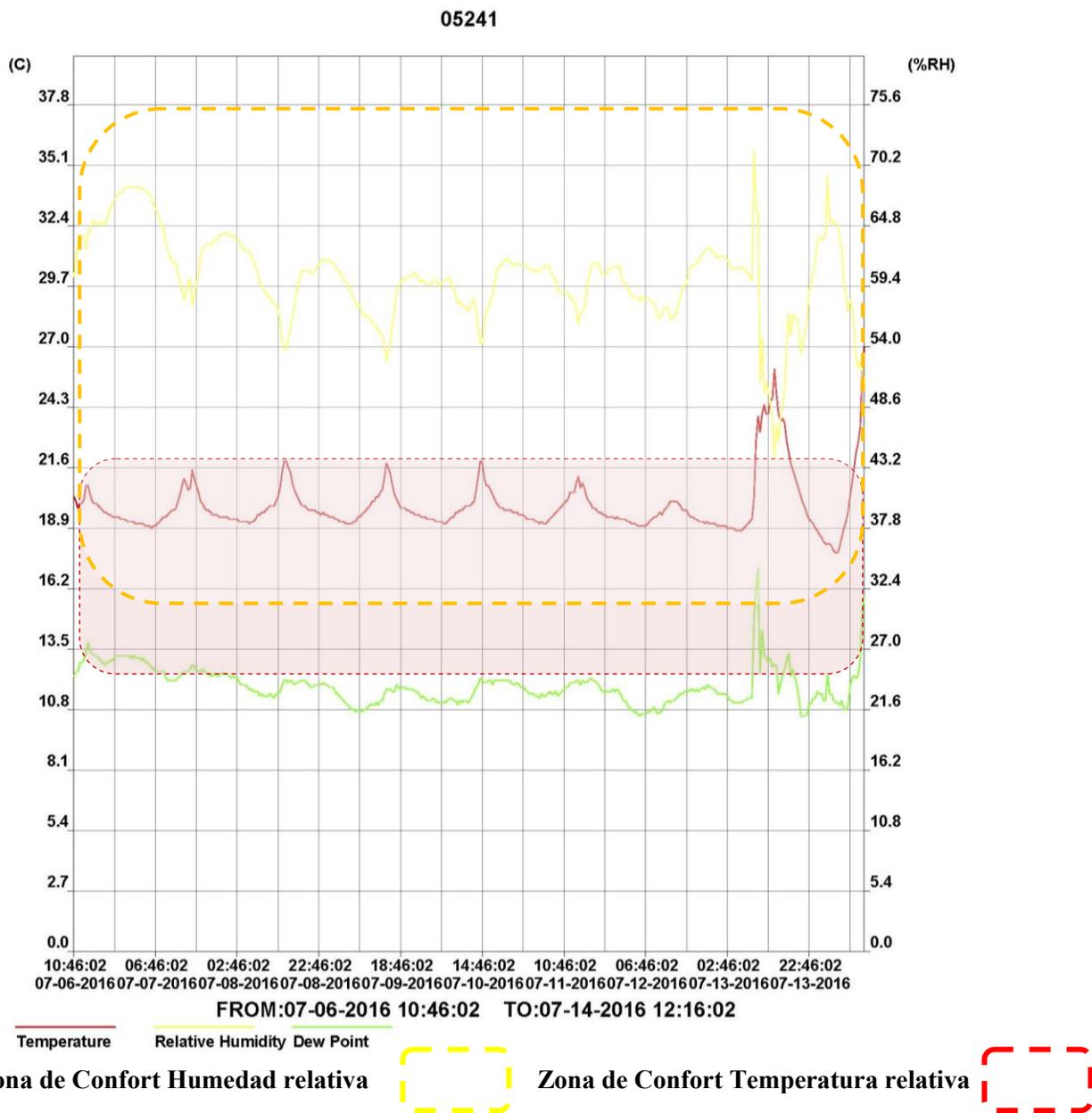
El evento de humedad relativa más alto se presentó en la madrugada del jueves 07 de Julio, la mínima la noche del 7 de julio, los siguientes 4 días la °HR se mantiene dentro de los mismos rangos y el día 11 de Julio muestra un ligero incremento en los niveles de °HR, esto derivado del fenómeno de la niña (invierno) que se presenta en esta época del año y las temperatura externa baje un poco y las lluvias aumenten.

A pesar de la amplitud térmica que se presenta en esta temporada llegan a ser hasta 8.5 C de diferencia entre la mínima y la máxima en un día se mantiene dentro del rango de confort térmico, sobre todo teniendo en cuenta la incidencia del calentamiento efectuado por la radiación del sol durante las horas de la mañana.

El punto de rocío está entre los 8.2 en los días más fríos y con más humedad y llega a estar en 13 C el día del inicio de la medición 07 de Julio.

Tabla 8:

Medición Temperatura, Humedad Relativa y Punto de Rocío Data Logger Salón 105.



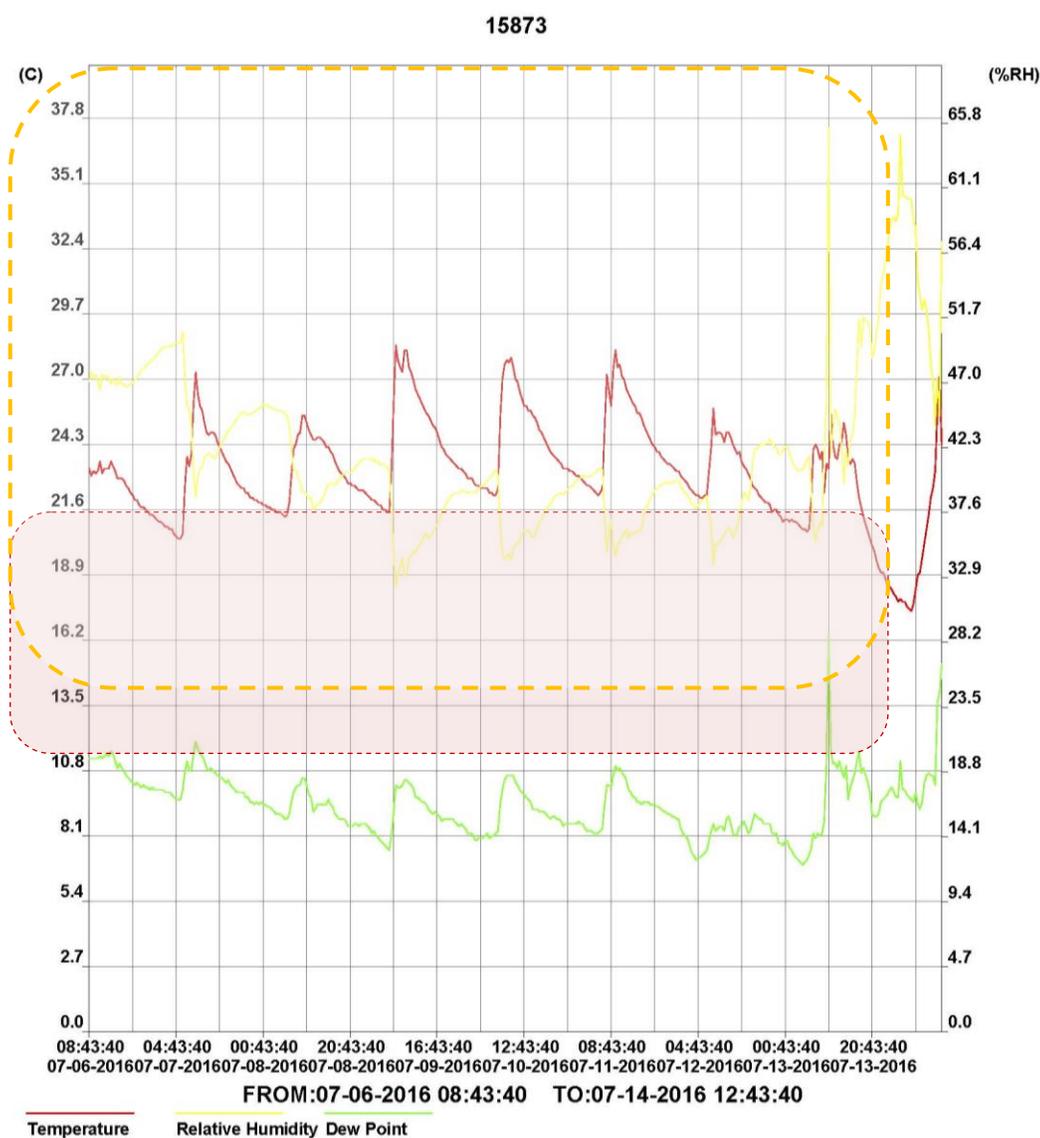
La medición fue hecha durante 7 días, iniciando el día 06 de Julio del 2016 a las 10:20 am hasta el miércoles 13 de Julio a las 9:50 am.

El evento de humedad relativa más alto se presentó en la noche del jueves 07 de Julio, la mínima la tarde del 9 de julio, salvo la primera noche que es cuando se presenta el evento de la HR mas alta, los demás días se mantiene dentro de un rango entre 53% - 65% .

Por su orientación este local recibe radiación solar después del mediodía y parte de la tarde lo que favorece para los rangos de temperatura que están dentro de la zona de confort.

Tabla 9:

Medición Temperatura, Humedad Relativa y Punto de Rocío Data Logger Aula Insignia.



Zona de Confort Humedad relativa



Zona de Confort Temperatura relativa



La medición fue hecha durante 7 días, iniciando el día 06 de Julio del 2016 a las 8:42 am hasta el miércoles 13 de Julio a las 10.06 am.

El evento de humedad relativa más alto se presentó en la madrugada del jueves 07 de Julio, la mínima la tarde del 8 de julio al mediodía, el comportamiento de la humedad relativa en este espacio los primeros 3 días de la medición es donde se presentan las máxima y mínima en los últimos 4 días se regulariza en el rango entre 32% y 42.3%.

Este espacio es tal vez el más iluminado del edificio, por su vocación de sala de estudio y lectura y orientación respecto al oriente ofrece unos altos niveles de radiación solar , y por su ventanas amplio favorece las ganancias térmicas como se puede leer en las mediciones son las temperaturas más altas del edificio.

2.5.3 Confort Lumínico: Rango De Luxes Exigidos

2.5.3.1 Diseños Y Cálculos De Iluminación Interior

Según lo establecido por la Resolución 180540 del 30 Marzo de 2010 del Ministerio Colombiano de Minas y Energía en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público [RETILAP], los criterios de diseño deben obedecer al área que será iluminada, a su vez, al tamaño, la forma, los colores y las reflectancias de la superficie del espacio y principalmente la actividad a la cual será destinada, también la norma considera como prioridad la disponibilidad de luz natural. Para determinar si la facultad de Ingeniería Edificio 401 de la Universidad Nacional de Colombia los cumple, se evaluaron dichos criterios y se realizaron los cálculos pertinentes a continuación.

2.5.3.2 Niveles de iluminación o iluminancias y distribución de luminancias.

Niveles de Iluminancia. En la Facultad de Ingeniería se evaluó el cumplimiento de los parámetros establecidos en RETILAP, (2010) de iluminancia, en la Tabla Número 10, la cual es un fragmento de la Tabla 440.1 de dicha norma, se tomó el tipo de recinto “Colegios y Centros Educativos” y con sus correspondientes actividades, que son a las cuales está destinado nuestro edificio objeto de estudio. Estos valores según la norma, deben “considerarse como el objetivo de diseño y por lo tanto esta será la referencia para la medición en la recepción de un proyecto de iluminación”. (RETILAP, 2010, p.91).

Tabla 10:

Parámetro de Iluminación Exigida por RETILAP. Aplicadas a las actividades destinadas en las tres áreas evaluadas en el edificio de la facultad de Ingeniería.

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINANCIA (Lux)			
	Mínimo	Medio	Máximo	
COLEGIOS Y CENTROS EDUCATIVOS				
SALONES DE CLASE				
Iluminación general	300	500	750	SALA DE ESTUDIO A
Tableros	300	500	750	SALÓN 105
Elaboración de planos	500	750	1000	
SALAS DE CONFERENCIAS				
Iluminación general	300	500	750	
Tableros	500	750	1000	
Bancos de demostración	500	750	1000	
Laboratorios	300	500	750	
Salas de arte	300	500	750	
Talleres	300	500	750	
Salas de asamblea	150	200	300	AULA INSIGNIA

Tabla 410.1 Índice UGR máximo y Niveles de iluminación exigibles para diferentes áreas y actividades Fuente para UGR, Norma UNE EN 12464-1 de 2003.

2.5.3.3 Coeficiente de luz diurna (CLD)

RETILAP (2010) define el cálculo del CLD como la relación, en porcentaje, de la **iluminancia promedio interior** (E_{int}) producida por la luz natural a la altura del plano de trabajo y la **iluminancia en el exterior** (E_{ext}) determinada en el mismo instante en un cielo uniformemente nublado y sin obstrucciones (Ver Figura 47) tal y como se tomaron las muestras según el procedimiento estipulado en la norma para tres espacios que para la investigación se consideraron fundamentales, Sala de Estudio A, Salón de clases 105 y el Aula Insignia. (Ver Tabla 11)

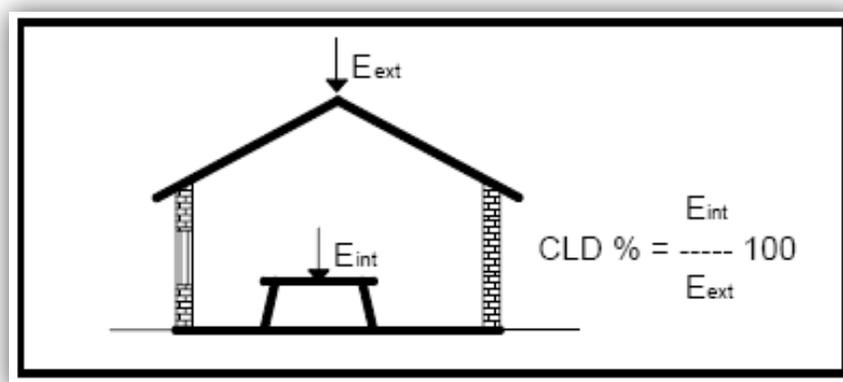


Figura 47. El coeficiente de luz diurna. Fuente RETILAP. 2010.

RETILAP (2010) adicionalmente establece unos requisitos para el aprovechamiento de la luz natural, establece niveles medios del CLD para la adecuada ejecución de tareas en función de la dificultad visual de los salones de estudio.

Tabla 11:

Valores mínimos de Coeficiente de Luz Diurna (CLD) que deben cumplir las edificaciones.

Fuente RETILAP 2010.

CLD en edificaciones no residenciales		CLD en edificaciones residenciales	
Fábricas	5	Alcobas a $\frac{3}{4}$ del ancho del recinto	0,5
Oficinas	2	Cocina en la mitad del ancho del recinto	2
Salones de Clase	2	Sala en la mitad del ancho del recinto	1
Hospitales	1		

I. Categorías y valores de iluminancia para tipos genéricos de actividades en interiores

Tipo de actividad	Categoría de iluminancia	Rangos de iluminancia		Plano de trabajo de referencia
		Luxes	Pies candela	
Espacios públicos con alrededores oscuros.	A	20-30-50	2-3-5	
Orientación simple para visitas temporales cortas.	B	50-75-100	5-7.5-10	Iluminación general a través de los espacios
Espacios de trabajo donde las tareas visuales se realizan sólo ocasionalmente	C	100-150-200	10-15-20	
Realización de tareas visuales de alto contraste o gran tamaño	D	200-300-500	20-30-50	
Realización de tareas visuales de contraste medio o tamaño pequeño	E	500-750-1000	50-75-100	Iluminación sobre trabajo
Realización de tareas visuales de bajo contraste y tamaño muy pequeño	F	1000-1500-2000	100-150-200	
Realización de tareas visuales de bajo contraste y tamaño muy pequeño por un periodo prolongado	G	2000-3000-5000	200-300-500	Iluminancia sobre el trabajo obtenida por una combinación (iluminación suplementaria general y local

2.5.3.4 Resultados toma de muestras iluminación facultad de ingeniería edificio 401.

Las mediciones fueron realizadas el 5 de Julio de 2016 en las instalaciones de la facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, en su sede Bogotá D.C; el monitoreo se realizó en tres zonas del recinto académico que los investigadores consideraron como áreas críticas y de mayor representatividad para la realización del diagnóstico bioclimático del edificio. Los niveles de iluminancia tanto externas como internas se tomaron con la sonda

multiparamétrica 4 en 1 LT LUTRON LM-8000, configurada en modo Luxómetro con las unidades configuradas en Lux. Los resultados se muestran a continuación en las tablas 12, 13 y 14 respectivamente.

Tabla 12:

Resultados Toma De Muestras Iluminación Sala de estudio A.

LUGAR A EVALUAR	PUNTO No.	ALTURA DE PLANO DE TRABAJO (m)	ILUMINANCIA EXTERNA (LUX)	ILUMINANCIA INTERNA (LUX)	COEFICIENTE DE LUZ DIURNA (CLD) (%)
SALON DE ESTUDIO A	1	0,74	8490	2290	27%
	2			1813	21%
	3			2330	27%
	4		7940	2900	37%
	5			2700	34%
	6			2530	32%
	7		7900	2070	26%
	8			1900	24%
	9			3610	46%
	10		7470	3190	43%
	11			2960	40%
	12			3020	40%
	13		6970	2920	42%
	14			2220	32%
	15			2140	31%
	16		4890	2680	55%
	17			2170	44%
	18			2100	42%
ILUMINANCIA PROMEDIO			2530	36%	

Tabla 13:*Resultados Toma De Muestras Iluminación Salón de clases 105.*

LUGAR A EVALUAR	PUNTO No.	ALTURA DE PLANO DE TRABAJO (m)	ILUMINANCIA EXTERNA (LUX)	ILUMINANCIA INTERNA (LUX)	COEFICIENTE DE LUZ DIURNA (CLD) (%)
SALÓN 105	1	0,72	9900	3620	37%
	2	0,72		1456	15%
	3	0,72		1256	13%
	4	0,72	10480	3160	30%
	5	0,72		1733	17%
	6	0,72		1358	13%
	4	0,72	9130	2360	26%
	5	0,72		1572	17%
	6	0,72		1222	13%
	ILUMINANCIA PROMEDIO			1974	20%

Tabla 14:*Resultados Toma De Muestras Iluminación Sala Insignia.*

LUGAR A EVALUAR	PUNTO No.	ALTURA DE PLANO DE TRABAJO (m)	ILUMINANCIA EXTERNA (LUX)	ILUMINANCIA INTERNA (LUX)	COEFICIENTE DE LUZ DIURNA (CLD) (%)
SALA INSIGNIA	1	0,73	15450	9020	58%
	2			2720	18%
	3			2000	13%
	4		19510	9920	51%
	5			4870	25%
	6			1800	9%
	7		16150	6760	42%
	8			2690	17%
	9			921	6%
	10		19000	9860	52%
	11			3330	18%
	12			1015	5%
	13		19680	8740	44%
	14			3800	19%
	15			660	3%
	16		16300	6400	39%
	17			1710	10%
	18			630	4%
	19		11210	3640	32%
	20			1843	16%
	21			740	7%
	22		11140	3840	34%
	23			1430	13%
	24			699	6%
	25		9180	1830	20%
	26			549	6%
	27			660	7%
ILUMINANCIA PROMEDIO			3411	21%	

2.5.3.5 Modelación del nivel de la distribución de iluminación Interior Diurna.



Figura 48. Modelo distribución de la iluminación Natural Sala de Estudio A.



Figura 49. Modelo distribución de la iluminación Natural Salón 105.

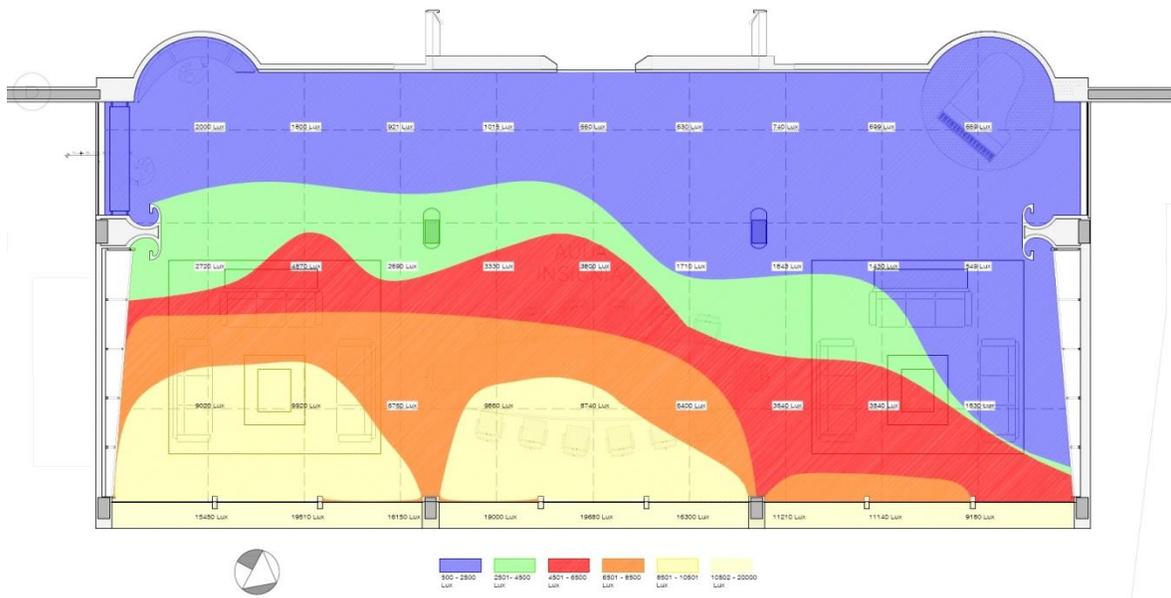


Figura 50. Modelo distribución de la iluminación Natural Aula Insignia.

2.5.4 Calidad De Aire: Caudal Mínimo De Ventilación

2.5.4.1 ASHRAE 62.1 de 2007

Cuadro de metros cuadrados y usuarios por espacio

FACULTAD DE INGENIERIA			
LOCAL	M2	CAPACIDAD	HORARIOS
SALON DE ESTUDIO A	128.98	80	7:00 - 18:00
SALON 105	55.30	30	7:00 - 18:00
SALON INSIGNIA	189.66	32	7:00 - 18:00

Calculo de Caudal permitido por la norma internacional para los espacios monitoreados de la facultad de Ingeniería

CALCULO DE CAUDAL _STANDARD ASHRAE 62.1 DE 2007_ TABLA 6.1					
USO	cfm/person	cfm/ft2	ft2	Q (ft2)	Q (m3/h)
SALON DE LECTURA	10	0.12	1392.984	967.16	1634.50
SALON DE CLASES	7.5	0.06	597.24	260.83	440.81
SALA CONFERENCIA	5	0.06	2048.328	282.90	478.10

2.5.4.2 Resultados de los Caudales de Aire en $\frac{m^3}{h}$

Tabla 15:

Resultados cálculo de caudales \bar{Q} de viento para la sala de Estudio A

VENTANAS SALA DE ESTUDIO A	
VENTANA	CAUDAL (m^3/h)
1	176,0
2	3225,8
3	1466,3
4	3636,3
5	3225,8
6	4222,8
7	2697,9
8	3284,4
9	2404,7
10	3870,9
11	1290,3
12	4516,1
13	3460,4
14	1407,6
15	1290,3
16	1055,7
17	4281,5
18	1759,5
19	176,0
20	3225,8
21	1466,3
22	3636,3
PROMEDIO	2535,3

Para la norma ASHRAE 62.1 de 2007 el caudal permitido para el Uso Salón de Lectura, como lo es la Sala de Estudio A de la Facultad De Ingeniería de la universidad Nacional de Colombia, es de $1534.50 \frac{m^3}{h}$, el promedio calculado para sus 22 ventanas fue de $2535,3 \frac{m^3}{h}$, lo que nos indica el *cumplimiento* del caudal mínimo de ventilación.

Tabla 16:

Resultados cálculo de caudales \bar{Q} de viento para el Salón De Clases 105

VENTANAS SALÓN 105	
VENTANA	CAUDAL (m ³ /s)
1	3159,3
2	3341,6
3	2673,3
4	2794,8
5	3523,8
6	2794,8
PROMEDIO	3047,9

En Cuanto al uso Salón De Clases, el resultado del monitoreo del Aula 105 de la Facultad De Ingeniería de la universidad Nacional de Colombia, ASHRAE 62.1 de 2007, establece su límite en $440.81 \frac{m^3}{h}$, el caudal resultante para sus 6 ventanas fue de $3047,9 \frac{m^3}{h}$, dando un amplio margen para el *cumplimiento* del caudal mínimo de ventilación.

Tabla 17:

Resultados cálculo de caudales \bar{Q} de viento para la Sala Insignia

VENTANAS SALÓN INSIGNIA	
VENTANA	CAUDAL (m ³ /h)
1	486,0
2	486,0
3	1093,6
4	1761,9
5	1215,1
6	182,3
7	486,0
8	0,0
9	729,1
10	668,3
11	243,0
12	607,6
13	364,5
14	121,5
15	789,8
16	1093,6
17	2004,9
18	1032,9
PROMEDIO	742,573

El cálculo del caudal para sala de conferencia se compara con el uso de la Sala Insignia de la Facultad De Ingeniería de la universidad Nacional de Colombia, ASHRAE 62.1 de 2007, limita el caudal mínimo de ventilación en $478,10 \frac{m^3}{h}$, el caudal resultante para sus 18 ventanas fue de $742,6 \frac{m^3}{h}$, estableciendo *cumplimiento* la normatividad internacional vigente establecida.

3. CAPITULO 3

FASE 3: CONCLUYENTE

3.1 Demostración De Los Conceptos Bioclimáticos

Matriz de evaluación

		FACULTAD INGENIERIA EDIFICIO INSIGNIA					
METODOS EVALUACION	NORMAS	SALON DE ESTUDIO "A" TERCER PISO		SALA INSIGNIA TERCER PISO		SALON 105 PRIMER PISO	
TÍTULO		CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE
METODO FANGER (PMV)	ASHRAE 55-2013						
CLIMOGRAMA GIVONNI							
RETILAP	Decreto 2501 de 2007.						
ASHRAE	ASHRAE 62-2001 TABLA 6.1						

4. BIBLIOGRAFIA

- OLGYAY Víctor, *Arquitectura y Clima*, Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas año 1910, Edic. FACULTAD DE ARQUITECTURA, UNIVERSIDAD DEL VALLE, Colombia, Año 1998.

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia www.ideam.gov.co / www.pronosticosyalertas.gov.co

- CZAJKOWSKI, Jorge y GÓMEZ, Analía. 1991. *Introducción al diseño bioclimático y la economía energética edilicia*. Edic. FAU-UNLP. La Plata, Argentina.

- Museo De Arquitectura Leopoldo Rother, Universidad Nacional De Colombia Sede Bogotá

www.museos.unal.edu.co

- Centro virtual de Noticias www.mineduacion.gov.co

- LAMP LIGHTING, Catalogo de Iluminación

- Método de Evaluación Fanger, Universidad Politécnica de Valencia, España

www.ergonautas.upv.es

- Calculation of PMV and PPD www.eat.lth.se

- SIMEDIF para Windows, Software Programa de Modelación Térmica, FLORES LARSEN Silvana y LESINO Graciela, INENCO, UNSa – CONICET,

Salta – Argentina

- IRAM 11507-4, Norma Argentina

- COSTA. Carlos & Henríquez Max. Atlas Climatológico Nacional IDEAM

Bogotá, diciembre de 2005 ISBN: 958-8067-14-6

- DIAGRAMA DE GIVONI BOGOTA, Tomado de presentación corporativa: PVG Arquitectos S.A.S. Medellín Colombia, Año 2015
- MORILLON GALVEZ David y MEJIA DOMINGUEZ David, Modelo para Diseño y Evaluación del Control Solar en Edificios, Serie Investigación y Desarrollo, Instituto de Ingeniería UNAM, Diciembre de 2004
- PRECIADO OLVERA Oscar Ulises y MORILLON GALVEZ David, Programa Cálculo de Trayectoria y Control Solar. Instituto de Ingeniería UNAM,
- THE CONCRETE CENTRE, Reino Unido. Publicación: Hormigón para Edificios Energéticamente Eficientes, Beneficios de la Inercia Térmica, Plataforma Tecnológica Española, Febrero de 2008
- FOTOGRAFÍAS ARCHIVO EDIFICIO INSIGNIA FACULTAD DE INGENIERÍA. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Tomadas del archivo personal de BARRETO Norma y QUIROGA Olga Lucia
Año 2015-2016.
- RICARDO HUMBERTO CODINA. Las envolventes. Facultad de arquitectura urbanismo y diseño construcciones i “b”

ANEXOS

FORMATOS DE CAMPO MEDICIONES DATA LOGGER

Data Logger Sala De Estudio A

>>Logging Name:02908 Sala A
 >>FROM:07-06-2016 09:31:44 TO:07-14-2016 12:31:44
 >>Sample Points:391
 >>Sample Rate:1800 sec.
 >>Temperature Unit:Celsius
 >>Temperature(LowAlarm:0.0-HighAlarm:40.0)
 Relative Humidity(LowAlarm:35.0-HighAlarm:75.0)

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
1	06.07.2016	09:31:44	19.8	60.2	11.8
2	06.07.2016	10:01:44	19.3	62.2	11.8
3	06.07.2016	10:31:44	19.5	61.4	11.8
4	06.07.2016	11:01:44	20.1	60.4	12.1
5	06.07.2016	11:31:44	20	60.9	12.2
6	06.07.2016	12:01:44	20.5	59.8	12.4
7	06.07.2016	12:31:44	20.7	59.5	12.5
8	06.07.2016	13:01:44	20.8	59.4	12.6
9	06.07.2016	13:31:44	21.5	58	12.8
10	06.07.2016	14:01:44	21.6	57.6	12.8
11	06.07.2016	14:31:44	21.3	57.4	12.5
12	06.07.2016	15:01:44	21	56.7	12
13	06.07.2016	15:31:44	20.6	57.6	11.9
14	06.07.2016	16:01:44	20.4	57.8	11.8
15	06.07.2016	16:31:44	20.4	58.2	11.9
16	06.07.2016	17:01:44	20.1	58.6	11.7
17	06.07.2016	17:31:44	19.8	59.1	11.5
18	06.07.2016	18:01:44	19.4	59.6	11.3
19	06.07.2016	18:31:44	19.1	60.4	11.2

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
20	06.07.2016	19:01:44	18.9	61.1	11.2
21	06.07.2016	19:31:44	18.7	61.7	11.2
22	06.07.2016	20:01:44	18.5	62.3	11.1
23	06.07.2016	20:31:44	18.4	62.8	11.1
24	06.07.2016	21:01:44	18.2	63.2	11
25	06.07.2016	21:31:44	18.1	63.6	11
26	06.07.2016	22:01:44	17.9	64	10.9
27	06.07.2016	22:31:44	17.8	64.4	10.9
28	06.07.2016	23:01:44	17.7	64.6	10.9
29	06.07.2016	23:31:44	17.6	64.9	10.9
30	07.07.2016	00:01:44	17.5	65.2	10.8
31	07.07.2016	00:31:44	17.4	65.4	10.8
32	07.07.2016	01:01:44	17.3	65.7	10.8
33	07.07.2016	01:31:44	17.2	65.9	10.7
34	07.07.2016	02:01:44	17.1	66.1	10.7
35	07.07.2016	02:31:44	17.1	66.3	10.7
36	07.07.2016	03:01:44	17	66.5	10.7
37	07.07.2016	03:31:44	16.9	66.7	10.6
38	07.07.2016	04:01:44	16.8	66.8	10.5
39	07.07.2016	04:31:44	16.7	67	10.5
40	07.07.2016	05:01:44	16.6	67.1	10.4
41	07.07.2016	05:31:44	16.5	67.2	10.4
42	07.07.2016	06:01:44	16.5	67.3	10.4
43	07.07.2016	06:31:44	16.6	66.8	10.4
44	07.07.2016	07:01:44	16.9	66.4	10.6
45	07.07.2016	07:31:44	17.4	66.2	11
46	07.07.2016	08:01:44	17.6	61	9.9
47	07.07.2016	08:31:44	18.2	60.7	10.4
48	07.07.2016	09:01:44	18.4	56.4	9.5
49	07.07.2016	09:31:44	18.9	58.5	10.5
50	07.07.2016	10:01:44	19.3	56.8	10.5
51	07.07.2016	10:31:44	19.7	55.9	10.6

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
52	07.07.2016	11:01:44	20	55.7	10.8
53	07.07.2016	11:31:44	20.1	55.5	10.9
54	07.07.2016	12:01:44	20.4	54.8	11
55	07.07.2016	12:31:44	21.4	52.9	11.4
56	07.07.2016	13:01:44	22.1	51.2	11.5
57	07.07.2016	13:31:44	23.2	49.1	11.9
58	07.07.2016	14:01:44	23.1	49.1	11.8
59	07.07.2016	14:31:44	22.5	50.4	11.6
60	07.07.2016	15:01:44	22.1	51.4	11.6
61	07.07.2016	15:31:44	22.8	49.6	11.7
62	07.07.2016	16:01:44	23	49.3	11.8
63	07.07.2016	16:31:44	22.6	50.3	11.7
64	07.07.2016	17:01:44	22.1	50.7	11.4
65	07.07.2016	17:31:44	21.3	52	11
66	07.07.2016	18:01:44	20.7	53.8	11
67	07.07.2016	18:31:44	20.1	55.2	10.8
68	07.07.2016	19:01:44	19.8	56.2	10.8
69	07.07.2016	19:31:44	19.5	57.1	10.7
70	07.07.2016	20:01:44	19.3	57.8	10.7
71	07.07.2016	20:31:44	19.1	58.3	10.7
72	07.07.2016	21:01:44	19.1	58.3	10.7
73	07.07.2016	21:31:44	19.1	58.3	10.7
74	07.07.2016	22:01:44	19	58.3	10.6
75	07.07.2016	22:31:44	18.9	58.2	10.5
76	07.07.2016	23:01:44	18.8	58.6	10.5
77	07.07.2016	23:31:44	18.6	59.3	10.5
78	08.07.2016	00:01:44	18.4	59.9	10.4
79	08.07.2016	00:31:44	18.2	60.3	10.3
80	08.07.2016	01:01:44	18	60.5	10.2
81	08.07.2016	01:31:44	18	60.1	10.1
82	08.07.2016	02:01:44	18.1	59.6	10.1
83	08.07.2016	02:31:44	18.1	59.4	10

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
84	08.07.2016	03:01:44	18.1	59	9.9
85	08.07.2016	03:31:44	18	58.8	9.8
86	08.07.2016	04:01:44	18	58.3	9.6
87	08.07.2016	04:31:44	18	58	9.6
88	08.07.2016	05:01:44	17.9	57.7	9.4
89	08.07.2016	05:31:44	17.9	57.5	9.3
90	08.07.2016	06:01:44	17.9	57.5	9.3
91	08.07.2016	06:31:44	18.1	56.2	9.2
92	08.07.2016	07:01:44	18.5	55.3	9.3
93	08.07.2016	07:31:44	18.9	54.2	9.4
94	08.07.2016	08:01:44	19.1	53.2	9.3
95	08.07.2016	08:31:44	19.4	52.5	9.4
96	08.07.2016	09:01:44	19.6	51.7	9.3
97	08.07.2016	09:31:44	19.8	50.8	9.3
98	08.07.2016	10:01:44	20.4	49.2	9.3
99	08.07.2016	10:31:44	20.4	48.5	9.1
100	08.07.2016	11:01:44	20.6	48	9.2
101	08.07.2016	11:31:44	20.7	47.5	9.1
102	08.07.2016	12:01:44	20.9	47.6	9.3
103	08.07.2016	12:31:44	21.2	46.9	9.4
104	08.07.2016	13:01:44	21.9	46.1	9.7
105	08.07.2016	13:31:44	23.2	43.5	10.1
106	08.07.2016	14:01:44	24.2	41.6	10.3
107	08.07.2016	14:31:44	24.8	40.9	10.6
108	08.07.2016	15:01:44	23.9	42.1	10.2
109	08.07.2016	15:31:44	23.4	43	10.1
110	08.07.2016	16:01:44	22.9	44.1	10
111	08.07.2016	16:31:44	22.3	45.3	9.8
112	08.07.2016	17:01:44	21.8	47	9.9
113	08.07.2016	17:31:44	21.4	48.5	10
114	08.07.2016	18:01:44	20.9	49.6	9.9
115	08.07.2016	18:31:44	20.6	50.6	9.9

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
116	08.07.2016	19:01:44	20.3	51.6	10
117	08.07.2016	19:31:44	20	52.4	9.9
118	08.07.2016	20:01:44	19.9	52.6	9.9
119	08.07.2016	20:31:44	19.9	53	10
120	08.07.2016	21:01:44	19.7	53.3	9.9
121	08.07.2016	21:31:44	19.5	53.7	9.8
122	08.07.2016	22:01:44	19.3	54.1	9.7
123	08.07.2016	22:31:44	19.3	54.4	9.8
124	08.07.2016	23:01:44	19.2	54.6	9.8
125	08.07.2016	23:31:44	19.2	54.8	9.8
126	09.07.2016	00:01:44	19.1	55	9.8
127	09.07.2016	00:31:44	19	55	9.7
128	09.07.2016	01:01:44	18.9	55.2	9.7
129	09.07.2016	01:31:44	18.8	55.3	9.6
130	09.07.2016	02:01:44	18.6	55.7	9.5
131	09.07.2016	02:31:44	18.4	55.8	9.4
132	09.07.2016	03:01:44	18.3	55.6	9.2
133	09.07.2016	03:31:44	18.2	55.7	9.2
134	09.07.2016	04:01:44	18	55.7	9
135	09.07.2016	04:31:44	17.9	55.9	8.9
136	09.07.2016	05:01:44	17.8	56.1	8.9
137	09.07.2016	05:31:44	17.6	55.5	8.5
138	09.07.2016	06:01:44	17.5	55	8.3
139	09.07.2016	06:31:44	17.7	54.8	8.5
140	09.07.2016	07:01:44	17.8	54.7	8.5
141	09.07.2016	07:31:44	17.8	54.1	8.4
142	09.07.2016	08:01:44	18	53.9	8.5
143	09.07.2016	08:31:44	18.2	53.1	8.4
144	09.07.2016	09:01:44	18.6	52.1	8.5
145	09.07.2016	09:31:44	19.1	50.8	8.6
146	09.07.2016	10:01:44	19.4	49.6	8.5
147	09.07.2016	10:31:44	19.7	48.6	8.5

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
148	09.07.2016	11:01:44	20.4	48.4	9.1
149	09.07.2016	11:31:44	20.9	47.3	9.2
150	09.07.2016	12:01:44	21.3	46.4	9.3
151	09.07.2016	12:31:44	21.4	46.3	9.4
152	09.07.2016	13:01:44	21.9	45.8	9.7
153	09.07.2016	13:31:44	22.3	45.4	9.9
154	09.07.2016	14:01:44	22.1	45.8	9.8
155	09.07.2016	14:31:44	22.5	45.4	10.1
156	09.07.2016	15:01:44	23.2	44.6	10.4
157	09.07.2016	15:31:44	23.5	44.1	10.5
158	09.07.2016	16:01:44	23.7	44	10.7
159	09.07.2016	16:31:44	23.3	44.8	10.6
160	09.07.2016	17:01:44	22.7	46.2	10.5
161	09.07.2016	17:31:44	22.2	47.3	10.4
162	09.07.2016	18:01:44	21.8	48.2	10.3
163	09.07.2016	18:31:44	21.5	48.9	10.3
164	09.07.2016	19:01:44	21.3	49.5	10.3
165	09.07.2016	19:31:44	21.1	49.9	10.2
166	09.07.2016	20:01:44	20.8	50.7	10.2
167	09.07.2016	20:31:44	20.6	51.2	10.1
168	09.07.2016	21:01:44	20.4	51.8	10.1
169	09.07.2016	21:31:44	20.3	52	10.1
170	09.07.2016	22:01:44	20.1	52.3	10
171	09.07.2016	22:31:44	20	52.5	9.9
172	09.07.2016	23:01:44	19.8	52.7	9.8
173	09.07.2016	23:31:44	19.6	52.9	9.7
174	10.07.2016	00:01:44	19.5	53.1	9.7
175	10.07.2016	00:31:44	19.4	53.3	9.6
176	10.07.2016	01:01:44	19.1	53.7	9.4
177	10.07.2016	01:31:44	18.9	54.1	9.4
178	10.07.2016	02:01:44	18.7	54.7	9.4
179	10.07.2016	02:31:44	18.4	55.2	9.2

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
180	10.07.2016	03:01:44	18.3	55.5	9.2
181	10.07.2016	03:31:44	18.2	55.8	9.2
182	10.07.2016	04:01:44	18	56	9
183	10.07.2016	04:31:44	17.9	56.4	9.1
184	10.07.2016	05:01:44	17.8	56.8	9.1
185	10.07.2016	05:31:44	17.7	57.2	9.1
186	10.07.2016	06:01:44	17.6	57.4	9
187	10.07.2016	06:31:44	17.7	57.2	9.1
188	10.07.2016	07:01:44	18	56.5	9.2
189	10.07.2016	07:31:44	18.5	55.4	9.4
190	10.07.2016	08:01:44	18.8	54.4	9.4
191	10.07.2016	08:31:44	19.4	53.3	9.6
192	10.07.2016	09:01:44	19.6	52.2	9.5
193	10.07.2016	09:31:44	20.1	51.3	9.7
194	10.07.2016	10:01:44	20.3	50.4	9.6
195	10.07.2016	10:31:44	20.5	49.6	9.6
196	10.07.2016	11:01:44	21.1	49.1	10
197	10.07.2016	11:31:44	21.1	48.4	9.7
198	10.07.2016	12:01:44	21.4	48.5	10
199	10.07.2016	12:31:44	21.4	48.8	10.1
200	10.07.2016	13:01:44	22.4	47.4	10.6
201	10.07.2016	13:31:44	23.2	45.8	10.8
202	10.07.2016	14:01:44	24.3	43.4	11
203	10.07.2016	14:31:44	24.9	42.5	11.2
204	10.07.2016	15:01:44	24.1	44	11
205	10.07.2016	15:31:44	23.5	45.3	10.9
206	10.07.2016	16:01:44	23.5	45.4	11
207	10.07.2016	16:31:44	23	46	10.7
208	10.07.2016	17:01:44	22.8	46.9	10.8
209	10.07.2016	17:31:44	22.3	47.6	10.6
210	10.07.2016	18:01:44	22	48.4	10.6
211	10.07.2016	18:31:44	21.7	49.3	10.6

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
212	10.07.2016	19:01:44	21.5	49.8	10.5
213	10.07.2016	19:31:44	21.1	50.3	10.3
214	10.07.2016	20:01:44	20.7	51	10.2
215	10.07.2016	20:31:44	20.3	51.6	10
216	10.07.2016	21:01:44	20.2	52	10
217	10.07.2016	21:31:44	20.2	52.2	10
218	10.07.2016	22:01:44	20.1	52.4	10
219	10.07.2016	22:31:44	20	52.7	10
220	10.07.2016	23:01:44	19.6	53.4	9.8
221	10.07.2016	23:31:44	19.4	54.2	9.9
222	11.07.2016	00:01:44	19.1	54.8	9.8
223	11.07.2016	00:31:44	18.9	55.3	9.7
224	11.07.2016	01:01:44	18.7	55.8	9.6
225	11.07.2016	01:31:44	18.5	56.2	9.6
226	11.07.2016	02:01:44	18.3	56.5	9.5
227	11.07.2016	02:31:44	18.1	56.9	9.4
228	11.07.2016	03:01:44	18	56.9	9.3
229	11.07.2016	03:31:44	17.9	56.9	9.2
230	11.07.2016	04:01:44	17.8	57.2	9.2
231	11.07.2016	04:31:44	17.6	57.6	9.1
232	11.07.2016	05:01:44	17.4	57.9	9
233	11.07.2016	05:31:44	17.3	58.3	9
234	11.07.2016	06:01:44	17.2	58.5	8.9
235	11.07.2016	06:31:44	17.3	58.4	9
236	11.07.2016	07:01:44	17.6	57.8	9.1
237	11.07.2016	07:31:44	18.2	56.7	9.4
238	11.07.2016	08:01:44	18.5	55.9	9.5
239	11.07.2016	08:31:44	18.6	55.6	9.5
240	11.07.2016	09:01:44	19.2	54.7	9.8
241	11.07.2016	09:31:44	19.9	53.3	10.1
242	11.07.2016	10:01:44	20.5	51.9	10.2
243	11.07.2016	10:31:44	21.1	51.1	10.6

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
244	11.07.2016	11:01:44	21.3	50.7	10.6
245	11.07.2016	11:31:44	21.9	50	11
246	11.07.2016	12:01:44	22.2	49.7	11.1
247	11.07.2016	12:31:44	22.8	48	11.2
248	11.07.2016	13:01:44	22.8	48.2	11.2
249	11.07.2016	13:31:44	23	47.3	11.1
250	11.07.2016	14:01:44	23.9	45.7	11.4
251	11.07.2016	14:31:44	23.5	46.3	11.3
252	11.07.2016	15:01:44	23	47	11
253	11.07.2016	15:31:44	23	46.9	11
254	11.07.2016	16:01:44	22.5	48.5	11.1
255	11.07.2016	16:31:44	22.1	49.8	11.1
256	11.07.2016	17:01:44	21.7	50.7	11
257	11.07.2016	17:31:44	21.2	51.8	10.9
258	11.07.2016	18:01:44	20.8	52.7	10.7
259	11.07.2016	18:31:44	20.5	52.7	10.5
260	11.07.2016	19:01:44	20.1	53.3	10.3
261	11.07.2016	19:31:44	19.9	53.8	10.2
262	11.07.2016	20:01:44	19.7	54.4	10.2
263	11.07.2016	20:31:44	19.6	54.6	10.2
264	11.07.2016	21:01:44	19.4	55	10.1
265	11.07.2016	21:31:44	19.3	54.9	10
266	11.07.2016	22:01:44	19.2	54.7	9.8
267	11.07.2016	22:31:44	19.1	54.6	9.7
268	11.07.2016	23:01:44	19	55	9.7
269	11.07.2016	23:31:44	18.8	55.4	9.6
270	12.07.2016	00:01:44	18.6	55.4	9.4
271	12.07.2016	00:31:44	18.6	55.4	9.4
272	12.07.2016	01:01:44	18.5	55.1	9.3
273	12.07.2016	01:31:44	18.5	55	9.2
274	12.07.2016	02:01:44	18.5	55.2	9.3
275	12.07.2016	02:31:44	18.3	55.2	9.1

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
276	12.07.2016	03:01:44	18.1	55.2	8.9
277	12.07.2016	03:31:44	18.1	55.2	8.9
278	12.07.2016	04:01:44	18	55.1	8.8
279	12.07.2016	04:31:44	17.9	55.2	8.7
280	12.07.2016	05:01:44	17.7	55.6	8.7
281	12.07.2016	05:31:44	17.4	56.1	8.5
282	12.07.2016	06:01:44	17.3	56.2	8.5
283	12.07.2016	06:31:44	17.4	56.1	8.5
284	12.07.2016	07:01:44	17.5	55.8	8.5
285	12.07.2016	07:31:44	17.7	55.3	8.6
286	12.07.2016	08:01:44	18.2	54.2	8.8
287	12.07.2016	08:31:44	18.5	53	8.7
288	12.07.2016	09:01:44	18.7	52.8	8.8
289	12.07.2016	09:31:44	19.1	52.4	9.1
290	12.07.2016	10:01:44	19.4	51.8	9.2
291	12.07.2016	10:31:44	19.6	51.4	9.3
292	12.07.2016	11:01:44	19.9	51.6	9.6
293	12.07.2016	11:31:44	20.4	50.7	9.8
294	12.07.2016	12:01:44	20.5	51.1	10
295	12.07.2016	12:31:44	21.2	49.7	10.2
296	12.07.2016	13:01:44	21.3	49.4	10.2
297	12.07.2016	13:31:44	21.6	48.7	10.3
298	12.07.2016	14:01:44	21.5	49.5	10.4
299	12.07.2016	14:31:44	21.5	49.3	10.4
300	12.07.2016	15:01:44	21.2	50.1	10.4
301	12.07.2016	15:31:44	21.2	50.2	10.4
302	12.07.2016	16:01:44	21.1	50.5	10.4
303	12.07.2016	16:31:44	20.9	51	10.3
304	12.07.2016	17:01:44	20.5	52	10.3
305	12.07.2016	17:31:44	20.3	52.9	10.3
306	12.07.2016	18:01:44	20	53.7	10.3
307	12.07.2016	18:31:44	19.6	54.4	10.1

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
308	12.07.2016	19:01:44	19.4	55.2	10.1
309	12.07.2016	19:31:44	19.1	55.7	10
310	12.07.2016	20:01:44	18.9	56.3	10
311	12.07.2016	20:31:44	18.8	56.7	10
312	12.07.2016	21:01:44	18.7	57.1	10
313	12.07.2016	21:31:44	18.5	57.2	9.8
314	12.07.2016	22:01:44	18.4	57.2	9.7
315	12.07.2016	22:31:44	18.3	57.6	9.7
316	12.07.2016	23:01:44	18.2	57.6	9.7
317	12.07.2016	23:31:44	18.1	57.8	9.6
318	13.07.2016	00:01:44	18	57.9	9.5
319	13.07.2016	00:31:44	17.9	58.1	9.5
320	13.07.2016	01:01:44	17.8	58.3	9.5
321	13.07.2016	01:31:44	17.7	58.5	9.4
322	13.07.2016	02:01:44	17.6	58.6	9.3
323	13.07.2016	02:31:44	17.5	58.7	9.3
324	13.07.2016	03:01:44	17.4	58.8	9.2
325	13.07.2016	03:31:44	17.3	58.8	9.1
326	13.07.2016	04:01:44	17.3	59	9.2
327	13.07.2016	04:31:44	17.2	59	9.1
328	13.07.2016	05:01:44	17.1	59.1	9
329	13.07.2016	05:31:44	17	59.2	8.9
330	13.07.2016	06:01:44	17	59.2	8.9
331	13.07.2016	06:31:44	17.2	58.4	8.9
332	13.07.2016	07:01:44	17.5	57.1	8.9
333	13.07.2016	07:31:44	18	55.7	9
334	13.07.2016	08:01:44	18.4	55	9.2
335	13.07.2016	08:31:44	18.5	54.5	9.1
336	13.07.2016	09:01:44	19	53.7	9.4
337	13.07.2016	09:31:44	21.4	56.7	12.4
338	13.07.2016	10:01:44	23.3	51.8	12.8
339	13.07.2016	10:31:44	23.7	46.9	11.6

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
340	13.07.2016	11:01:44	23.8	50.3	12.8
341	13.07.2016	11:31:44	25.1	46.9	12.9
342	13.07.2016	12:01:44	24.1	49.3	12.8
343	13.07.2016	12:31:44	23.8	48.8	12.3
344	13.07.2016	13:01:44	24.3	48.6	12.7
345	13.07.2016	13:31:44	24.6	47.6	12.7
346	13.07.2016	14:01:44	24.8	45.1	12
347	13.07.2016	14:31:44	25.4	44.7	12.5
348	13.07.2016	15:01:44	24.4	50.6	13.4
349	13.07.2016	15:31:44	23.7	46.8	11.6
350	13.07.2016	16:01:44	23.7	47.5	11.8
351	13.07.2016	16:31:44	23.7	48	12
352	13.07.2016	17:01:44	23.1	51	12.4
353	13.07.2016	17:31:44	22.4	55.1	12.9
354	13.07.2016	18:01:44	21.9	54.4	12.2
355	13.07.2016	18:31:44	21.6	56.3	12.5
356	13.07.2016	19:01:44	21.2	56	12
357	13.07.2016	19:31:44	20.9	55.9	11.7
358	13.07.2016	20:01:44	20.6	56.1	11.5
359	13.07.2016	20:31:44	20.3	53.4	10.5
360	13.07.2016	21:01:44	20	53.3	10.2
361	13.07.2016	21:31:44	19.7	54.7	10.3
362	13.07.2016	22:01:44	19.4	55.8	10.3
363	13.07.2016	22:31:44	19.2	57.6	10.6
364	13.07.2016	23:01:44	19.1	58.9	10.8
365	13.07.2016	23:31:44	19	59.8	11
366	14.07.2016	00:01:44	18.8	60.8	11
367	14.07.2016	00:31:44	18.6	61.8	11.1
368	14.07.2016	01:01:44	18.4	63.6	11.3
369	14.07.2016	01:31:44	18.3	63.4	11.2
370	14.07.2016	02:01:44	18.2	63.1	11
371	14.07.2016	02:31:44	18	63.1	10.8

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
372	14.07.2016	03:01:44	17.9	64.1	11
373	14.07.2016	03:31:44	17.9	66.6	11.5
374	14.07.2016	04:01:44	17.9	65	11.2
375	14.07.2016	04:31:44	17.8	64.8	11
376	14.07.2016	05:01:44	17.6	64.7	10.8
377	14.07.2016	05:31:44	17.5	64.9	10.8
378	14.07.2016	06:01:44	17.8	63.8	10.8
379	14.07.2016	06:31:44	18.1	62.4	10.8
380	14.07.2016	07:01:44	18.7	58.8	10.4
381	14.07.2016	07:31:44	18.9	58.5	10.5
382	14.07.2016	08:01:44	19.3	57.8	10.7
383	14.07.2016	08:31:44	19.8	58.1	11.3
384	14.07.2016	09:01:44	20.6	57.8	11.9
385	14.07.2016	09:31:44	21.2	55.2	11.8
386	14.07.2016	10:01:44	21.9	54.8	12.4
387	14.07.2016	10:31:44	22.5	51.7	12
388	14.07.2016	11:01:44	23	50.7	12.2
389	14.07.2016	11:31:44	24.5	53.2	14.3
390	14.07.2016	12:01:44	26.4	52.4	15.8
391	14.07.2016	12:31:44	26	44.6	13

FORMATOS DE CAMPO MEDICIONES DATA LOGGER

Data Logger Salón 105

>>Logging Name:05241 SALÓN 015

>>FROM:07-06-2016 10:46:02 TO:07-14-2016 12:16:02

>>Sample Points:388

>>Sample Rate:1800 sec.

>>Temperature Unit:Celsius

>>Temperature(LowAlarm:0.0-HighAlarm:40.0) Relative Humidity(LowAlarm:35.0-HighAlarm:75.0)

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
1	06.07.2016	10:46:02	20.3	60.3	12.3
2	06.07.2016	11:16:02	20.1	61.8	12.5
3	06.07.2016	11:46:02	19.8	62.8	12.5
4	06.07.2016	12:16:02	20	63.8	12.9
5	06.07.2016	12:46:02	20	64	12.9
6	06.07.2016	13:16:02	20.2	63.6	13
7	06.07.2016	13:46:02	20.8	62.8	13.4
8	06.07.2016	14:16:02	20.8	64.3	13.8
9	06.07.2016	14:46:02	20.4	64.4	13.4
10	06.07.2016	15:16:02	20.1	65.2	13.3
11	06.07.2016	15:46:02	20	65.3	13.2
12	06.07.2016	16:16:02	20	65	13.2
13	06.07.2016	16:46:02	19.9	64.9	13.1
14	06.07.2016	17:16:02	19.8	65.2	13
15	06.07.2016	17:46:02	19.7	65.1	12.9
16	06.07.2016	18:16:02	19.6	64.9	12.8
17	06.07.2016	18:46:02	19.6	65.3	12.9
18	06.07.2016	19:16:02	19.5	65.9	12.9
19	06.07.2016	19:46:02	19.5	66.4	13
20	06.07.2016	20:16:02	19.4	66.9	13
21	06.07.2016	20:46:02	19.4	67.1	13.1
22	06.07.2016	21:16:02	19.4	67.4	13.2

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
23	06.07.2016	21:46:02	19.4	67.8	13.2
24	06.07.2016	22:16:02	19.3	67.8	13.2
25	06.07.2016	22:46:02	19.3	68	13.2
26	06.07.2016	23:16:02	19.3	68.2	13.2
27	06.07.2016	23:46:02	19.2	68.3	13.2
28	07.07.2016	00:16:02	19.2	68.3	13.2
29	07.07.2016	00:46:02	19.2	68.2	13.1
30	07.07.2016	01:16:02	19.2	68.3	13.2
31	07.07.2016	01:46:02	19.1	68.3	13.1
32	07.07.2016	02:16:02	19.1	68.3	13.1
33	07.07.2016	02:46:02	19.1	68.2	13.1
34	07.07.2016	03:16:02	19.1	68.1	13
35	07.07.2016	03:46:02	19.1	68.2	13.1
36	07.07.2016	04:16:02	19	67.9	12.9
37	07.07.2016	04:46:02	19	67.8	12.9
38	07.07.2016	05:16:02	19	67.6	12.8
39	07.07.2016	05:46:02	18.9	67.5	12.7
40	07.07.2016	06:16:02	19	66.7	12.6
41	07.07.2016	06:46:02	19	66.3	12.5
42	07.07.2016	07:16:02	19.1	65.9	12.5
43	07.07.2016	07:46:02	19.2	65.5	12.5
44	07.07.2016	08:16:02	19.3	64.8	12.5
45	07.07.2016	08:46:02	19.4	64.5	12.5
46	07.07.2016	09:16:02	19.4	63.3	12.2
47	07.07.2016	09:46:02	19.5	62.6	12.1
48	07.07.2016	10:16:02	19.6	62.2	12.1
49	07.07.2016	10:46:02	19.7	61.6	12.1
50	07.07.2016	11:16:02	19.7	61.6	12.1
51	07.07.2016	11:46:02	19.8	61.5	12.1
52	07.07.2016	12:16:02	20.1	60.6	12.2
53	07.07.2016	12:46:02	20.4	59.8	12.3
54	07.07.2016	13:16:02	20.8	59	12.4

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
55	07.07.2016	13:46:02	21.1	58.2	12.5
56	07.07.2016	14:16:02	20.9	59	12.5
57	07.07.2016	14:46:02	20.6	59.8	12.5
58	07.07.2016	15:16:02	20.7	60	12.6
59	07.07.2016	15:46:02	21.5	57.7	12.8
60	07.07.2016	16:16:02	21.1	58.8	12.7
61	07.07.2016	16:46:02	20.8	59.7	12.6
62	07.07.2016	17:16:02	20.5	60.4	12.5
63	07.07.2016	17:46:02	20.1	62	12.5
64	07.07.2016	18:16:02	20	62.6	12.6
65	07.07.2016	18:46:02	19.8	63	12.5
66	07.07.2016	19:16:02	19.7	63.1	12.4
67	07.07.2016	19:46:02	19.7	63.1	12.4
68	07.07.2016	20:16:02	19.6	63.1	12.3
69	07.07.2016	20:46:02	19.5	63.4	12.3
70	07.07.2016	21:16:02	19.5	63.6	12.4
71	07.07.2016	21:46:02	19.5	63.5	12.3
72	07.07.2016	22:16:02	19.4	63.9	12.3
73	07.07.2016	22:46:02	19.4	64.1	12.4
74	07.07.2016	23:16:02	19.4	64.1	12.4
75	07.07.2016	23:46:02	19.4	64.1	12.4
76	08.07.2016	00:16:02	19.4	64.2	12.4
77	08.07.2016	00:46:02	19.3	64.1	12.3
78	08.07.2016	01:16:02	19.3	63.8	12.2
79	08.07.2016	01:46:02	19.3	64	12.3
80	08.07.2016	02:16:02	19.3	63.6	12.2
81	08.07.2016	02:46:02	19.3	63.5	12.2
82	08.07.2016	03:16:02	19.2	63.4	12
83	08.07.2016	03:46:02	19.2	63	11.9
84	08.07.2016	04:16:02	19.2	62.7	11.9
85	08.07.2016	04:46:02	19.2	62.7	11.9
86	08.07.2016	05:16:02	19.2	62.6	11.8

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
87	08.07.2016	05:46:02	19.1	62.5	11.7
88	08.07.2016	06:16:02	19.2	62	11.7
89	08.07.2016	06:46:02	19.2	61.7	11.6
90	08.07.2016	07:16:02	19.3	61.1	11.6
91	08.07.2016	07:46:02	19.5	60.6	11.6
92	08.07.2016	08:16:02	19.5	59.7	11.4
93	08.07.2016	08:46:02	19.6	59.5	11.5
94	08.07.2016	09:16:02	19.6	59.1	11.4
95	08.07.2016	09:46:02	19.7	58.9	11.4
96	08.07.2016	10:16:02	19.8	58.4	11.4
97	08.07.2016	10:46:02	19.9	58.5	11.5
98	08.07.2016	11:16:02	19.9	58.1	11.4
99	08.07.2016	11:46:02	19.9	57.9	11.3
100	08.07.2016	12:16:02	20.1	57.7	11.5
101	08.07.2016	12:46:02	20.3	57.3	11.5
102	08.07.2016	13:16:02	20.7	56.3	11.6
103	08.07.2016	13:46:02	21.4	54.7	11.9
104	08.07.2016	14:16:02	21.9	53.8	12.1
105	08.07.2016	14:46:02	21.9	53.8	12.1
106	08.07.2016	15:16:02	21.6	54.7	12
107	08.07.2016	15:46:02	21.4	55.6	12.1
108	08.07.2016	16:16:02	20.9	56.8	12
109	08.07.2016	16:46:02	20.6	57.7	11.9
110	08.07.2016	17:16:02	20.4	58.8	12
111	08.07.2016	17:46:02	20.2	59.6	12
112	08.07.2016	18:16:02	20	60.4	12.1
113	08.07.2016	18:46:02	19.9	60.9	12.1
114	08.07.2016	19:16:02	19.9	60.8	12.1
115	08.07.2016	19:46:02	19.8	60.8	12
116	08.07.2016	20:16:02	19.7	60.8	11.9
117	08.07.2016	20:46:02	19.7	60.6	11.8
118	08.07.2016	21:16:02	19.7	60.6	11.8

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
119	08.07.2016	21:46:02	19.7	60.8	11.9
120	08.07.2016	22:16:02	19.6	61.1	11.9
121	08.07.2016	22:46:02	19.6	61.4	11.9
122	08.07.2016	23:16:02	19.5	61.6	11.9
123	08.07.2016	23:46:02	19.6	61.8	12
124	09.07.2016	00:16:02	19.5	61.7	11.9
125	09.07.2016	00:46:02	19.5	61.8	11.9
126	09.07.2016	01:16:02	19.4	61.7	11.8
127	09.07.2016	01:46:02	19.4	61.6	11.8
128	09.07.2016	02:16:02	19.4	61.5	11.8
129	09.07.2016	02:46:02	19.3	61.2	11.6
130	09.07.2016	03:16:02	19.3	60.9	11.5
131	09.07.2016	03:46:02	19.2	60.7	11.4
132	09.07.2016	04:16:02	19.2	60.4	11.3
133	09.07.2016	04:46:02	19.2	60	11.2
134	09.07.2016	05:16:02	19.1	59.8	11.1
135	09.07.2016	05:46:02	19.1	59.6	11
136	09.07.2016	06:16:02	19.1	59.2	10.9
137	09.07.2016	06:46:02	19.1	58.8	10.8
138	09.07.2016	07:16:02	19.2	58.3	10.8
139	09.07.2016	07:46:02	19.2	58	10.7
140	09.07.2016	08:16:02	19.4	57.6	10.8
141	09.07.2016	08:46:02	19.4	57.7	10.8
142	09.07.2016	09:16:02	19.5	57	10.7
143	09.07.2016	09:46:02	19.6	56.9	10.8
144	09.07.2016	10:16:02	19.7	56.7	10.8
145	09.07.2016	10:46:02	19.8	56.8	10.9
146	09.07.2016	11:16:02	19.9	56.5	11
147	09.07.2016	11:46:02	20.1	56.1	11
148	09.07.2016	12:16:02	20.1	56	11
149	09.07.2016	12:46:02	20.3	55.7	11.1
150	09.07.2016	13:16:02	20.3	55.4	11

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
151	09.07.2016	13:46:02	20.5	55.4	11.2
152	09.07.2016	14:16:02	20.6	55	11.2
153	09.07.2016	14:46:02	21.1	54.4	11.5
154	09.07.2016	15:16:02	21.8	52.7	11.7
155	09.07.2016	15:46:02	21.6	53.5	11.7
156	09.07.2016	16:16:02	21.3	54.6	11.7
157	09.07.2016	16:46:02	20.8	55.9	11.6
158	09.07.2016	17:16:02	20.4	57.2	11.6
159	09.07.2016	17:46:02	20.2	58.9	11.9
160	09.07.2016	18:16:02	20	59.4	11.8
161	09.07.2016	18:46:02	19.8	59.7	11.7
162	09.07.2016	19:16:02	19.8	60.1	11.8
163	09.07.2016	19:46:02	19.8	60	11.8
164	09.07.2016	20:16:02	19.7	60.2	11.7
165	09.07.2016	20:46:02	19.7	60.3	11.7
166	09.07.2016	21:16:02	19.6	60.3	11.7
167	09.07.2016	21:46:02	19.6	60.5	11.7
168	09.07.2016	22:16:02	19.5	60.6	11.6
169	09.07.2016	22:46:02	19.5	60.3	11.6
170	09.07.2016	23:16:02	19.5	59.9	11.5
171	09.07.2016	23:46:02	19.4	59.8	11.3
172	10.07.2016	00:16:02	19.4	60	11.4
173	10.07.2016	00:46:02	19.4	59.7	11.3
174	10.07.2016	01:16:02	19.3	59.6	11.2
175	10.07.2016	01:46:02	19.3	59.6	11.2
176	10.07.2016	02:16:02	19.3	59.6	11.2
177	10.07.2016	02:46:02	19.3	60	11.3
178	10.07.2016	03:16:02	19.2	60	11.2
179	10.07.2016	03:46:02	19.2	59.7	11.1
180	10.07.2016	04:16:02	19.2	59.4	11.1
181	10.07.2016	04:46:02	19.2	59.7	11.1
182	10.07.2016	05:16:02	19.1	59.8	11.1

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
183	10.07.2016	05:46:02	19.1	60	11.1
184	10.07.2016	06:16:02	19.2	60.1	11.2
185	10.07.2016	06:46:02	19.3	60.2	11.3
186	10.07.2016	07:16:02	19.4	59.5	11.3
187	10.07.2016	07:46:02	19.4	59.3	11.2
188	10.07.2016	08:16:02	19.6	58.5	11.2
189	10.07.2016	08:46:02	19.6	57.9	11
190	10.07.2016	09:16:02	19.7	58.1	11.2
191	10.07.2016	09:46:02	19.7	57.7	11.1
192	10.07.2016	10:16:02	19.8	57.7	11.2
193	10.07.2016	10:46:02	19.9	57.6	11.2
194	10.07.2016	11:16:02	19.9	57.2	11.1
195	10.07.2016	11:46:02	19.9	57.5	11.2
196	10.07.2016	12:16:02	20	58	11.4
197	10.07.2016	12:46:02	20.1	58.3	11.6
198	10.07.2016	13:16:02	20.6	57.2	11.8
199	10.07.2016	13:46:02	21.2	55.7	11.9
200	10.07.2016	14:16:02	21.9	54.3	12.2
201	10.07.2016	14:46:02	21.8	54.3	12.1
202	10.07.2016	15:16:02	21.1	56.2	12
203	10.07.2016	15:46:02	20.8	57.2	12
204	10.07.2016	16:16:02	20.8	57.5	12.1
205	10.07.2016	16:46:02	20.6	58.2	12.1
206	10.07.2016	17:16:02	20.4	58.5	11.9
207	10.07.2016	17:46:02	20.2	59.7	12.1
208	10.07.2016	18:16:02	20	60.7	12.1
209	10.07.2016	18:46:02	19.9	61.1	12.1
210	10.07.2016	19:16:02	19.8	61.2	12.1
211	10.07.2016	19:46:02	19.8	61.5	12.1
212	10.07.2016	20:16:02	19.7	61.7	12.1
213	10.07.2016	20:46:02	19.7	61.9	12.1
214	10.07.2016	21:16:02	19.7	61.8	12.1

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
215	10.07.2016	21:46:02	19.7	61.5	12
216	10.07.2016	22:16:02	19.6	61.3	11.9
217	10.07.2016	22:46:02	19.6	61.3	11.9
218	10.07.2016	23:16:02	19.6	61.5	12
219	10.07.2016	23:46:02	19.5	61.5	11.9
220	11.07.2016	00:16:02	19.5	61.3	11.8
221	11.07.2016	00:46:02	19.5	61.3	11.8
222	11.07.2016	01:16:02	19.4	61.3	11.7
223	11.07.2016	01:46:02	19.3	61.2	11.6
224	11.07.2016	02:16:02	19.3	60.9	11.5
225	11.07.2016	02:46:02	19.3	60.9	11.5
226	11.07.2016	03:16:02	19.3	60.8	11.5
227	11.07.2016	03:46:02	19.2	60.8	11.4
228	11.07.2016	04:16:02	19.2	60.7	11.4
229	11.07.2016	04:46:02	19.1	60.9	11.3
230	11.07.2016	05:16:02	19.2	61.1	11.5
231	11.07.2016	05:46:02	19.1	61.1	11.4
232	11.07.2016	06:16:02	19.1	61.3	11.4
233	11.07.2016	06:46:02	19.2	61.3	11.5
234	11.07.2016	07:16:02	19.3	61.1	11.6
235	11.07.2016	07:46:02	19.4	60.5	11.5
236	11.07.2016	08:16:02	19.5	60.1	11.5
237	11.07.2016	08:46:02	19.6	60	11.6
238	11.07.2016	09:16:02	19.7	59.1	11.4
239	11.07.2016	09:46:02	19.8	58.8	11.5
240	11.07.2016	10:16:02	19.9	58.8	11.6
241	11.07.2016	10:46:02	20	58.9	11.7
242	11.07.2016	11:16:02	20.1	58.9	11.8
243	11.07.2016	11:46:02	20.2	58.7	11.8
244	11.07.2016	12:16:02	20.5	58.4	12
245	11.07.2016	12:46:02	20.5	58.2	12
246	11.07.2016	13:16:02	20.5	58.2	12

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
247	11.07.2016	13:46:02	20.9	57.2	12.1
248	11.07.2016	14:16:02	21.2	56.1	12.1
249	11.07.2016	14:46:02	20.7	57.1	11.9
250	11.07.2016	15:16:02	20.9	57.2	12.1
251	11.07.2016	15:46:02	20.7	57.5	12
252	11.07.2016	16:16:02	20.3	58.9	12
253	11.07.2016	16:46:02	20.1	60.1	12.1
254	11.07.2016	17:16:02	20	60.9	12.2
255	11.07.2016	17:46:02	19.8	61.4	12.1
256	11.07.2016	18:16:02	19.8	61.5	12.1
257	11.07.2016	18:46:02	19.7	61.5	12
258	11.07.2016	19:16:02	19.6	61.3	11.9
259	11.07.2016	19:46:02	19.6	60.6	11.7
260	11.07.2016	20:16:02	19.5	60.6	11.6
261	11.07.2016	20:46:02	19.5	60.4	11.6
262	11.07.2016	21:16:02	19.4	60.7	11.6
263	11.07.2016	21:46:02	19.4	60.9	11.6
264	11.07.2016	22:16:02	19.4	61	11.6
265	11.07.2016	22:46:02	19.4	61.2	11.7
266	11.07.2016	23:16:02	19.3	61.2	11.6
267	11.07.2016	23:46:02	19.4	61.1	11.7
268	12.07.2016	00:16:02	19.3	61.3	11.6
269	12.07.2016	00:46:02	19.3	60.4	11.4
270	12.07.2016	01:16:02	19.3	59.7	11.2
271	12.07.2016	01:46:02	19.3	59.7	11.2
272	12.07.2016	02:16:02	19.2	59.3	11
273	12.07.2016	02:46:02	19.2	59	10.9
274	12.07.2016	03:16:02	19.1	58.6	10.8
275	12.07.2016	03:46:02	19.1	58.4	10.7
276	12.07.2016	04:16:02	19.1	58.4	10.7
277	12.07.2016	04:46:02	19	58.4	10.6
278	12.07.2016	05:16:02	19	58.1	10.5

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
279	12.07.2016	05:46:02	19	58.5	10.6
280	12.07.2016	06:16:02	19	58.3	10.6
281	12.07.2016	06:46:02	19	58.2	10.6
282	12.07.2016	07:16:02	19.1	58.4	10.7
283	12.07.2016	07:46:02	19.2	58.2	10.7
284	12.07.2016	08:16:02	19.3	58.1	10.8
285	12.07.2016	08:46:02	19.4	57.9	10.9
286	12.07.2016	09:16:02	19.4	57.5	10.7
287	12.07.2016	09:46:02	19.5	56.6	10.6
288	12.07.2016	10:16:02	19.6	56.6	10.7
289	12.07.2016	10:46:02	19.5	56.9	10.7
290	12.07.2016	11:16:02	19.7	57.4	11
291	12.07.2016	11:46:02	19.8	57.6	11.1
292	12.07.2016	12:16:02	19.9	57.4	11.2
293	12.07.2016	12:46:02	20.1	56.5	11.1
294	12.07.2016	13:16:02	20.1	56.6	11.2
295	12.07.2016	13:46:02	20.1	56.6	11.2
296	12.07.2016	14:16:02	20.1	57.2	11.3
297	12.07.2016	14:46:02	20	57.7	11.4
298	12.07.2016	15:16:02	19.9	58.6	11.5
299	12.07.2016	15:46:02	19.7	59.2	11.5
300	12.07.2016	16:16:02	19.7	59.6	11.6
301	12.07.2016	16:46:02	19.7	59.6	11.6
302	12.07.2016	17:16:02	19.5	60.5	11.6
303	12.07.2016	17:46:02	19.4	61.2	11.7
304	12.07.2016	18:16:02	19.4	61.2	11.7
305	12.07.2016	18:46:02	19.3	61.4	11.6
306	12.07.2016	19:16:02	19.3	61.6	11.7
307	12.07.2016	19:46:02	19.2	61.7	11.6
308	12.07.2016	20:16:02	19.2	62.2	11.7
309	12.07.2016	20:46:02	19.2	62.3	11.8
310	12.07.2016	21:16:02	19.1	62.6	11.7

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
311	12.07.2016	21:46:02	19.2	62.7	11.9
312	12.07.2016	22:16:02	19.1	62.8	11.8
313	12.07.2016	22:46:02	19.1	62.7	11.8
314	12.07.2016	23:16:02	19.1	62.4	11.7
315	12.07.2016	23:46:02	19.1	62.2	11.7
316	13.07.2016	00:16:02	19	61.9	11.5
317	13.07.2016	00:46:02	19	62.1	11.5
318	13.07.2016	01:16:02	19	62.1	11.5
319	13.07.2016	01:46:02	19	62.1	11.5
320	13.07.2016	02:16:02	19	61.9	11.5
321	13.07.2016	02:46:02	18.9	61.8	11.4
322	13.07.2016	03:16:02	18.9	61.3	11.2
323	13.07.2016	03:46:02	18.9	61	11.2
324	13.07.2016	04:16:02	18.9	60.9	11.1
325	13.07.2016	04:46:02	18.8	60.9	11.1
326	13.07.2016	05:16:02	18.8	61	11.1
327	13.07.2016	05:46:02	18.8	61.1	11.1
328	13.07.2016	06:16:02	18.8	61	11.1
329	13.07.2016	06:46:02	18.9	61.1	11.2
330	13.07.2016	07:16:02	19	60.7	11.2
331	13.07.2016	07:46:02	19.1	60.6	11.3
332	13.07.2016	08:16:02	19.2	60.3	11.3
333	13.07.2016	08:46:02	19.3	59.9	11.3
334	13.07.2016	09:16:02	20.3	71.5	14.9
335	13.07.2016	09:46:02	22.8	66.5	16.2
336	13.07.2016	10:16:02	23.9	65.9	17.1
337	13.07.2016	10:46:02	23.2	50.8	12.4
338	13.07.2016	11:16:02	24	54.8	14.3
339	13.07.2016	11:46:02	24.4	49.9	13.2
340	13.07.2016	12:16:02	24	50.8	13.1
341	13.07.2016	12:46:02	24	50.1	12.9
342	13.07.2016	13:16:02	24.6	49	13.1

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
343	13.07.2016	13:46:02	24.7	47.4	12.7
344	13.07.2016	14:16:02	26	44.1	12.8
345	13.07.2016	14:46:02	24.9	47	12.8
346	13.07.2016	15:16:02	24	45.6	11.5
347	13.07.2016	15:46:02	23.7	47.9	12
348	13.07.2016	16:16:02	23.8	48.7	12.3
349	13.07.2016	16:46:02	23.6	50.3	12.6
350	13.07.2016	17:16:02	22.8	54	13
351	13.07.2016	17:46:02	22.3	56.9	13.3
352	13.07.2016	18:16:02	21.8	55	12.3
353	13.07.2016	18:46:02	21.5	56.9	12.6
354	13.07.2016	19:16:02	21.2	56.6	12.2
355	13.07.2016	19:46:02	20.9	56.5	11.9
356	13.07.2016	20:16:02	20.6	55.5	11.3
357	13.07.2016	20:46:02	20.3	53.4	10.5
358	13.07.2016	21:16:02	20	54.5	10.5
359	13.07.2016	21:46:02	19.8	55.2	10.5
360	13.07.2016	22:16:02	19.5	56.7	10.6
361	13.07.2016	22:46:02	19.3	59	11
362	13.07.2016	23:16:02	19.2	59.6	11.1
363	13.07.2016	23:46:02	19.1	60.6	11.3
364	14.07.2016	00:16:02	18.9	61.7	11.3
365	14.07.2016	00:46:02	18.8	63.3	11.6
366	14.07.2016	01:16:02	18.6	63.7	11.5
367	14.07.2016	01:46:02	18.5	63.8	11.5
368	14.07.2016	02:16:02	18.3	63.6	11.2
369	14.07.2016	02:46:02	18.2	64	11.2
370	14.07.2016	03:16:02	18.2	69.3	12.4
371	14.07.2016	03:46:02	18.2	65.1	11.5
372	14.07.2016	04:16:02	18.1	65.4	11.5
373	14.07.2016	04:46:02	17.9	65.2	11.2
374	14.07.2016	05:16:02	17.8	65	11.1

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
375	14.07.2016	05:46:02	17.8	65	11.1
376	14.07.2016	06:16:02	18.1	63.5	11
377	14.07.2016	06:46:02	18.5	62.7	11.2
378	14.07.2016	07:16:02	18.9	59.6	10.8
379	14.07.2016	07:46:02	19.2	58.6	10.8
380	14.07.2016	08:16:02	19.6	57.2	10.9
381	14.07.2016	08:46:02	20.3	58.2	11.8
382	14.07.2016	09:16:02	20.9	57.5	12.2
383	14.07.2016	09:46:02	21.6	55.7	12.3
384	14.07.2016	10:16:02	22.3	53	12.2
385	14.07.2016	10:46:02	22.7	52.1	12.3
386	14.07.2016	11:16:02	23.4	52.7	13.1
387	14.07.2016	11:46:02	25.8	52.2	15.2
388	14.07.2016	12:16:02	27	50.4	15.8

FORMATOS DE CAMPO MEDICIONES DATA LOGGER

Data Logger Sala Insignia

>>Logging Name:15873 Aula Insignia

>>FROM:07-06-2016 08:43:40 TO:07-14-2016 12:43:40

>>Sample Points:393

>>Sample Rate:1800 sec.

>>Temperature Unit:Celsius

>>Temperature(LowAlarm:0.0-HighAlarm:40.0) Relative Humidity(LowAlarm:35.0-HighAlarm:75.0)

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
1	06.07.2016	08:43:40	23.3	47.1	11.3
2	06.07.2016	09:13:40	23	47.8	11.3
3	06.07.2016	09:43:40	23.2	47.4	11.3
4	06.07.2016	10:13:40	23.1	47.6	11.3
5	06.07.2016	10:43:40	23.2	47.1	11.3
6	06.07.2016	11:13:40	23.6	46.5	11.4
7	06.07.2016	11:43:40	23.1	47.6	11.3
8	06.07.2016	12:13:40	23.3	47.3	11.4
9	06.07.2016	12:43:40	23.3	47.5	11.5
10	06.07.2016	13:13:40	23.3	47.4	11.4
11	06.07.2016	13:43:40	23.6	46.9	11.6
12	06.07.2016	14:13:40	23.4	47.3	11.5
13	06.07.2016	14:43:40	23.2	47	11.2
14	06.07.2016	15:13:40	22.9	46.8	10.9
15	06.07.2016	15:43:40	22.9	47.4	11.1
16	06.07.2016	16:13:40	22.9	46.9	10.9
17	06.07.2016	16:43:40	22.8	46.9	10.8
18	06.07.2016	17:13:40	22.6	46.7	10.6
19	06.07.2016	17:43:40	22.5	46.8	10.5
20	06.07.2016	18:13:40	22.3	46.9	10.4
21	06.07.2016	18:43:40	22.2	47	10.3
22	06.07.2016	19:13:40	22	47.2	10.2

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
23	06.07.2016	19:43:40	22	47.4	10.3
24	06.07.2016	20:13:40	21.8	47.7	10.2
25	06.07.2016	20:43:40	21.7	47.9	10.1
26	06.07.2016	21:13:40	21.7	48	10.2
27	06.07.2016	21:43:40	21.6	48.2	10.1
28	06.07.2016	22:13:40	21.5	48.4	10.1
29	06.07.2016	22:43:40	21.4	48.5	10
30	06.07.2016	23:13:40	21.4	48.7	10.1
31	06.07.2016	23:43:40	21.3	48.8	10
32	07.07.2016	00:13:40	21.2	49	10
33	07.07.2016	00:43:40	21.1	49.2	10
34	07.07.2016	01:13:40	21.1	49.4	10
35	07.07.2016	01:43:40	21	49.5	10
36	07.07.2016	02:13:40	20.9	49.6	9.9
37	07.07.2016	02:43:40	20.9	49.6	9.9
38	07.07.2016	03:13:40	20.8	49.7	9.9
39	07.07.2016	03:43:40	20.8	49.6	9.8
40	07.07.2016	04:13:40	20.6	49.8	9.7
41	07.07.2016	04:43:40	20.5	49.9	9.6
42	07.07.2016	05:13:40	20.4	49.9	9.6
43	07.07.2016	05:43:40	20.4	49.9	9.6
44	07.07.2016	06:13:40	20.6	50.7	10
45	07.07.2016	06:43:40	22.5	47.5	10.7
46	07.07.2016	07:13:40	23.8	45.3	11.2
47	07.07.2016	07:43:40	23.4	45.2	10.8
48	07.07.2016	08:13:40	23.9	43.9	10.8
49	07.07.2016	08:43:40	26	40.5	11.5
50	07.07.2016	09:13:40	27.3	38.7	12
51	07.07.2016	09:43:40	26.4	40.2	11.7
52	07.07.2016	10:13:40	25.9	40.8	11.5
53	07.07.2016	10:43:40	25.7	40.9	11.4
54	07.07.2016	11:13:40	25.2	41.6	11.2

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
55	07.07.2016	11:43:40	24.8	41.7	10.9
56	07.07.2016	12:13:40	24.7	41.9	10.8
57	07.07.2016	12:43:40	24.8	41.8	10.9
58	07.07.2016	13:13:40	24.8	41.6	10.8
59	07.07.2016	13:43:40	24.7	41.5	10.7
60	07.07.2016	14:13:40	24.4	41.9	10.6
61	07.07.2016	14:43:40	24.2	42.3	10.5
62	07.07.2016	15:13:40	24	42.7	10.5
63	07.07.2016	15:43:40	23.8	42.9	10.4
64	07.07.2016	16:13:40	23.6	43.2	10.3
65	07.07.2016	16:43:40	23.5	43.6	10.4
66	07.07.2016	17:13:40	23.3	43.7	10.2
67	07.07.2016	17:43:40	23.1	43.9	10.1
68	07.07.2016	18:13:40	22.9	44.2	10
69	07.07.2016	18:43:40	22.7	44.4	9.9
70	07.07.2016	19:13:40	22.6	44.6	9.9
71	07.07.2016	19:43:40	22.5	44.8	9.9
72	07.07.2016	20:13:40	22.5	44.9	9.9
73	07.07.2016	20:43:40	22.3	44.7	9.7
74	07.07.2016	21:13:40	22.3	44.7	9.7
75	07.07.2016	21:43:40	22.1	44.7	9.5
76	07.07.2016	22:13:40	22.1	44.8	9.5
77	07.07.2016	22:43:40	22	44.9	9.4
78	07.07.2016	23:13:40	22	45	9.5
79	07.07.2016	23:43:40	21.9	45.1	9.4
80	08.07.2016	00:13:40	21.9	45.2	9.5
81	08.07.2016	00:43:40	21.8	45.4	9.4
82	08.07.2016	01:13:40	21.8	45.3	9.4
83	08.07.2016	01:43:40	21.7	45.4	9.3
84	08.07.2016	02:13:40	21.7	45.2	9.3
85	08.07.2016	02:43:40	21.6	45.2	9.2
86	08.07.2016	03:13:40	21.6	45.1	9.1

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
87	08.07.2016	03:43:40	21.5	45	9
88	08.07.2016	04:13:40	21.5	45	9
89	08.07.2016	04:43:40	21.5	45	9
90	08.07.2016	05:13:40	21.4	44.9	8.9
91	08.07.2016	05:43:40	21.3	44.8	8.8
92	08.07.2016	06:13:40	21.4	44.6	8.8
93	08.07.2016	06:43:40	21.9	43.9	9
94	08.07.2016	07:13:40	23	42.3	9.5
95	08.07.2016	07:43:40	24.1	40.7	9.9
96	08.07.2016	08:13:40	24.3	40.7	10.1
97	08.07.2016	08:43:40	24.7	40.1	10.2
98	08.07.2016	09:13:40	24.8	39.9	10.2
99	08.07.2016	09:43:40	25.5	39.1	10.5
100	08.07.2016	10:13:40	25.5	39.1	10.5
101	08.07.2016	10:43:40	25.2	38.9	10.2
102	08.07.2016	11:13:40	24.9	38.6	9.8
103	08.07.2016	11:43:40	24.7	38.7	9.7
104	08.07.2016	12:13:40	24.5	37.8	9.1
105	08.07.2016	12:43:40	24.5	38	9.2
106	08.07.2016	13:13:40	24.6	38.2	9.4
107	08.07.2016	13:43:40	24.6	38.3	9.4
108	08.07.2016	14:13:40	24.5	38.5	9.4
109	08.07.2016	14:43:40	24.4	38.8	9.4
110	08.07.2016	15:13:40	24.2	39.3	9.4
111	08.07.2016	15:43:40	24.2	39.6	9.6
112	08.07.2016	16:13:40	24	39.7	9.4
113	08.07.2016	16:43:40	23.9	39.7	9.3
114	08.07.2016	17:13:40	23.6	39.6	9
115	08.07.2016	17:43:40	23.4	39.8	8.9
116	08.07.2016	18:13:40	23.2	40	8.8
117	08.07.2016	18:43:40	23.1	40.2	8.8
118	08.07.2016	19:13:40	23	40.4	8.8

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
119	08.07.2016	19:43:40	22.9	40.5	8.7
120	08.07.2016	20:13:40	22.7	40.5	8.5
121	08.07.2016	20:43:40	22.7	40.5	8.5
122	08.07.2016	21:13:40	22.6	40.6	8.5
123	08.07.2016	21:43:40	22.6	40.8	8.6
124	08.07.2016	22:13:40	22.5	41	8.6
125	08.07.2016	22:43:40	22.4	41.2	8.5
126	08.07.2016	23:13:40	22.4	41.3	8.6
127	08.07.2016	23:43:40	22.4	41.5	8.6
128	09.07.2016	00:13:40	22.3	41.5	8.6
129	09.07.2016	00:43:40	22.2	41.5	8.5
130	09.07.2016	01:13:40	22.1	41.5	8.4
131	09.07.2016	01:43:40	22	41.4	8.2
132	09.07.2016	02:13:40	22	41.5	8.3
133	09.07.2016	02:43:40	21.9	41.2	8.1
134	09.07.2016	03:13:40	21.8	41.3	8
135	09.07.2016	03:43:40	21.8	41	7.9
136	09.07.2016	04:13:40	21.6	41.1	7.8
137	09.07.2016	04:43:40	21.6	41	7.7
138	09.07.2016	05:13:40	21.5	40.9	7.6
139	09.07.2016	05:43:40	21.5	40.6	7.5
140	09.07.2016	06:13:40	23.2	38.2	8.1
141	09.07.2016	06:43:40	26	34.5	9.1
142	09.07.2016	07:13:40	28.4	32.2	10.2
143	09.07.2016	07:43:40	27.8	33.1	10.1
144	09.07.2016	08:13:40	27.5	33.7	10.1
145	09.07.2016	08:43:40	27.3	34.3	10.2
146	09.07.2016	09:13:40	28.2	33	10.4
147	09.07.2016	09:43:40	28.2	33.2	10.4
148	09.07.2016	10:13:40	27.5	34.3	10.3
149	09.07.2016	10:43:40	27.3	34.5	10.2
150	09.07.2016	11:13:40	27	34.8	10.1

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
151	09.07.2016	11:43:40	26.6	34.7	9.7
152	09.07.2016	12:13:40	26.4	35	9.7
153	09.07.2016	12:43:40	26.2	35.3	9.6
154	09.07.2016	13:13:40	26	35.5	9.5
155	09.07.2016	13:43:40	25.8	35.9	9.5
156	09.07.2016	14:13:40	25.6	36.1	9.4
157	09.07.2016	14:43:40	25.5	35.7	9.2
158	09.07.2016	15:13:40	25.3	35.9	9.1
159	09.07.2016	15:43:40	25.1	36.1	9
160	09.07.2016	16:13:40	25	36.5	9.1
161	09.07.2016	16:43:40	24.8	36.7	9
162	09.07.2016	17:13:40	24.5	37.1	8.9
163	09.07.2016	17:43:40	24.2	37.5	8.7
164	09.07.2016	18:13:40	24.1	37.8	8.8
165	09.07.2016	18:43:40	23.9	38.2	8.8
166	09.07.2016	19:13:40	23.8	38.5	8.8
167	09.07.2016	19:43:40	23.7	38.7	8.8
168	09.07.2016	20:13:40	23.6	38.9	8.8
169	09.07.2016	20:43:40	23.5	39	8.7
170	09.07.2016	21:13:40	23.4	39	8.6
171	09.07.2016	21:43:40	23.3	39	8.5
172	09.07.2016	22:13:40	23.3	39.2	8.6
173	09.07.2016	22:43:40	23.2	39.2	8.5
174	09.07.2016	23:13:40	23.1	39.1	8.4
175	09.07.2016	23:43:40	22.9	39	8.2
176	10.07.2016	00:13:40	22.9	39.1	8.2
177	10.07.2016	00:43:40	22.9	39	8.2
178	10.07.2016	01:13:40	22.7	39	8
179	10.07.2016	01:43:40	22.6	39.1	7.9
180	10.07.2016	02:13:40	22.6	39.3	8
181	10.07.2016	02:43:40	22.5	39.5	8
182	10.07.2016	03:13:40	22.5	39.5	8

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
183	10.07.2016	03:43:40	22.5	39.7	8.1
184	10.07.2016	04:13:40	22.5	39.9	8.2
185	10.07.2016	04:43:40	22.3	40.1	8
186	10.07.2016	05:13:40	22.3	40.2	8.1
187	10.07.2016	05:43:40	22.2	40.5	8.1
188	10.07.2016	06:13:40	22.2	40.7	8.2
189	10.07.2016	06:43:40	22.5	40.3	8.3
190	10.07.2016	07:13:40	25.4	36.6	9.4
191	10.07.2016	07:43:40	27	34.6	10
192	10.07.2016	08:13:40	27.6	34.2	10.4
193	10.07.2016	08:43:40	27.8	34.4	10.6
194	10.07.2016	09:13:40	27.7	34.6	10.6
195	10.07.2016	09:43:40	27.9	34.2	10.6
196	10.07.2016	10:13:40	27.5	34.9	10.6
197	10.07.2016	10:43:40	27	35.3	10.3
198	10.07.2016	11:13:40	26.9	35.3	10.2
199	10.07.2016	11:43:40	26.5	35.6	10
200	10.07.2016	12:13:40	26.2	36	9.9
201	10.07.2016	12:43:40	25.9	36.3	9.8
202	10.07.2016	13:13:40	25.9	36.2	9.7
203	10.07.2016	13:43:40	25.7	36.3	9.6
204	10.07.2016	14:13:40	25.7	36	9.5
205	10.07.2016	14:43:40	25.5	35.8	9.2
206	10.07.2016	15:13:40	25.4	35.9	9.2
207	10.07.2016	15:43:40	25.2	36.5	9.2
208	10.07.2016	16:13:40	24.9	36.8	9.1
209	10.07.2016	16:43:40	24.8	37.1	9.1
210	10.07.2016	17:13:40	24.6	37.5	9.1
211	10.07.2016	17:43:40	24.4	37.8	9
212	10.07.2016	18:13:40	24.2	38	8.9
213	10.07.2016	18:43:40	24	38.2	8.8
214	10.07.2016	19:13:40	23.9	38.5	8.9

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
215	10.07.2016	19:43:40	23.8	38.7	8.9
216	10.07.2016	20:13:40	23.7	38.9	8.8
217	10.07.2016	20:43:40	23.6	38.9	8.8
218	10.07.2016	21:13:40	23.5	39	8.7
219	10.07.2016	21:43:40	23.3	38.9	8.5
220	10.07.2016	22:13:40	23.3	39.1	8.6
221	10.07.2016	22:43:40	23.3	39.2	8.6
222	10.07.2016	23:13:40	23.2	39.5	8.6
223	10.07.2016	23:43:40	23.2	39.5	8.6
224	11.07.2016	00:13:40	23.1	39.7	8.6
225	11.07.2016	00:43:40	23	39.9	8.6
226	11.07.2016	01:13:40	23	40.1	8.7
227	11.07.2016	01:43:40	22.9	40.1	8.6
228	11.07.2016	02:13:40	22.8	40.3	8.6
229	11.07.2016	02:43:40	22.7	40.2	8.4
230	11.07.2016	03:13:40	22.6	40.2	8.3
231	11.07.2016	03:43:40	22.6	40.2	8.3
232	11.07.2016	04:13:40	22.5	40.3	8.3
233	11.07.2016	04:43:40	22.4	40.4	8.2
234	11.07.2016	05:13:40	22.3	40.5	8.2
235	11.07.2016	05:43:40	22.2	40.7	8.2
236	11.07.2016	06:13:40	22.3	40.8	8.3
237	11.07.2016	06:43:40	22.5	40.7	8.4
238	11.07.2016	07:13:40	25	37.3	9.4
239	11.07.2016	07:43:40	27.2	34.7	10.2
240	11.07.2016	08:13:40	26.5	36.1	10.2
241	11.07.2016	08:43:40	25.9	37.1	10.1
242	11.07.2016	09:13:40	27.4	35.2	10.6
243	11.07.2016	09:43:40	28.2	34.4	11
244	11.07.2016	10:13:40	27.5	35.4	10.8
245	11.07.2016	10:43:40	27.6	35.4	10.9
246	11.07.2016	11:13:40	27.1	35.9	10.7

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
247	11.07.2016	11:43:40	27	36	10.6
248	11.07.2016	12:13:40	26.6	36.4	10.4
249	11.07.2016	12:43:40	26.4	35.7	10
250	11.07.2016	13:13:40	26.2	36.1	9.9
251	11.07.2016	13:43:40	26	36	9.7
252	11.07.2016	14:13:40	25.9	36.1	9.7
253	11.07.2016	14:43:40	25.6	36.2	9.5
254	11.07.2016	15:13:40	25.6	36.3	9.5
255	11.07.2016	15:43:40	25.4	36.4	9.4
256	11.07.2016	16:13:40	25.1	37.3	9.5
257	11.07.2016	16:43:40	24.9	37.9	9.5
258	11.07.2016	17:13:40	24.7	38.2	9.5
259	11.07.2016	17:43:40	24.5	38.6	9.4
260	11.07.2016	18:13:40	24.3	38.9	9.4
261	11.07.2016	18:43:40	24.2	39.2	9.4
262	11.07.2016	19:13:40	24	39.3	9.3
263	11.07.2016	19:43:40	24	39.5	9.3
264	11.07.2016	20:13:40	23.8	39.6	9.2
265	11.07.2016	20:43:40	23.7	39.7	9.1
266	11.07.2016	21:13:40	23.6	39.8	9.1
267	11.07.2016	21:43:40	23.5	39.7	9
268	11.07.2016	22:13:40	23.5	39.7	9
269	11.07.2016	22:43:40	23.4	39.7	8.9
270	11.07.2016	23:13:40	23.3	39.9	8.9
271	11.07.2016	23:43:40	23.2	39.9	8.8
272	12.07.2016	00:13:40	23.2	39.9	8.8
273	12.07.2016	00:43:40	23	39.5	8.4
274	12.07.2016	01:13:40	22.9	39.2	8.2
275	12.07.2016	01:43:40	22.8	39	8.1
276	12.07.2016	02:13:40	22.7	38.9	8
277	12.07.2016	02:43:40	22.5	38.6	7.7
278	12.07.2016	03:13:40	22.4	38.2	7.4

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
279	12.07.2016	03:43:40	22.3	38.1	7.3
280	12.07.2016	04:13:40	22.2	37.9	7.1
281	12.07.2016	04:43:40	22.2	38.1	7.2
282	12.07.2016	05:13:40	22.1	38.3	7.2
283	12.07.2016	05:43:40	22.1	38.5	7.3
284	12.07.2016	06:13:40	22.2	38.6	7.4
285	12.07.2016	06:43:40	22.2	38.8	7.5
286	12.07.2016	07:13:40	23.2	37.6	7.9
287	12.07.2016	07:43:40	24.2	36.5	8.3
288	12.07.2016	08:13:40	25.8	33.8	8.6
289	12.07.2016	08:43:40	24.7	35.3	8.3
290	12.07.2016	09:13:40	24.8	35.3	8.4
291	12.07.2016	09:43:40	24.8	35.5	8.5
292	12.07.2016	10:13:40	24.7	35.7	8.5
293	12.07.2016	10:43:40	24.4	36	8.3
294	12.07.2016	11:13:40	24.8	36.3	8.8
295	12.07.2016	11:43:40	24.8	36.5	8.9
296	12.07.2016	12:13:40	24.6	36.3	8.6
297	12.07.2016	12:43:40	24.3	35.8	8.2
298	12.07.2016	13:13:40	24.1	36	8.1
299	12.07.2016	13:43:40	23.9	36.7	8.2
300	12.07.2016	14:13:40	24	37.3	8.5
301	12.07.2016	14:43:40	23.6	38.3	8.5
302	12.07.2016	15:13:40	23.4	39.1	8.7
303	12.07.2016	15:43:40	23.3	38.9	8.5
304	12.07.2016	16:13:40	23.1	38.5	8.2
305	12.07.2016	16:43:40	22.9	39.3	8.3
306	12.07.2016	17:13:40	22.6	41.1	8.7
307	12.07.2016	17:43:40	22.5	42.2	9
308	12.07.2016	18:13:40	22.4	42.2	8.9
309	12.07.2016	18:43:40	22.2	42.4	8.8
310	12.07.2016	19:13:40	22.1	42.6	8.8

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
311	12.07.2016	19:43:40	22	42.5	8.6
312	12.07.2016	20:13:40	21.9	42.6	8.6
313	12.07.2016	20:43:40	21.9	42.6	8.6
314	12.07.2016	21:13:40	21.8	42.9	8.6
315	12.07.2016	21:43:40	21.5	42.6	8.2
316	12.07.2016	22:13:40	21.6	42.4	8.2
317	12.07.2016	22:43:40	21.6	42.3	8.2
318	12.07.2016	23:13:40	21.4	41.8	7.8
319	12.07.2016	23:43:40	21.3	41.9	7.8
320	13.07.2016	00:13:40	21.1	42.1	7.7
321	13.07.2016	00:43:40	21.2	42.4	7.9
322	13.07.2016	01:13:40	21.2	42.4	7.9
323	13.07.2016	01:43:40	21.1	42	7.6
324	13.07.2016	02:13:40	21.2	41.4	7.5
325	13.07.2016	02:43:40	21.1	41	7.3
326	13.07.2016	03:13:40	21.1	40.8	7.2
327	13.07.2016	03:43:40	21	40.6	7.1
328	13.07.2016	04:13:40	20.9	40.7	7
329	13.07.2016	04:43:40	20.8	40.7	6.9
330	13.07.2016	05:13:40	20.8	41	7
331	13.07.2016	05:43:40	20.7	41.4	7.1
332	13.07.2016	06:13:40	20.8	41.7	7.3
333	13.07.2016	06:43:40	22.1	39.3	7.6
334	13.07.2016	07:13:40	24.1	36.3	8.2
335	13.07.2016	07:43:40	24.3	35.5	8
336	13.07.2016	08:13:40	24.1	36.3	8.2
337	13.07.2016	08:43:40	23.7	36.9	8.1
338	13.07.2016	09:13:40	24	36.6	8.2
339	13.07.2016	09:43:40	22.3	41.8	8.7
340	13.07.2016	10:13:40	23.5	45.7	11.1
341	13.07.2016	10:43:40	23.3	65.5	16.4
342	13.07.2016	11:13:40	25.6	41.7	11.6

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
343	13.07.2016	11:43:40	24.3	43.6	11.1
344	13.07.2016	12:13:40	23.8	45.1	11.1
345	13.07.2016	12:43:40	23.7	44.6	10.9
346	13.07.2016	13:13:40	24.3	43.9	11.2
347	13.07.2016	13:43:40	24.4	42.4	10.8
348	13.07.2016	14:13:40	25.2	39.7	10.5
349	13.07.2016	14:43:40	24.7	42.2	11
350	13.07.2016	15:13:40	23.7	41	9.6
351	13.07.2016	15:43:40	23.5	42.9	10.1
352	13.07.2016	16:13:40	23.7	43.2	10.4
353	13.07.2016	16:43:40	23.5	44.7	10.7
354	13.07.2016	17:13:40	22.7	48.4	11.2
355	13.07.2016	17:43:40	22.1	51.6	11.6
356	13.07.2016	18:13:40	21.7	49.6	10.7
357	13.07.2016	18:43:40	21.3	51.8	10.9
358	13.07.2016	19:13:40	21	51.5	10.6
359	13.07.2016	19:43:40	20.7	51.4	10.3
360	13.07.2016	20:13:40	20.4	51	9.9
361	13.07.2016	20:43:40	20.1	48.8	9
362	13.07.2016	21:13:40	19.9	49.3	8.9
363	13.07.2016	21:43:40	19.5	50.6	8.9
364	13.07.2016	22:13:40	19.2	51.8	9
365	13.07.2016	22:43:40	19	54.1	9.5
366	13.07.2016	23:13:40	19	54.7	9.6
367	13.07.2016	23:43:40	18.8	55.7	9.7
368	14.07.2016	00:13:40	18.5	56.9	9.8
369	14.07.2016	00:43:40	18.4	58.2	10
370	14.07.2016	01:13:40	18.3	58.9	10.1
371	14.07.2016	01:43:40	18.1	59	9.9
372	14.07.2016	02:13:40	18	58.7	9.7
373	14.07.2016	02:43:40	17.8	59.2	9.7
374	14.07.2016	03:13:40	17.9	65	11.2

NO.	DATE	TIME	TEMPERATURE	RELATIVE-HUMIDITY	DEW-POINT
375	14.07.2016	03:43:40	17.8	60.5	10
376	14.07.2016	04:13:40	17.8	60.5	10
377	14.07.2016	04:43:40	17.6	60.4	9.8
378	14.07.2016	05:13:40	17.5	60.3	9.7
379	14.07.2016	05:43:40	17.4	60.3	9.6
380	14.07.2016	06:13:40	17.7	58.8	9.5
381	14.07.2016	06:43:40	18.3	58.2	9.9
382	14.07.2016	07:13:40	18.9	54.3	9.4
383	14.07.2016	07:43:40	19	53.3	9.2
384	14.07.2016	08:13:40	19.6	52.3	9.5
385	14.07.2016	08:43:40	20.2	53	10.3
386	14.07.2016	09:13:40	20.8	52.3	10.6
387	14.07.2016	09:43:40	21.4	50.7	10.7
388	14.07.2016	10:13:40	22.1	48.2	10.6
389	14.07.2016	10:43:40	22.5	47.2	10.6
390	14.07.2016	11:13:40	23.2	43.9	10.2
391	14.07.2016	11:43:40	25.7	47.3	13.6
392	14.07.2016	12:13:40	27.1	44.6	14
393	14.07.2016	12:43:40	24.3	57.2	15.2