

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



**“Clasificación de Zonas Bioclimáticas de El Salvador,
sus Herramientas y Estrategias para Diseño Urbano-Arquitectónico”**

PRESENTADO POR:

RUDY ALEXANDER FIGUEROA CARDOZA

PARA OPTAR AL TITULO DE:

ARQUITECTO

CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO DE 2008

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :
MSc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SÁNCHEZ

SECRETARIA GENERAL :
LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHÁVEZ

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO :
ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIO :
ING. OSCAR EDUARDO MARROQUÍN HERNÁNDEZ

ESCUELA DE ARQUITECTURA

DIRECTORA :
ARQTA. MARIA EUGENIA SÁNCHEZ DE IBAÑEZ

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE ARQUITECTURA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

ARQUITECTO

Título :

**“Clasificación de Zonas Bioclimáticas de El Salvador,
sus Herramientas y Estrategias para Diseño Urbano-Arquitectónico”**

Presentado por :

RUDY ALEXANDER FIGUEROA CARDOZA

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

ARQ. ELIUD ULISES AYALA ZAMORA

CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO DE 2008

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

ARQ. ELIUD ULISES AYALA ZAMORA

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	i
1. DEFINICIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del Problema	2
1.3. Hipótesis	4
1.4. Justificación	5
1.5. Objetivos	5
1.5.1. Generales	5
1.5.2. Específicos	5
2. MARCO CONCEPTUAL	6
2.1. Zonas Climáticas	6
2.2. Factores y Elementos del Clima	11
2.2.1. Factores	13
2.2.2. Elementos	15
2.3. Sustentabilidad	22
2.3.1. Evolución y ambigüedad del Término	22
2.3.2. Sustentabilidad Energética de El Salvador	24
2.3.3. Situación Ambiental de El Salvador	27
2.4. Arquitectura y Medio Ambiente	29
2.4.1. Las ciudades y el Clima	32
2.4.2. Urbanismo Bioclimático	35
2.4.3. Diseño Bioclimático	38
2.5. Confort	45

2.5.1.Confort Lumínico	46
2.5.2.Confort Acústico	47
2.5.3.Confort Térmico	49
3. DEFINICIÓN DE ZONAS BIOCLIMÁTICAS	51
3.1. Definición de Variables	51
3.2. Establecimiento de Rangos de Confort	53
3.2.1.Rangos de Confort-Temperatura.	54
3.2.2.Rangos de Confort-Humedad.	69
3.3. Zona A1B2	74
3.4. Zona A2b1	74
3.5. Zona A2B2	75
3.6. Zona A3B2	75
3.7. Mapas de Zona Bioclimáticas El Salvador	77
4. HERRAMIENTAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO	89
4.1. Herramientas de Análisis	89
4.1.1.Carta Bioclimática (Olgyay)	91
4.1.2.Calendario de Necesidades Climáticas	93
4.1.3.Gráfica de Trayectoria Solar	95
4.1.4.Perfil de Sombras	101
4.1.5.Radiación Solar Disponible	104
4.1.6.Rosa de Vientos	107
4.1.7.Disponibilidad de Iluminación	112
4.2. Herramientas de Evaluación	115
4.2.1.Ocupación	115
4.2.2.Iluminación Eléctrica	117
4.2.3.Equipo	117

5. ESTRATEGIAS DE DISEÑO	119
5.1. Estrategias Urbanas	120
5.2. Estrategias Arquitectónicas	120
5.2.1. Control Térmico	130
5.2.2. Control de Humedad	138
5.2.3. Control del Viento	139
5.2.4. Control Solar	140
5.3. Definición de Casos de Estudio	142
5.3.1. Manual Bioclimático para Zona A1B2	142
5.3.2. Manual Bioclimático para Zona A2B1	154
5.3.3. Manual Bioclimático para Zona A2B2	166
5.3.4. Manual Bioclimático para Zona A3B2	178
5.4. CONCLUSIONES	198
5.5. RECOMENDACIONES	199
5.6. BIBLIOGRAFÍA	200
5.7. VOCABULARIO	202
5.8. INIDICE DE FIGURAS	211
5.9. ANEXO	214

Bibliografía

- Barros Frota, Anesia y Ramos Schiffer, Sueli. 2001.** *Manual de Conforto Térmico*. 5a. Sao Paulo : Studio Nobel, 2001. pág. 243.
- Chávez Valle, Francisco Javier. 2002.** *Zonas Variables de Confort Térmico*. Barcelona : Tesis Doctoral UPC, 2002.
- Climatizando con el Clima*. **Stagno, Bruno. 2004.** San José : IAT online, 2004. III Encuentro de Arquitectura, Urbanismo y Paisajismo tropical. pág. 22.
- Deffis Caso, Armando. 1999.** *La casa Ecológica Autosuficiente: Clima Cálido Tropical*. Méxicio D.F : s.n., 1999.
- Energy Research Group School of Architecture; University College Dublin(UCD). 1994.** *Day light in buildings*. Dublin : UCD-OPET European Comission, 1994.
- G.Z., Brown. 2002.** *Sol, Luz y Viento. Estrategias de Diseño Arquitectónico*. México D.F. : Editorial Trillas, 2002.
- Garcia de Diego, Margarita de Luxan. 2004.** *Arquitectura Integrada al Medio Ambiente Clur 41*. Madrid : ETSAM-Instituto Juan Herrera, 2004.
- Ibañez, Manel y Rossell, Joan Ignasi. 2004.** *Energía Solar Térmica, Perpectiva Ambiental 32*. Barcelona : Fundación Terra, 2004.
- INETI. 2005.** *Edofício SOLAR XXI Um edifício energeticamente eficiente em Portugal*. Lisboa : Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovacao, 2005.
- La Roche, Pablo M., Mustieles, Francisco y de Oteiza, Ignacio. 2006.** *Vivienda Bioclimática como dispositivo habitable*. San José : IAT Online, 2006.
- Lali, Roca y Muscollino, Idria. 2002.** *Il iluminació*. Barcelona : Fundación Terra, 2002.
- López López, Victor Manuel. 2001.** *Desarrollo Sostenible, Aproximación Conceptual y operativa de los principios de Sostenibilidad al sector de la Construcción*. Barcelona : Tesis Doctoral UPC, 2001.
- MARN. 2002.** *Informe Nacional del Estado del Medio Ambiente en El Salvador* . San Salvador : MARN, 2002.
- . **2004.** *Medio Ambiente en cifras/ El Salvador 2003*. San Salvador : MARN, 2004.
- Marroquin, William, y otros. 2006.** *Determinación del Potencial Solar y Eólico en El Salvador*. San Salvador : UCA editores, 2006.
- Mazria, Edward. 1983.** *El libro de la Energía Solar Pasiva*. Barcelona : Gustavo Gili S.A., 1983.
- Mesa, Nestor A. y Morillón Galvez, David. 2005.** *Metodología para el diseño optimizado de las herramientas de control solar*. Medoza : ASADES, 2005. Vol. 9.

- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2000.** *Primer Comunicado Nacional sobre cambio climático República de El Salvador*. San Salvador : MARN, 2000.
- Miralle, Jordi y Ralf, Massanés. 2000.** *Energía Fotovoltaica, Perspectiva Ambiental 16*. Barcelona : Fundación Terra, 2000.
- Morillón Gálvez, David. 2002.** *Introducción a los sistemas pasivos de enfriamiento*. Guadalajara : Universidad de Guadalajara, 2002.
- Naredo, José Manuel. 1996.** *Sobre el origen, el uso y el contenido del termino sostenible.(CIur)41*. Madrid : Instituto Juan Herrera, 1996.
- Neila, Javier. 2004.** *Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible CIur 41*. Madrid : ETSAM-Instituto Juan Herrera, 2004.
- Olgyay, Victor. 2002.** *Manual de Diseño Bioclimático para arquitectos y Urbanistas*. Barcelona : Editorial Gustavo Gili S.A., 2002. pág. 203.
- Phillips, Derek. 2004.** *Day Light, Natural Light in Architecture*. s.l. : Architectural Press, 2004.
- Puppo, Ernesto y Alberto, Puppo Giorgio. 1972.** *Acondicionamiento Natural y Arquitectura*. [ed.] Boixareu Editores. Segunda Edición. Barcelona : Ediciones Técnicas Marcombo S.A, 1972. pág. 212.
- Ralf, Massanés y Lali, Roca. 2000.** *EcoArquitectura Perspectiva Ambiental 19*. Barcelona : Fundación Terra, 2000.
- Romero, Jordi y Miralles, Jordi. 2001.** *Permacultura, Perspectiva Ambiental 21*. Barcelona : Fundación Terra, 2001.
- Serra Florensa, Rafael. 2002.** *Arquitectura y Climas*. Barcelona : Gustavo Gili S.A., 2002. pág. 94.
- Serrano, Verónica. 2004.** *Habitatges Ecológicos Perspectiva Ambiental 30*. Barcelona : Fundación Terra, 2004.
- Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET).** *Climatología El Salvador*. San Salvador : SNET.
- SIGET. 2006.** *Boletín Estadísticas Eléctricas*. Gerencia de Electricidad, Super Intendencia General de Electricidad y Comunicaciones. San Salvador : s.n., 2006.
- Simancas Yovanne, Katia. 2003.** *Reacondicionamiento Bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterraneo*. Barcelona : Tesis Doctoral UPC, 2003. pág. 354.
- Stagno, Bruno. 2007.** *La creatividad en el techo bioclimático tropical*. Instituto de Arquitectura Tropical. San José : IAT on line, 2007.
- . *1999. Tropicalidad y Arquitectura*. Instituto de Arquitectura Tropical. San José : IAT on line, 1999.
- Tojo Fariña, José (director). 2004.** *Cuadernos de Investigación Urbanística(CIur)42*. Madrid : Instituto Juan Herrera, 2004.
- Tojo Fariña, José (Director). 2004.** *Cuadernos de Investigación Urbanística (CIur) 41*. Madrid : Instituto Juan Herrera, 2004.
- Ugarte, Jimena.** *Guía de arquitectura Bioclimática*. Instituto de Arquitectura Tropical. San José : IAT on line.
- . *Guía de Arquitectura Tropical II parte*. Instituto de Arquitectura Tropical. San José : IAT on line.
- Villalta, César y González, Darwin. 2005.** *Energía Fotovoltaica*. San Salvador : UCA Editores, 2005.
- Viqueiras Rodriguez, Manuel, y otros. 2002.** *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*. México D.F : Limusa Editores,, 2002. pág. 204.

INTRODUCCIÓN

“(…La investigación biológica sistemática, interrelacionada adecuadamente con sistemas organizados de diseño, actuarán en beneficio de un más amplio espectro de consumidores humanos…)” Richard Neutra

El problema ambiental de nuestro planeta, es algo que ya nadie puede obviar, el deterioro de la capa de ozono, la deforestación, el calentamiento global, son consecuencias de la acción de la humanidad en nuestro planeta. En El Salvador, la escasez de agua y masas boscosas, la contaminación de nuestros recursos hídricos, la tala de árboles, la erosión del suelo, la sequía y los fuertes fenómenos climáticos en invierno, son una voz de alarma que nos indica que el rumbo que llevamos es el equivocado.

Es tarea de todos reflexionar sobre la responsabilidad que cada uno tenemos en el deterioro de nuestro medio ambiente, la arquitectura es parte del problema y debe ser parte de la solución, actualmente algunos arquitectos basan su fe, en que la técnica resolverá los problema que hoy causamos, si creo en la técnica que basada en la investigación científica busca intervenir tratando de minimizar el impacto que se tiene, claro está como complemento ya que por sí misma sigue siendo insuficiente, es necesario estar en la permanente búsqueda de la menor utilización de medios artificiales para conseguir el confort, ya que la producción de equipo y tecnología, tienen un coste energético mucho mayor en muchos casos que la reducción energética que puedan proveer durante su vida útil, esto sin mencionar el impacto del desecho de estos equipos.

Creo que la utilización de alta tecnología que contribuya a realizar propuestas sustentables es un estadio para el que El Salvador no está listo, somos aún, usuarios de la técnica que se producen en otras latitudes, y no siempre la utilizamos de la mejor manera, creo que el proceso debe comenzar por conocer nuestros medios, nuestros materiales, nuestro clima y en base a esto generar un pensamiento crítico que produzca nuevo conocimiento que se transforme posteriormente en tecnología propia, que nazca de nuestras necesidades, y que sea acorde a nuestra realidad.

Muchos esfuerzos por lograr un proyecto integral y sustentable se llevan a cabo por todo el mundo, algunos simplemente aprovechan uno o varios factores y elementos climáticos, otros transforman la mayor fuente de energía que conocemos, una que a escala humana es infinita, otros aprovechan tecnología que reduce el consumo de energía, otros privilegian el uso de materiales reciclados o reciclables, materiales no contaminantes o maderas certificadas, materiales del sitio o aquellos que provengan de procesos que no degradan el medio.

Los esfuerzos que existen no compiten el uno con el otro, se complementan para lograr la sustentabilidad del proyecto, es el Arquitecto como generador de ideas para

los espacios a proyectar el que debe conocer e implementar los esfuerzos que por hoy existen, esto como primer paso, para luego analizar estos procesos, y depurarlos o proponer nuevos que ayuden y aporten a este movimiento.

Ante todo esto debemos anteponer a nuestras ambiciones económicas, el bienestar global y la preservación de nuestro medio ambiente, no podemos promulgar por un lado la sustentabilidad de nuestras sociedades y deteriorar nuestro medio ambiente por el otro, creo que centrar una discusión en si el término más adecuado para este desarrollo es sostenible o sustentable, resultaría estéril, si al final seguimos degradando nuestro medio ambiente al acuñar uno u otro

Poder primar la igualdad social y el respeto por nuestros recursos es de vital importancia para sobrevivir, algunos piensan que es la sociedad industrial la que está en peligro y no la humanidad en sí misma, esta sociedad mercantilista que inyecta el consumismo y que crea falsas necesidades haciendo olvidar al consumidor, que es parte de este planeta y no dueño del mismo, que nuestro accionar nos afecta, si este es positivo, los cambios se verán poco a poco, pero si siguen como hasta hoy, los resultados ya están a la vista.

1.1 ANTECEDENTES

“(...Esta franja tropical representa el área con mayor biodiversidad y en ella vive cerca del 39% de la población mundial. Sus ciudades tienen hoy el más alto índice de crecimiento, así como el proceso de urbanización más acelerado, lo que representa un enorme desafío para la arquitectura y la planificación urbana...” Bruno Stagno

El Arquitecto Bruno Stagno menciona en su conferencia “Climatizando con el clima”, una serie de datos que creo que a manera de antecedentes y cuantificación de la problemática mundial son suficientes para dar un aviso y crear conciencia en nuestro papel en nuestras sociedades. Es interviniendo desde allí que se pueden generar cambios.

INDICADORES DEL ESTADO DEL PLANETA

Consumo desigual de la energía

Los países industrializados con el 25% de la población consumen el 75% de la energía, versus los países del tercer mundo que con el 75% de la población, consumen el 25% de la energía.

Consumo energético en los edificios

¹ Stagno Bruno, Conferencia: Climatizando con el Clima, 2004, III Encuentro de Arquitectura Urbanismo y Paisajismo Tropical, San José, Costa Rica.

En los EEUU los edificios gastan el 50% de todo el consumo energético del país. En la UE gastan 35% y en América Latina el 27%

Entonces, debemos mejorar el diseño de los edificios.

Informe Bruntland de la ONU

Si los 6.000 millones de habitantes del planeta tuvieran la oportunidad de consumir como lo hacen los EEUU, la UE y Japón (1.000 millones) se necesitarían los recursos de 10 planetas como el nuestro.

Entonces, los países con alto consumo deben reducirlo.

Huella ecológica

La humanidad está consumiendo sus recursos a un ritmo tal que la biosfera ya no tiene la capacidad para reponer lo que consumimos. Este déficit es hoy superior al 20% y con tendencia a seguir subiendo.

Entonces, debemos modificar nuestra relación con el planeta.

Estos datos son un llamado de atención, y es cada profesional desde su campo de acción el que debe tomar las medidas para contribuir al cambio, es el Bioclimatismo una forma de aportar a preservar nuestro mundo.

Con esto no debe entenderse que el Bioclimatismo es la panacea a todos los problemas ambientales del país y del planeta, simplemente una contribución desde

nuestro campo que debe ser complementada y utilizada de manera de integral con otros esfuerzos.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Arquitectura tiene como fin, generar espacios habitables por el hombre, a lo largo de la historia ha ido generando una segunda piel para la humanidad misma que le sirve de abrigo, mostrando una de las características más grandes de ser humano que es la adaptabilidad.

Gracias a esta cualidad e ingenio, el ser humano ha logrado conquistar prácticamente todos los tipos de clima que se generan en nuestro planeta y a lo largo de la historia, a través de cada conquista ha ido adaptando la arquitectura a su entorno.

Es a partir de la revolución industrial en que la humanidad pone su fe en la técnica, como lo dice Félix Candela *“Un creciente número de personas tienen la errónea sensación de dominio sobre los productos de la técnica puesto que a pesar de su ignorancia, pueden comprarlos con dinero, y una fe ciega en que la ciencia les resolverá todos sus problemas”* (Candela 1985)²

La revolución industrial permitió a las ciudades expandirse y generar canales de comunicación para el intercambio de bienes y servicios.

Hasta este punto (antes de la aparición de la ciudad industrial) el Urbanismo había sido limitado por la capacidad agrícola que poseía, y un cierto control natural permanecía en el desarrollo de las ciudades, a lo largo de

la historia civilizaciones enteras se derrumbaron por colapsar su

entorno natural, pero con los nuevos avances de la ciencia las ciudades tuvieron un desarrollo horizontal hasta la fecha impensable, y totalmente opuesto al esquema de desarrollo de la naturaleza.³

La segunda ley de la termodinámica plantea que todo proceso se degrada⁴ por lo tanto, mantener ese proceso activo implica una inversión de energía para mantenerlo así, por supuesto esta energía debe ser renovada por un ente externo, el punto es, qué clase de energía estamos utilizando para mantener nuestros procesos de crecimiento y como ésta transforma nuestros desechos en materia prima para nuestro desarrollo.

El informe Brundtland⁵ define por primera vez, el termino de desarrollo Sostenible.

Lo novedoso del informe según Naredo⁶, no fue el aporte a la conservación del medio ambiente sino la introducción del

³ Vázquez Espí, Mariano, “Ciudades Sostenibles Ciu 41, UPM, 2002, Madrid, España

⁴ Ídem

⁵ Informe “Nuestro Futuro Común” Comisión para el Medioambiente y Desarrollo ONU, 1987

⁶ Naredo, Manuel, “Sobre el Origen de Termino Sostenible, CIUr 41, UPM, 2002, Madrid, España

² Candela, Félix Escritura de Formalismos y otros Escritos, 1985

término desarrollo sostenible, logrando así unir dos conceptos diametralmente opuestos, el cual es el desarrollo, un término más bien con características económicas y la sustentabilidad, un término ambiguo que pretendía encausar el crecimiento económico bajo premisas de respetar nuestro medio ambiente.

La clave de la sustentabilidad de nuestras sociedades no está en seguir obcecadamente obteniendo un desarrollo que pueda mantenerse en el tiempo y que siga generando las riquezas sectoriales que hoy por hoy brinda.

Es sólo cambiando el enfoque de esta sociedad industrial que nuestras ciudades, serán sostenibles, legislaciones, teorías económicas, investigaciones científicas, son sólo algunas ejemplos de las áreas en las que podemos contribuir.

Después de todo no es la humanidad como conjunto la que está en peligro

*(...La insostenibilidad no afecta a la vida en su conjunto, ni aún a la humanidad considerada como un todo, solo la civilización urbano industrial que la produce, y sólo ella y sus vecinos (Otras culturas humanas, animales y vegetales que han tenido la mala suerte de estar cerca) se ven se ven amenazadas tanto por el agotamiento de recursos como por el veneno de sus residuos...)*⁷

La Arquitectura no está excluida de esta causa, y posee mucha responsabilidad en el deterioro de nuestro planeta,

⁷ Vázquez Espí, Mario “Ciudades Sostenibles”, CIUr 41,UPM, 2001, Madrid, España

ya que todas las actividades que llevamos a cabo como sociedad dentro y fuera de nuestras ciudades necesitan espacios proyectados para llevarse a cabo, es en la Proyección de estos espacios, que podemos contribuir, Para ello es necesario apropiarse la arquitectura a cada lugar, aprovechando las condiciones climáticas del sitio, su microclima y las potencialidades que posee para obtener el confort térmico.

La conciencia de la sustentabilidad de nuestros desarrollos es cada vez más un punto que pocos se atreven a tomar como irrelevante, obligados por el deterioro ambiental, el calentamiento global y la crisis energética.

Ante esto surgen dos principales movimientos el de la sustentabilidad cosmética y el de la sustentabilidad consciente, la primera, incorpora alta tecnología para mostrarse con una imagen ecológica y amigable al medio ambiente, pero no lo realiza de forma integral y la alta tecnología para producir los beneficios que realiza tiene altos costes energéticos para el planeta.

La segunda respeta las diferencias regionales y no universaliza soluciones, aprovecha las cualidades de su entorno y utiliza la tecnología para potenciarlos, no para substituirlos, su preocupación por el entorno es integral y los principios sustentables son incluidos desde su concepción.

1.3 HIPOTESIS

Hipótesis -1

“El Confort Climático del proyecto Arquitectónico puede ser logrado utilizando [medios pasivos de climatización.](#)”

Variable dependiente:

El Confort Climático del proyecto Arquitectónico

Variable independiente:

[Medios pasivos de Climatización](#)

Hipótesis -2

“[El Diseño Bioclimático es importante](#) para que un proyecto Arquitectónico sea más eficiente energéticamente”

Variable dependiente:

El proyecto Arquitectónico sea Energéticamente eficiente.

Variable independiente:

[El Diseño Bioclimático es importante](#)

1.4 JUSTIFICACIÓN

El Deterioro ambiental no es responsabilidad total del ejercicio profesional del arquitecto, pero somos parte del problema y debemos ser parte de la solución, la sustentabilidad del proyecto arquitectónico no se logrará manejando conocimientos empíricos de orientaciones y aleros, si no en el tratamiento integral multidisciplinario que logre integrar a la arquitectura, energías alternativas, eco materiales, reciclaje de desechos, reutilización de aguas lluvias y lograr el confort espacial por medios naturales.

Toda construcción conlleva un deterioro, ya sea mayor o menor, la labor del arquitecto constará entonces en la evaluación previa de este impacto y en el balance costo (ambiental) beneficio (social) de un determinado proyecto y esto no puede hacerlo sin el conocimiento científico y herramientas que lo respalden en el diseño y/o evaluación del proyecto arquitectónico

1.5 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL: Generar una base de conocimiento teórico en el campo de la Arquitectura Bioambiental específicamente en el Diseño Bioclimático a través de la recopilación, análisis y síntesis del conocimiento existente y aplicarlo al contexto climático del país generando Herramientas y Estrategias de Diseño, para que sustenten futuras investigaciones en áreas más específicas como

materiales, procesos constructivos y apropiación de energías alternativas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Crear un marco conceptual bioclimático urbano-arquitectónico aplicado específicamente al país.
- Elaborar Herramientas de diseño Bioclimático que ayuden al proyectista a conocer el comportamiento térmico de su proyecto antes de ejecutarlo y/o de evaluarlo después de construido.
- Elaborar cartillas de diseño para cada región climática del país, detallando las estrategias de diseño a tomar en cuenta.
- Desarrollar Cartas Bioclimáticas para cada región climática del país que brinde datos generales necesarios para sustentar el diseño.

2.1 ZONAS CLIMÁTICAS DE LA TIERRA

“El Cielo posee cinco zonas una de las cuales una siempre esta roja y ardiente por el resplandor del sol.” (Virgilio)

Virgilio)



Figura 1 Zonas de la Tierra (clasificación convencional.)

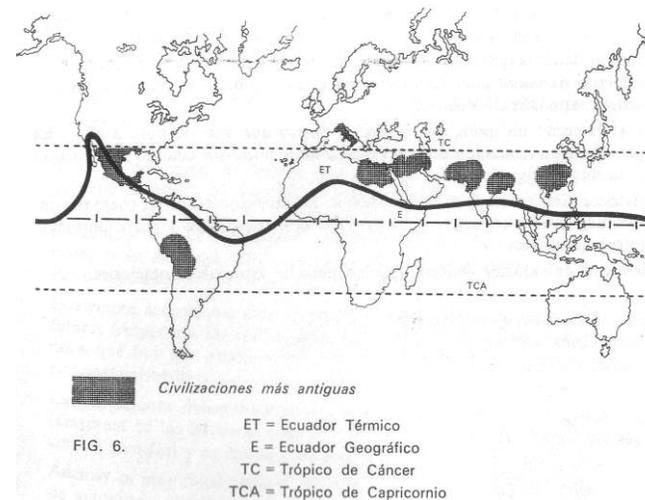


Figura 2 Distribución Climática de Civilizaciones Antiguas Fuente: Puppo

Existen diversas formas de clasificar las zonas climáticas de la tierra, desde la antigüedad se reconocían estas distintas zonas y se admitían como habitables las zonas templadas, esto muestra una plena conciencia de las variaciones

climáticas en distintas latitudes del planeta. Las primeras civilizaciones se desarrollaron en zonas específicas las de clima más benigno para el desarrollo de la vida, es decir las zonas templadas,

“...Estas zonas están en las proximidades del paralelo 30N y 30S, con una isoterma de 15 promedio...”⁸

Mencionaremos algunas clasificaciones usadas convencionalmente aclarando que son clasificaciones estrictamente climáticas y no poseen relación directa con su aplicación a la arquitectura sin embargo nos darán lineamientos generales a la hora de establecer donde se encuentra nuestro país y conocer de manera general los factores y elementos climáticos que lo afectan para posteriormente definir la relación con el diseño arquitectónico y establecer las zonas bioclimáticas.

La más utilizada que clasifica las zonas climáticas por la relación clima-vegetación es la de Köppen, (Simancas 2003)⁹ este determina cinco zonas climáticas las cuales son; Tropical-lluviosa, Seca, Templada, Boscosa-fría y Polar. (Köppen-Geger, Handbuch der Klimatologie 1936).

Esta clasificación general de Köppen fue revisada por dos de sus alumnos Geger y Pohl (1956), quienes consideraron subgrupos.

Esta combinación de subgrupos y grupos climáticos se tienen como resultado 12 tipos de climas básicos¹⁰

La relación entre la clasificación de Köppen y el diseño Bioclimático es muy poca, ya que su fin no es el de clasificarlos según las estrategias de diseño a tomar en cuenta.

Para definir las zonas bioclimáticas de El Salvador aplicaremos clasificaciones elaboradas por el SNET basadas en las de Köppen, Sampper y Lauer, estos últimos poseen clasificaciones más relacionadas a las biocenosis terrestres, es decir, biosistemas conformados por animales, vegetales y microorganismos de determinada región.

Figuroa y Fuentes, del grupo de Arquitectura Climática de la UAM-A¹¹ elaboraron una clasificación tomando parámetros de confort como lo son temperatura y humedad, clasificándolos según la estrategia climática a utilizar según la zona determinada, definiendo tres rangos:

- Menores de 21°C
- Entre 21° y 26°C
- Mayores de 26°C

El otro parámetro el de la precipitación pluvial estableciendo los siguientes rangos:

⁸ PUPPO Ernesto, Puppo Giorgio Alberto, “*Acondicionamiento natural y Ecología en Arquitectura*”, 1972, Barcelona, España, Marcombo Boixerau Editores, S.A. 262p

⁹ SIMANCAS Yovanne, Katia “*Reacondicionamiento Bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo*”, Tesis Doctoral UPC, 2003. Barcelona, España. UPC, 354p

¹⁰ Ver Anexo 1

¹¹ Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco

- Menores de 650mm
- Entre 650mm y 1000mm
- Mayores de 1000mm

Con estos seis grupos se obtienen las zonas climáticas siguientes:

- (Menores de 650mm) Frío seco, Templado seco y Cálido Seco
- (650mm) Frío, Templado y Cálido
- (1000mm) Frío húmedo, Templado húmedo y Cálido húmedo.

Esta Clasificación nos muestra la relación que hacen Figueroa y Fuentes de la precipitación pluvial con las temperaturas y la clasificación climática meteorológica, dándole a esta última una relación directa con el diseño Bioclimático.

Así mismo Serra¹² enumera cuatro zonas climáticas, Cálido Húmedas, Cálido Secas, Climas Fríos y Templados, esta definición para efectos de comprender las estrategias de confort térmico a tomar en cuenta a la hora del diseño nos resultará de gran utilidad.

Koenigsberger¹³ retoma los Climas Tropicales y Cálidos y lo define como aquellos en los que la nota dominante es el calor y la temperatura media anual no es mayor a 20°C.

¹² SERRA FLORENSA, RAFAEL, *Arquitectura y Climas*, 2002, Barcelona España, Gustavo Gili Editores 94p

¹³ INGERSOL, T.G., Koenigsberger, O.H., Mayhew A., Szokalay S.V. *“Viviendas y edificios en zonas cálidas Tropicales”*, 1977, Madrid, España, Paninfo, 323p

Retoma en su libro la clasificación sugerida por G.A. Atkinson en 1953, la cual está basada en dos de los elementos climáticos que más influye en el diseño Bioclimático, los cuales son temperatura y humedad.

- 1) Clima Ecuatorial templado-húmedo (Subgrupo: clima insular templado-húmedo o clima de los alisios.
- 2) Clima Desértico o semidesértico cálido seco (subgrupo: clima desértico marítimo seco.
- 3) Clima compuesto o monzónico (Subgrupo: Clima tropical de altitud ¹⁴

Estas clasificaciones de distintos autores nos indican que para la utilidad del diseño bioclimático es necesario clasificar las zonas climáticas tomando en cuenta la temperatura y la humedad, elementos fundamentales dentro del confort, Simancas¹⁵ los denomina Parámetros ambientales y logra definir 4 tipos de clima:

1) Clima Cálido Húmedo: ...Temperaturas medias mínimas mayores de 18°C, temperaturas elevadas durante todo el año, altos porcentajes de humedad, precipitaciones y nubosidad frecuente, y con una radiación solar intensa...

2) Clima Cálido Seco: ...Temperatura media muy alta, aunque registran un gran salto térmico entre el día y la

¹⁴ Ídem

¹⁵ Simancas, Katia, op cit

noche. Los valores de precipitaciones y humedad son muy bajos, mientras que la radiación es directa...

3) Clima Frío: ...Temperatura media del mes con temperaturas mayores es inferior a los 10°C, a lo largo de todo el año se mantienen temperaturas bajas, la humedad pierde influencia (...) mientras los vientos helados provenientes del polo adquieren valor, la radiación solar es escasa...

4) Clima Templado: ... Se puede subdividir en dos sub-climas:

➤ Templado Cálido: temperatura media del mes más frío fluctúa entre -3°C y 18°C

➤ Templado Fresco: temperatura media del mes más frío menor de -3°C y la del mes más caliente por encima de los 10°C

Podemos observar que entre los climas cálidos húmedos y secos la diferencian en los contenidos de humedad condiciona los saltos térmicos entre el día y la noche, ya que la nubosidad en la atmósfera ayuda a los cálidos húmedos a mantener constante las temperaturas.

El Salvador se encuentra según las diferentes clasificaciones en los Clima Cálido Húmedo, según la clasificación de Simacas y Serra, Según Atkinson estaría clasificado dentro de los Climas Tropicales y Cálidos en la zona climática de Clima Templado húmedo, y Según Köppen en Clima de Sabana Tropical (Aw)

El Sistema Nacional de Estudios Territoriales (SNET) El Salvador está clasificado en tres zonas climáticas, de acuerdo a su altura, y tomando como base la clasificación de Köppen, Sapper y Lauer.¹⁶

Sabana Tropical Caliente o Tierra Caliente 0 a 800 metros sobre el nivel medio del mar.

Sabana Tropical Calurosa o Tierra Templada 800 a 1200 metros sobre el nivel medio del mar.

Clima Tropical de las Alturas 1200 a 2700 metros sobre el nivel medio del mar.

- a) 1200 a 1800 Tierra todavía Templada.
- b) 1800 a 2700 Tierra fría.

El Mapa Geomorfológico de El Salvador, es actualmente el que más utilidad muestras para efectos de tener una relación clima-sitio, ya que pueden determinarse en él de forma intuitiva 5 zonas diferenciadas claramente por su geomorfología, la cual está relacionada con los climas que se verifican y las condiciones que servirán al proyectista a definir las estrategias de control climático, aunque su fin no es este (Figura 3).

¹⁶ Climatología de El Salvador, SNET

Mapa Geomorfológico de El Salvador

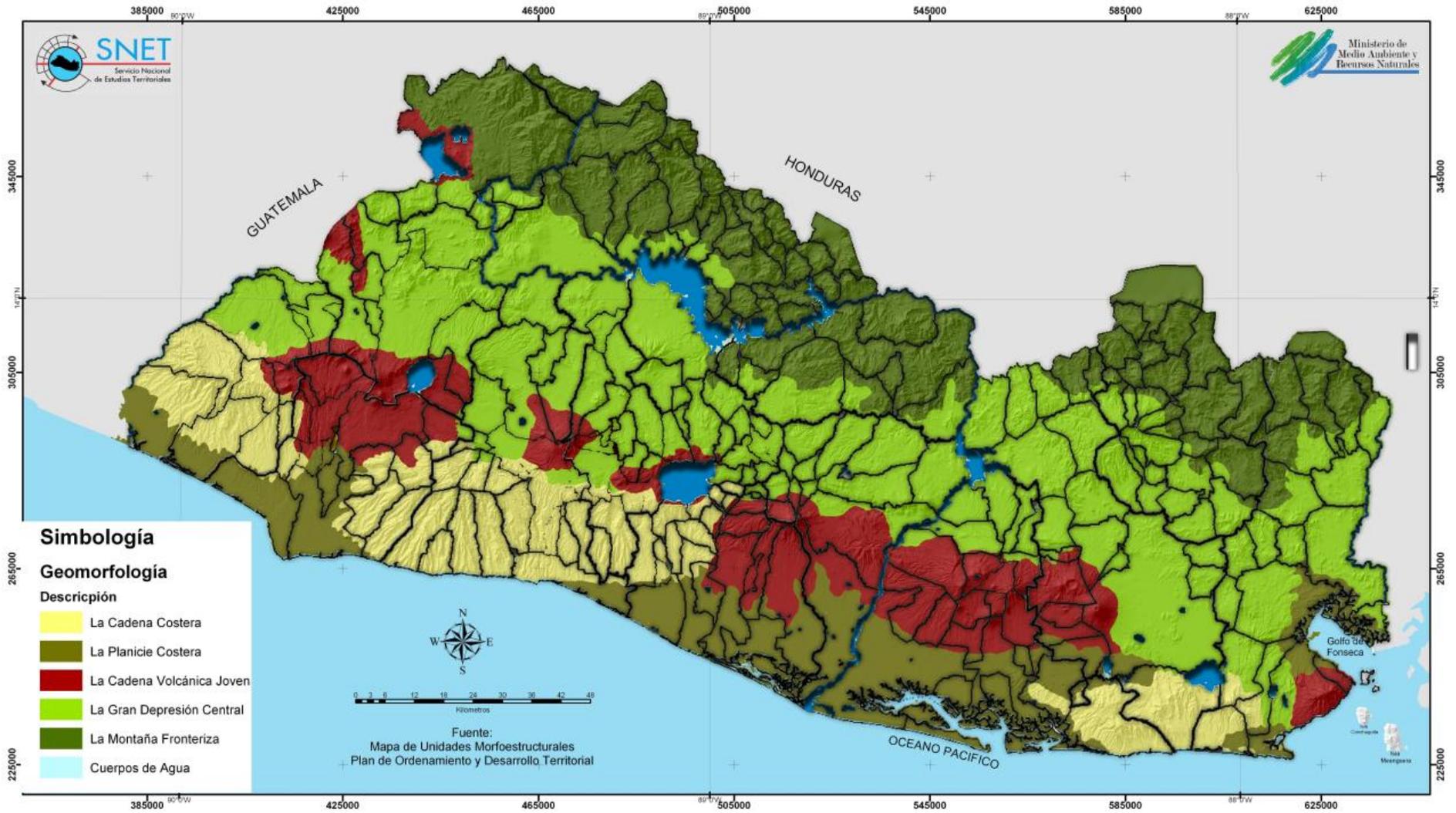


Figura 3 Mapa Geomorfológico
Fuente: Sistema Nacional de Estudios Territoriales (SNET)

2.2 FACTORES Y ELEMENTOS DEL CLIMA

(...el diferencial básico impuesto al diseño arquitectónico por las condiciones climáticas...puede obtener como resultado una diversidad de expresión...) Walter Gropius

Para poder aprovechar y utilizar los elementos y factores climáticos y lograr un mejor funcionamiento de nuestro proyecto, en cuanto a su comportamiento climático, es importante definirlos y saber cómo cuantificarlos, saber en qué consisten, cuáles son sus variaciones y como estas nos afectan y afectarán el espacio proyectado.

Los Factores Climáticos podemos definirlo como: "...condiciones físicas que identifican a una región o lugar en particular y determinan su clima."¹⁷ Es decir, factores determinantes que ayudarán a orientar las fases primarias del diseño.

Entre ellos se encuentran: Latitud, Altitud y Relieve.

Los Elementos del Clima según Viqueira se definen como: "...propiedades físicas de la atmósfera."¹⁸ Las cuales están

¹⁷ VIQUEIRA Rodríguez, Manuel, et al " *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*" 2002, México DF, México, Universidad Autónoma Metropolitana, Limusa Editores, 204p

¹⁸ Ídem.

determinadas por los factores climáticos y pueden ser afectadas por la intervención humana, estas modificaciones del

entorno nos determinan microclimas y estos deben ser determinados "in situ" sus elementos determinantes.

Es decir, una porción de terreno determinada por ciertos factores climáticos de una región puede presentar elementos climáticos distintos a los de ésta, por modificaciones del entorno, siendo los elementos climáticos regionales sólo una pauta o una aproximación primaria para el diseño.

Factores y elementos climáticos unidos dan como resultado el concepto de macroclima y microclima, El macroclima viene definido por condiciones que caracterizan el clima de una región y el microclima por las condiciones que caracterizan un lugar específico.¹⁹

Entre los elementos climáticos encontramos Temperatura, Humedad, Precipitación, Viento, Presión Atmosférica, Radiación, Nubosidad, mismos que después potenciarán la utilización de las herramientas de análisis.

¹⁹ Viqueira, Manuel, Op cit

Como todo objeto de estudio estos elementos no influyen aisladamente en el Confort si no la interrelación de estos es lo que verdaderamente influye, Serra²⁰ los llama “Climas de la Arquitectura” y agrupa algunos de ellos para poder evaluarlos y observar cómo afectan al confort térmico, así el viento y la humedad, la luz y el sol, el viento y la brisa, son los tres climas principales que determinarán el confort térmico, de la misma manera Simancas Yovane²¹ los enumera como Parámetros ambientales de confort Térmico, es decir elementos cuantificables y determinantes para la aplicación en las herramientas de diseño.

Para efectos de su comprensión nos resulta práctico aislarlos, pero sólo relacionándolos son útiles al propósito de diseño, siendo necesario previamente conceptualizarlos para su posterior utilización.

Estos llamados Climas de la arquitectura son en realidad las variables de diseño que debemos conocer y manejar para generar las barreras que regulen su contacto directo con el espacio y con el usuario mismo: viento, clima, sonidos y ruidos, radiación, son principalmente los que definirán el confort, del cual nos preocupará por el momento el confort térmico, que será definido más adelante y que será fundamental para conocer el fin del Diseño Bioclimático.

Serra menciona estas barreras visuales, de viento, térmica, acústica y de radiación térmica que utiliza la arquitectura, la

cual podemos definir como la piel de nuestras construcciones y como nuestra segunda piel.

“...Estos llamados Climas de la arquitectura son en realidad las variables de diseño que debemos conocer y manejar para generar las barreras que regulen su contacto directo con el espacio y con el usuario mismo: viento, clima, sonidos y ruidos, radiación, son principalmente los que definirán el confort...”

²⁰ SERRA, Rafael op cit

²¹ SIMANCAS , Katia op cit

2.2.1 FACTORES DEL CLIMA

Latitud

Distancia Angular de un punto sobre la superficie terrestre al ecuador; se mide en grados, minutos y segundos, determina la incidencia de los rayos solares sobre la tierra en un punto determinado.²²

La Latitud de cada región determinará factores bioclimáticos específicos como la cantidad de horas sol, vegetación, sistema de vientos entre otros.

Altitud

Distancia vertical de un plano horizontal hasta el nivel del mar; se mide en metros sobre el nivel medio del mar (msnm).²³

La altura es un factor determinante ya que un punto en una misma latitud pero con diferente altitud, posee diferencias de temperatura, por cada 100.6m de altitud en verano y 122m en invierno la temperatura disminuye 0.56°C (Olgay)²⁴

Este factor puede aumentar a disminuir según las condiciones más o menos húmedas del sitio, pudiendo ser de hasta 1°C la diferencias de temperatura.

Continentalidad.

Se refiere a la ausencia o presencia de cuerpos de agua, los cuales determinan movimientos de masas de aire que determinan vientos específicos en algunas regiones, este factor puede ser aprovechado específicamente en el diseño Bioclimático, ya que la generación de cuerpos de agua artificiales, genera corrientes que pueden ser inducidas dentro del proyecto, así como humidificar el aire si fuese necesario.

Las regiones costeras o cercanas a grandes cuerpos de agua, lagos, lagunas o ríos son características de este fenómeno de la convección del aire.

El Fenómeno de la convección es una herramienta útil que define el movimiento del aire (viento) y que nos sirve para inducirlo adecuadamente dentro del espacio proyectado,

La diferencia de presiones originada cuando el aire caliente sube, ocasiona que el aire frío, ocupe el espacio dejado por la masa de aire caliente, dando como resultado el viento,

²² Viqueira Rodríguez, Manuel, op, cit.

²³ ídem

²⁴ OLGAY, Víctor *"ARQUITECTURA Y CLIMA: Manual de Diseño Bioclimático para arquitectos y urbanistas, 2002*, Barcelona España, Editorial Gustavo Gili SA, 203p

esto mismo es lo que ocurre a nivel planetario y que origina muchos fenómenos climatológicos del planeta.

Es por ello que la presencia de cuerpos de agua, ya sea natural o artificial deben ser consideradas a la hora del diseño ya que son un recurso útil al proyectista para regular la humedad y la temperatura del aire que llega a un espacio.

Relieve Natural y Artificial

Los accidentes topográficos y geográficos son determinantes de pequeñas variaciones del clima que pueden ser aprovechadas, el mismo efecto que tienen los accidentes naturales, poseen los realizados por el hombre a lo largo de la historia, así un edificio, un embalse, una ciudad, que genere el efecto de isla, una urbanización y distintas intervenciones a distintas escalas influyen en el clima de una región y lo puede modificar radicalmente al compararlo con los datos estadísticos para una determinada zona climática.

La organización y planificación de este relieve natural y artificial es una tarea importante del diseño urbano, y que si posee criterios bioclimáticos facilitará el respeto de zonas naturales y la adecuada inserción del proyecto en su entorno cuando sea necesario.

El comportamiento de ciudades en valles, o en laderas de montañas depende de su ubicación y de conocer cómo se comportan tanto el relieve natural como el artificial, cómo el nuevo proyecto interrelacionará con su entorno, sea éste

natural o no, es fundamental para el éxito integral del proyecto.

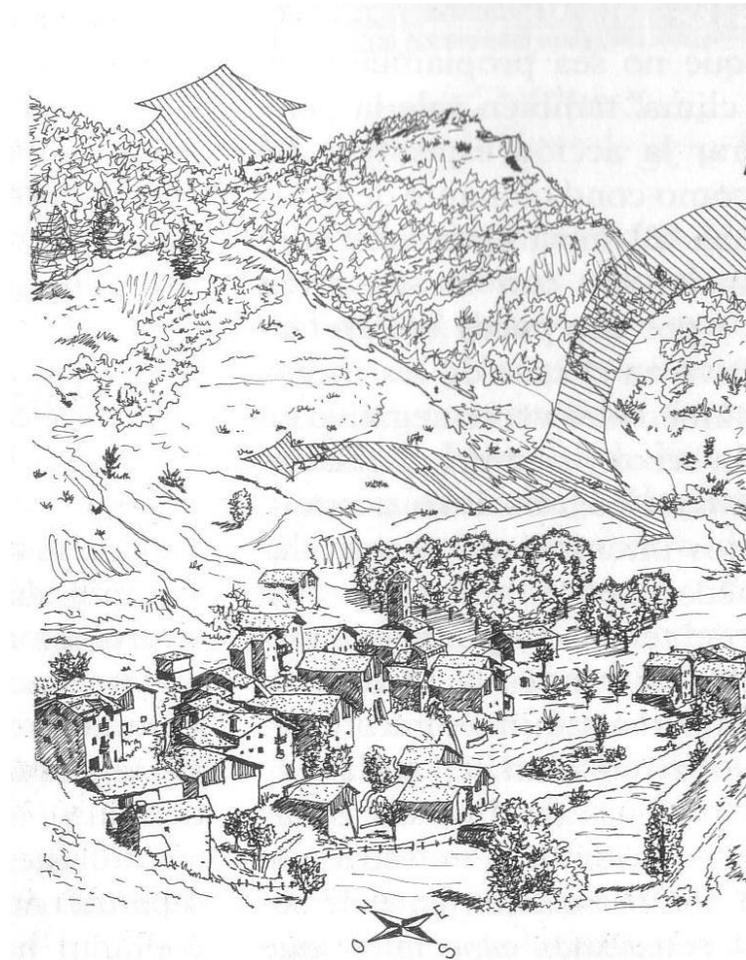


Figura 4. Topografía Natural y Artificial (Fuente Serra)

2.2.3 ELEMENTOS DEL CLIMA

Temperatura

Estado Atmosférico desde el punto de vista de la mayor o menor cantidad de calor que posee, definido físicamente el frío como ausencia de calor. Para su medición se utilizan distintas escalas y es cuantificada en Grados Centígrados, Kelvin o Fahrenheit.

Temperatura Medias Máximas y Mínimas diarias, mensuales y anuales las cuales son datos básicos para ser utilizados en el Diseño Bioclimático.

Humedad

Cantidad de Agua o de Vapor de agua existente en la atmósfera, se puede expresar la cantidad real de vapor existente por unidad de volumen de aire (humedad Absoluta), o la cantidad de vapor existente por unidad de volumen de aire pero expresada como porcentaje de la cantidad que podría contener (humedad relativa).

La Humedad absoluta Neila Bedoya 1997 la define como "...la masa de vapor de agua contenida en la unidad de volumen y se expresa en g/m³." Generalmente es medida por termómetro de bulbo húmedo. EL valor de la temperatura a la cual debe enfriarse el aire para que comience la condensación del agua, es un valor que debe mantenerse presente para evitar

problemas futuras de humedad en el proyecto, y es conocido como punto de rocío. (Simancas Yovane 2003)²⁵

Viento

Es el movimiento del aire generado como consecuencia de la búsqueda del equilibrio de las presiones. Es un fenómeno de convección en el cual el aire que es calentado por el suelo que previamente ha recibido radiación solar, se mueve de las zonas de altas presiones a las de baja produciendo viento.²⁶

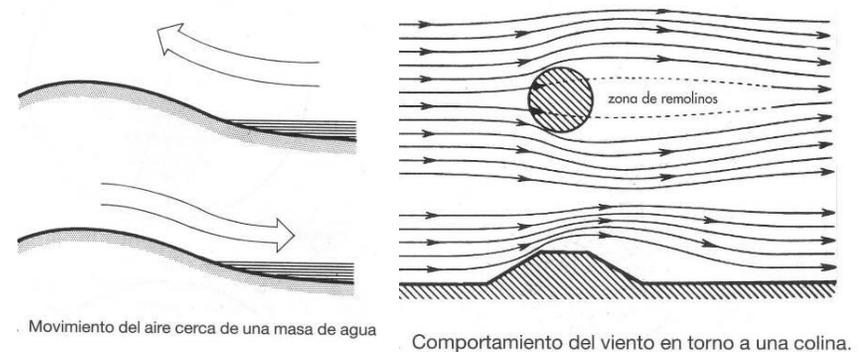


Figura 5. Generación del Viento por diferencia de presiones.

Fuente: Olgyay

²⁵ SIMANCAS Yovanne, Katia "Reacondicionamiento Bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo", Tesis Doctoral UPC, 2003. Barcelona, España. UPC, 354p

²⁶ ídem

Para el diseño bioclimático no es solo importante su intensidad si no su dirección y es registrada por una veleta y medida en grados. Estos datos son trasladados a una Rosa de vientos para su interpretación y esta los clasifica en ocho tipos de rumbos que coinciden con los cuatro puntos cardinales (N-S-E-O) y sus puntos intermedios (NE-SE-NO-SO).

Es importante registrar la frecuencia de la orientación de los vientos y los períodos de calma existentes, es importante tener datos históricos, estos son llamados datos normados que permiten poder evaluar de una mejor manera a la hora de tomarlo en cuenta en el Diseño.

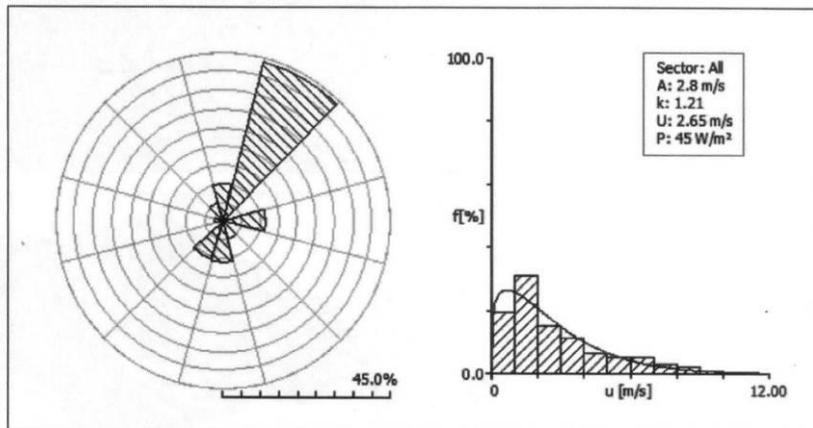


Figura 5-18 Rosa de los vientos y distribución de velocidades para la estación A-31.

Figura 6. Ejemplo de Rosa de los vientos para la estación de los Planes Montecristo, Fuente MARN-UCA-SNET

“...Para el diseño bioclimático no es solo importante su intensidad si no su dirección y es registrada por una veleta y medida en grados. Estos datos son trasladados a una Rosa de vientos para su interpretación... Es importante registrar la frecuencia de la orientación de los vientos y los períodos de calma existentes...”

El viento en el clima tropical es un elemento fundamental para combatir la sensación de desconfort térmico por los porcentajes de humedad que en estas zonas se registran; por tanto el conocer su disponibilidad en el sitio de análisis, su magnitud y dirección y sobre todo tomar en cuenta como el sitio afecta estas características.

Radiación Solar

Radiación electromagnética²⁷ que proviene del sol la cual se extiende desde los rayos gamma hasta las ondas de radio²⁸ La radiación se mide en dos unidades físicas la irradiancia y la irradiación.

De la radiación incidente en la tierra no toda penetra a la superficie ya que la atmósfera la refleja hacia el espacio otra parte es reflejada por la tierra misma.

La irradiancia (E) es la potencia de la radiación solar por unidad de área y se expresa en vatios divididos por metro cuadrado (W/m^2) Villalta y González 2005.²⁹

La irradiación (H) es la energía de la radiación solar por unidad de área y se expresa en Vatios por hora divididos por metro cuadrado (Wh/m^2) Villalta y González 2005.

Del total de radiación incidente a la tierra, no toda cae directamente a la tierra, Olgyay explica como esta llega a la tierra:

²⁷ De estas radiaciones las visibles están en un rango de 0.38 y 0.72μ y la útil para producir energía entre los 0.15 y 3.0μ .

²⁸ Determinación del potencial solar y Eólico en El Salvador, Marroquín, Escalante, Sánchez y Ayala, UCA, San Salvador, El Salvador

²⁹ Ídem

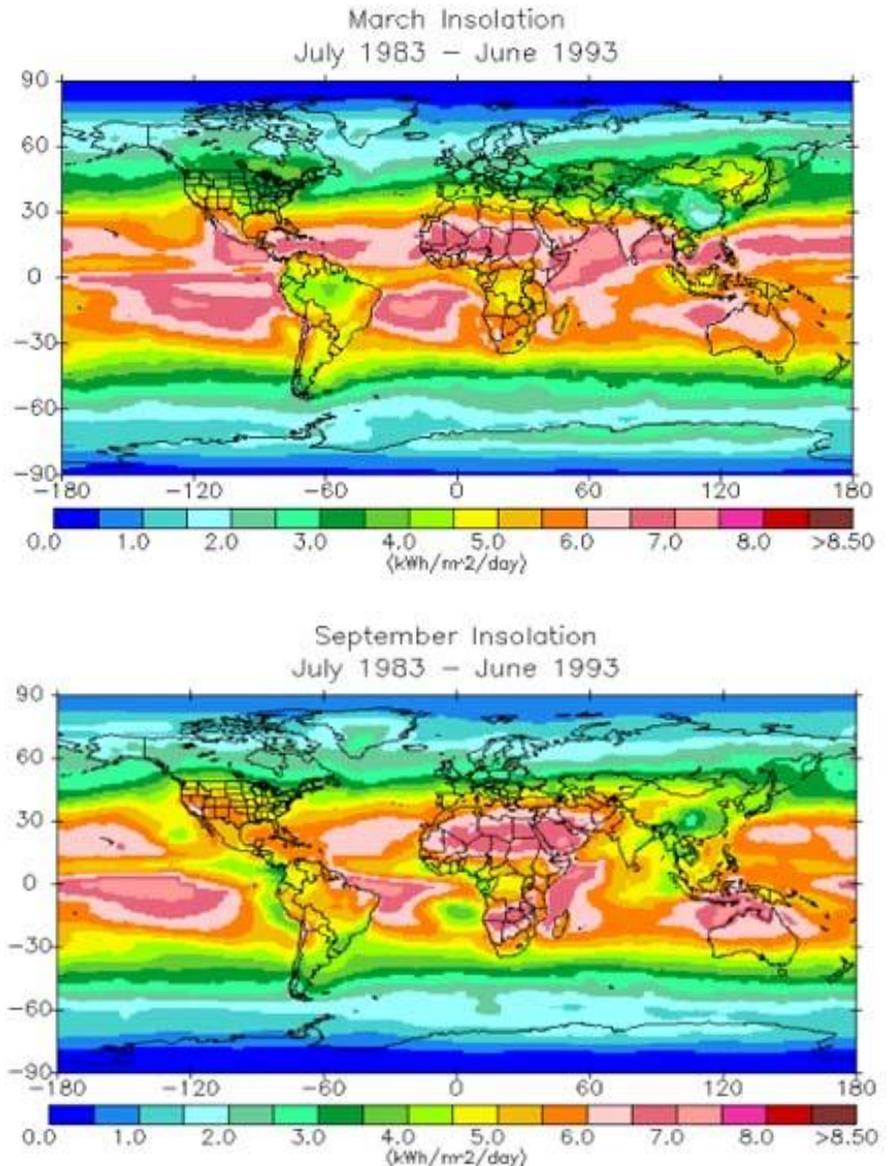


Figura 7. Radiación Media en el Mundo; Fuente UCA

“... una parte es reflejada por las nubes, y otra parte absorbida por los componentes atmosféricos, parte de esta se recupera como radiación difusa. Parte de la radiación que incide sobre el suelo es reflejada por la superficie terrestre, pero la mayor parte de dicha energía es absorbida, se transforma en calor y eleva la temperatura del aire, del suelo y de los objetos que se encuentran a su alrededor...”³⁰

Esta radiación es muy útil para comprender el comportamiento climático del planeta, ya que el calor producido por la energía solar define el clima planetario.

Es importante también la cantidad de radiación que llega a la tierra, en determinada latitud para conocer el potencial fotovoltaico del sitio, así como la cantidad de horas luz que existen en esa latitud, para saber cuánta cantidad de luz natural, tenemos disponible y poder aprovecharla en nuestro diseño.

“...Esta radiación es útil, gracias al efecto invernadero, ya que en nuestras latitudes contribuye a que los saltos térmicos entre el día y la noche sean menores, esto debido a la alta nubosidad de nuestras latitudes...”

Esta radiación es útil, gracias al efecto invernadero, ya que en nuestras latitudes contribuye a que los saltos térmicos entre el día y la noche sean menores, esto debido a la alta nubosidad de nuestras latitudes, sin embargo la emisión de gases que aumentan el efecto invernadero, contribuyen a un recalentamiento del planeta, por consiguiente el aumento de la temperatura que se deriva en diversos problemas climáticos.

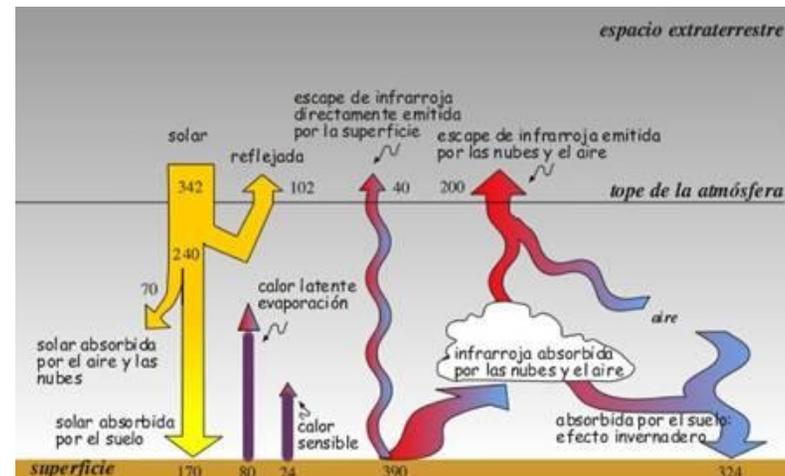


Figura 8. Luz incidente a la tierra su difusión y reflexión.

³⁰ Olgyay, Op cit

La posición de la tierra con respecto al sol definirá la cantidad de horas sol que se tienen durante todo el año, así como el grado de inclinación con que los rayos del sol inciden en determinada latitud, este movimiento es registrado en una trayectoria solar.



Figura 9. Perpendicularidad de los rayos del sol a la tierra según equinoccio o solsticio.

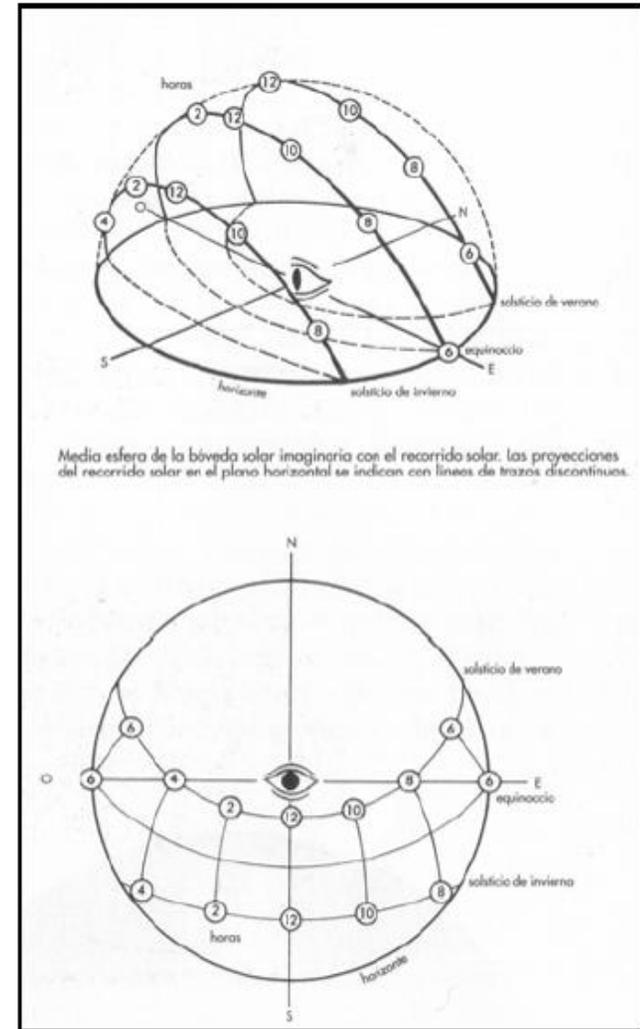
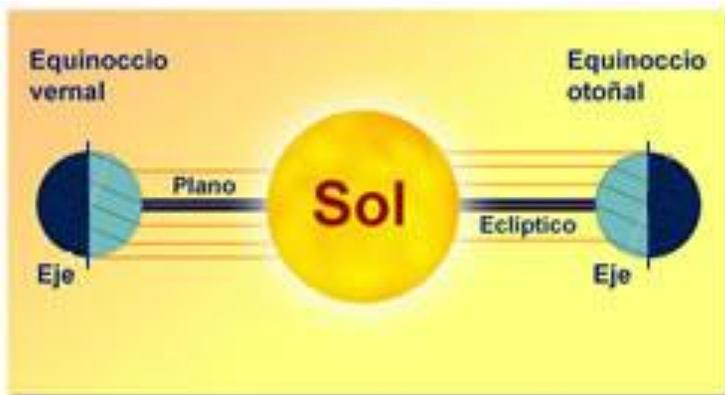
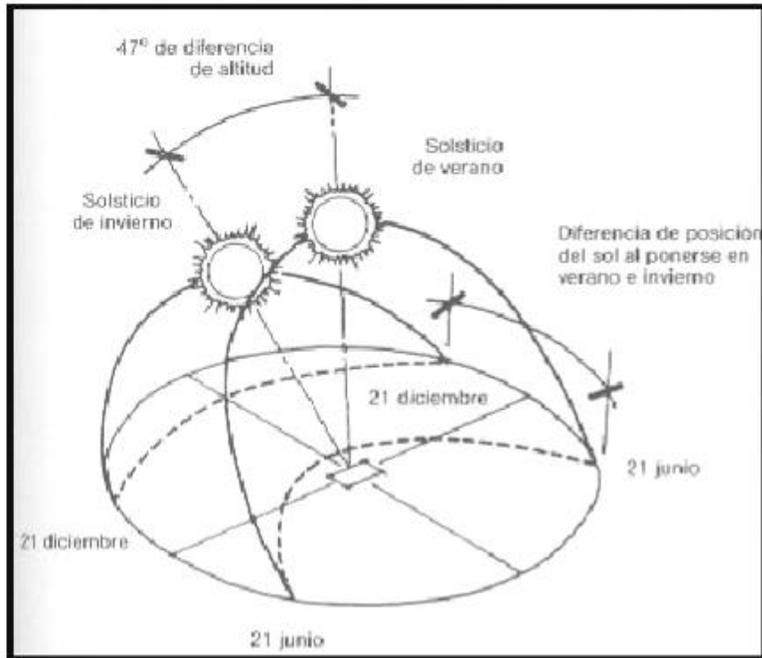


Figura 10. Trayectoria del Sol por Olgay citada por Simancas, Katia;



Proyección de la inclinación del sol de acuerdo a la estación de invierno o verano.

Figura 11. Trayectoria del Sol Fuente: citada por Simancas, Katia

La cantidad de radiación que se recibe en la tierra depende de la inclinación que esta posee, así la zona de la tierra que se encuentra en un plano normal a la dirección de la radiación es la que más radiación recibe, esta zona se encuentra entre el Trópico de Cáncer y Trópico de Capricornio (23.5°N y 23.5°S)

Según la estación del año son diferentes zonas de la tierra las que son perpendiculares a los rayos del sol, esto da origen a los solsticios y equinoccios, fechas en la que se da el día más largo y el día más corto respectivamente, originados por la inclinación y curvatura de la tierra, así los solsticios se dan cuando los rayos del sol son perpendiculares a los trópicos ya sea éste de invierno o de verano.

En las zonas árticas la duración del día es de 6 meses, y se puede apreciar como el sol cruza el cielo sin esconderse por el horizonte, en realidad lo que se aprecia es un movimiento en espiral del sol y el tiempo que tarda es la duración efectiva de horas sol en esas latitudes del planeta.

La trayectoria del sol, es importante conocerla para el confort climático de nuestro proyecto, ya que ésta nos ayudará a definir orientación de espacios, y los mecanismos de protección que necesitaremos para lograr en el interior condiciones climáticas aptas para llevar a cabo las actividades inherentes al espacio proyectado.

En los trópicos a diferencia de climas más templados lo vital no es introducir el sol al espacio, si no controlarlo.

Precipitación o Pluviosidad

Registra el volumen, frecuencia y variabilidad de la lluvia en las distintas zonas de interés El recurso pluvial puede ser considerado, no sólo por estar relacionado con las épocas de máxima humedad, si no que pueden ser consideradas integralmente en el diseño medidas de captación o infiltración.

Se mide con pluviómetros y se expresa en mm/m²xh o l/m²xh. Estos datos son importantes para registrar históricamente períodos de sequía, períodos lluviosos y las precipitaciones máximas y mínimas, con el fin de poder contemplar en el diseño si fuese necesario, medidas de captación del agua para abastecimiento y ahorro de dicho liquido, esta puede ser utilizada según el uso del proyecto para regadíos o para uso sanitario, pudiéndose reciclar para su posterior uso.

“...El recurso pluvial puede ser considerado, no sólo por estar relacionado con las épocas de máxima humedad, si no que pueden ser consideradas integralmente en el diseño medidas de captación o infiltración...”

Estado del Cielo

Se define por la cantidad de cielo despejado, y se puede cuantificar por medio del índice meteorológico, Puppo³¹ lo establece por décimos de cielo despejado para establecer un parámetro asignando valores a la clasificación meteorológica

Así:

hasta 2/10 de cielo cubierto “Cielo Claro”

De 2/10 hasta 8/10 de cielo cubierto “Cielo Nuboso”

de 8/10 hasta el total del cielo cubierto “Cielo Cubierto”

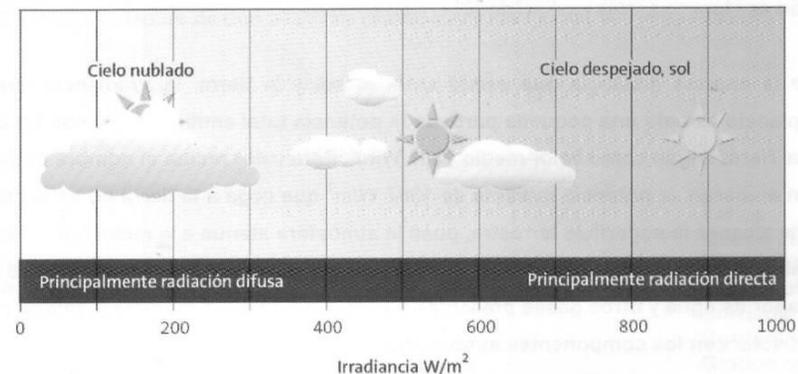


Figura 12. Estado del Cielo, Fuente: UCA-Phöniex

³¹ PUPPO Ernesto, Puppo Giorgio Alberto, “Acondicionamiento natural y Ecología en Arquitectura”, 1972, Barcelona, España, Marcombo Boixerau Editores, S.A. 262p

2.3 SUSTENTABILIDAD

2.3.1 EVOLUCIÓN Y AMBIGÜEDAD DEL TÉRMINO

“..Un creciente número de personas tiene la errónea sensación de dominio sobre los productos de la técnica, puesto que a pesar de su ignorancia, pueden comprarlas con dinero, y una fe ciega en que la ciencia les resolverá todos sus problemas

(Félix Candela, 1985)

El término sustentable nació a la luz internacional en 1987-1988 en un informe presentado por Gro Harlem Brundtland, a la Comisión de Medio Ambiente de las Naciones Unidas³² definiendo el término como “*satisfacer nuestras necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas*”.

El nuevo término acuñado para preservar nuestros recursos, no es nuevo, antes hubo otros intentos, ya en el Siglo XVIII economistas franceses hablaban de “riquezas renacientes sin menoscabo de los bienes de fondo” o el término eco desarrollo.

La ambivalencia del término es quizás el éxito de su gestión política y el fracaso de su aplicabilidad ya José Manuel

³² Brundtland, G.H. 1987 Our common Future, Oxford, Oxford University Press (Trad. en castellano, Nuestro Futuro Común, Madrid, Alianza Ed., 1988)

Naredo³³ en su escrito sobre el origen del término de la Sustentabilidad

menciona “la sostenibilidad parece ser aceptada como un término mediador diseñado para tender un puente sobre el golfo que separa a los desarrollistas de los ambientalistas” (Dixon, J.A. y Fallon, L.A., 1991).

La facilidad para poder ligar el desarrollo económico con el término sustentable referido al tema ambiental es lo que logró del término el éxito que aún posee. Un término que a diferencia del eco desarrollo, los economistas podían aceptar sin ningún temor al confundirlo con “desarrollo auto sostenido” (Naredo 1996).³⁴

Algunos mencionan una corrección al traducir el término en inglés “sustainable”, sostienen que su traducción sería sustentable y no sostenible, ya que dicha diferencia de términos varía en que el primero plantea la utilización de los recursos como un ciclo y el segundo sólo los distribuye para alcanzar un crecimiento por un tiempo previsto.

³³ La Construcción de la Ciudad Sostenible *Primer catálogo español de buenas prácticas* (Madrid: Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 1996) Comité Hábitat II España.

³⁴ ídem

Según Naredo³⁵ no es de vital importancia la traducción del término sino más bien el rol que juega actualmente, siendo lo importante que el término se convierta en un sustantivo en sí mismo y no sólo en un adjetivo.

¿Es entonces viable tratar de apostar al desarrollo económico y esperar que este se auto-regule para poder asegurar la sostenibilidad global? sólo replanteando el sistema económico actual y atacando sus bases para vincularlo con la naturaleza y la protección de nuestros recursos, podremos asegurar la tan ansiada sostenibilidad.

“...no se trata tanto de "descubrir la pólvora" de la sostenibilidad como de desandar críticamente el camino andado, volviendo a conectar lo físico con lo monetario y la economía con las ciencias de la naturaleza.” (Naredo

1996).³⁶

La sustentabilidad de nuestras sociedades no está fundamentada en la economía como tal, sino en el uso racional de las fuentes naturales que tenemos, no con el fin de generar riquezas si no de satisfacer necesidades globales.

Es allí donde la segunda ley de la termodinámica toma relevancia para sustentar un cambio en la sociedad industrial actual. Todo proceso se degrada, “...Los procesos son espontáneamente irreversibles. Todo proceso tiene un coste



³⁵ NAREDO, José Manuel “El término Sostenible”, 2004 Clur 42, Textos Sobre Sostenibilidad, Instituto Juan Herrera, Madrid España.

Figura 13. Esquema elaborado a partir de los conceptos de Manuel Naredo sobre Sostenibilidad.

³⁶ ídem

energético inevitable: todo cuesta algún esfuerzo: en todo lo que hacemos perdemos algo de vida (finalmente morimos).”³⁷

Así como los procesos biológicos que se llevan a cabo en la tierra tienen un curso cíclico que es renovado por la energía del sol, así nuestros procesos deben asemejar el mismo ciclo. El punto no es dejar de utilizar los recursos no renovables, si no encontrar la manera de que regresen al ciclo de donde salieron, la Naturaleza no produce energía de la extracción de materiales (llámense todos estos los contenidos en biosfera) sin embargo produce materiales por medio de la energía del sol.

“...El sistema, cualquiera que sea, desarrolla alguna actividad con resultados observables, con modificaciones de la forma y organización del entorno: el sistema produce espontáneamente cambios. La ley afirma tajantemente que sólo “algo o alguien”, venido de fuera del sistema, podrá “deshacer” estos cambios...”³⁸

Como mencionamos La segunda ley de la termodinámica indica que todo proceso se degrada es entonces clave encontrar una energía externa que renueve nuestros ciclo productivos y permita reintegrar nuestros desechos para que

³⁷ VÁSQUES ESPÍ, Mario, “Ciudades Sostenibles”, 1998, Madrid, UPM, Cuadernos de Investigación Urbana, Clur 41, 103p

³⁸ Ídem

sirvan en la producción de nuevo material, basta observar la naturaleza y encontraremos que todos los procesos conocidos en ella tienen su fuente de energía en el sol, una fuente que a escala humana es infinita.

2.3.2 SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA DE EL SALVADOR

El impacto que la intervención del hombre ha tenido en el equilibrio del planeta es alarmante, en esto el arquitecto es responsable indirecto de estos costes ambientales y El Salvador no escapa a ese fenómeno global, el Primer Comunicado Nacional sobre Cambio Climático en su resumen ejecutivo menciona:

“En El Salvador, la dinámica de la degradación ambiental ha estado íntimamente ligada a la producción de gases de efecto invernadero, debido principalmente al ritmo acelerado de tres procesos: la creciente urbanización, los cambios en el uso del suelo, y el surgimiento de industrias contaminantes.”³⁹

De los tres procesos mencionados como causas principales de la degradación ambiental todos son incluyentes con la actividad profesional del arquitecto, quedando claro que somos responsables indirectos del mismo deterioro, es obvio que el sector de la construcción es el principal responsable, pero ya que este obedece principalmente a beneficios económicos, es responsabilidad del profesional, dar otro

³⁹ Primer Comunicado sobre Cambio Climático República de El Salvador, MARN, 2000, San Salvador, El Salvador.

sentido a la dinámica del sector, cumpliendo con su ética profesional y con la función social de su profesión.

Según datos de este mismo informe en los próximos cien años podría perderse de un 10% hasta un 27.6% de la zona costera, es decir registrar hasta un 1.1m de crecimiento del nivel del mar⁴⁰

La distribución de la producción Energética Bruta de El Salvador en 1994 era⁴¹:

Sector	Porcentaje
Hidroeléctrica	45.9%
Geotérmica	12.7%
Térmica	41.4%

Para el 2005 era⁴² de:

Sector	Porcentaje
Hidroeléctrica	35%
Geotérmica	20.5%
Importaciones	6.0%
Térmica	38.4%

Estas cifras nos indican el alto porcentaje de producción térmica de energía, es decir la generada por medio de Combustibles Fósiles, disminuyendo el porcentaje de

⁴⁰ ídem

⁴¹ ídem

⁴² SIGET Boletín de Estadísticas Eléctricas N° 7 2005, Mayo 2006 Gerencia de Electricidad, San Salvador, El Salvador

generación Hidroeléctrica y aumentando significativamente la Geotérmica.

La distribución en el consumo de Energía por Sector en 1994⁴³era el siguiente:

Sector	Porcentaje
Residencial	54.3%
Industrial	21.0%
Transporte	22.4%
Otros	2.3%

Cifras que muestran Claramente el consumo energético mayoritario en el sector residencial y comercial, lo que nos indica claramente que cambiando la forma de consumir energía en estos sectores el ahorro y el beneficio ecológico sería significativo.

Es al diseño de estos sectores los que poniendo un grado de atención en la eficiencia del diseño, que podemos contribuir como sector a la conservación de nuestro medio e identificado el clúster de acción puede priorizarse las estrategias, políticas e incentivos fiscales para impactar en el mismo.

⁴³ Primer Comunicado sobre Cambio Climático República de El Salvador, MARN, 2000, San Salvador, El Salvador.

Este ahorro, puede ser inducido por el Diseñador desde la concepción del espacio o proyecto, aprovechando primero los elementos del entorno para maximizar su utilización y como segundo paso primando la utilización de energías alternativas e integrándolas al proyecto, ya sea este a escala urbana o arquitectónica.

“...Claramente el consumo energético es mayoritario en el sector residencial y comercial, lo que nos indica claramente que cambiando la forma de consumir energía en estos sectores el ahorro y el beneficio ecológico sería significativo...”

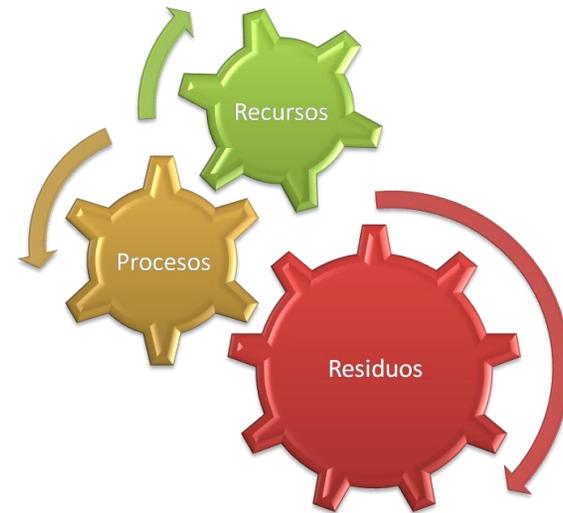


Figura 13. Esquema elaborado a partir de los conceptos de Manuel Naredo sobre Sostenibilidad Y Sustentabilidad.

2.3.3 SITUACIÓN AMBIENTAL EN EL SALVADOR

En El Salvador la evolución del movimiento ambiental, no ha sido paralela a los acontecimientos sucedidos a nivel global y que marcaron el rumbo de este movimiento mundial, los hechos que han agravado la crisis ambiental en el mundo no son los mismos que los que han deteriorado el equilibrio ambiental de nuestro país, el cual es importante valorarlo y conocerlo.

Dos aspectos pueden delinear esta evolución del estado ambiental de nuestro país, uno es la parte de desarrollo económico y la otra el marco legal que ha ido regulando el que hacer ambiental en El Salvador.

A diferencia de los países del Norte (Europa y Estados Unidos) en El Salvador no se ha verificado un desarrollo industrial tan marcado y el que se dio, no fue paralelo a la revolución industrial, cuando este se da tiene un marcado rumbo agroindustrial.

El Salvador ha tenido un marcado desarrollo económico agrícola, a través de su historia, su desarrollo económico a dependido mucho de la producción de monocultivos y es hasta después de la firma de los acuerdos de paz, que esta tiene menor importancia en el PIB, tomando esta posición, la industria maquilera, los servicios y por último las remesas.

Con la llegada de los españoles, buena parte de los bosques de nuestras tierras fueron talados para albergar cultivos como el añil, Relatos de la época mencionan “Toda la tierra

de las haciendas es llana y sin más árboles de los que restan en la espesura de los márgenes de los arroyos” grandes extensiones de los bosques de Chalatenango, San Salvador, La libertad y San Vicente y en menor grado Santa Ana, Cuscatlán, Usulután, La Paz, San Miguel, Cabañas y Morazán se deforestaron para el cultivo del añil.

Alrededor de 1838 aparece el cultivo del café, esto produjo transformaciones en la fisionomía de la tierra, ya que se utilizaron grandes extensiones para este fin, actualmente los cultivos de café, se han convertido en un valioso recurso para la conservación de bosques en El Salvador, ya que el cultivo de árboles de sombra, necesarios para la producción de café, son hábitats para muchas especies.

Otro cultivo que impactó el medioambiente, no sólo por su extensión si no por el uso de pesticidas es el del algodón, que para 1964, alcanzo una extensión 114,000Ha, cultivo que en la actualidad se ha reducido, teniendo una extensión actual de 2,000 Ha.

Para el año 2000, se determino que la cobertura boscosa del país era un 5.8% del territorio, aunque otros estudios manejan que la cobertura total entre bosques abiertos y cerrados es de 10.8%.

En cuanto al marco legal ambiental de El Salvador, se puede hablar de tres momentos uno, las leyes y reglamentos existentes antes de la firma de los Acuerdos de paz, los cuales dentro de sus alcances dan vida a algunas instituciones encargadas a resguardar nuestro medio ambiente.

El segundo momento es entre 1992 y 1997, en el cual como se dijo se crean diferentes instituciones y distintos marcos legales que persiguen el delito ambiental, pero aún estos organismos están conformados por distintos actores que buscan fines distintos.

Es hasta 1997 que se le da vida la MARN, que la visión de la protección ambiental cambia.

Además del Factor Agrícola, el Uso de suelos, El Crecimiento Urbano y la Industria son los responsables del actual deterioro ambiental de El Salvador.

El crecimiento Urbano detonado por la firma de los acuerdos de paz, acompañados de grandes proyectos de infraestructura vial, fueron reduciendo las área agrícolas existentes, obligando a estas a trasladarse a laderas de cadenas montañosas, que por su mal manejo producen anualmente, fuertes cantidades de erosión.

La falta de control en el tratamiento de residuos industriales han ocasionado el deterioro de nuestras fuentes hidrológicas, sumándose a esto el mal manejo de las aguas negras que son arrojadas a ríos y quebradas sin ningún tratamiento y que son producidas por nuestras ciudades.

Es así que las Ciudades además de cambiar el uso de suelos, contaminar ríos y quebradas con Aguas Negras y producir grandes cantidades de desechos sólidos, se han convertido en uno de los principales contaminantes. Sumado a esto está el aumento del parque vehicular y las emisiones de GEI (Gases Efecto Invernadero) que los producen también la tala de

bosques y que ayudan al efecto invernadero, responsable del aumento de la temperatura global, el incremento del nivel del mar en nuestras costas y del ENOS, responsable de grandes sequías y fuertes fenómenos climáticos como Huracanes.

Sirvan estos datos generales para sentar un estadio del deterioro de nuestros recursos y comenzar a buscar caminos alternos para lograr la equidad y el bienestar social.

El incremento de la temperatura entre 1961 a 1990 fue de 1.2 °C, y entre 1970 y 2000 se verificó la disminución del 50% de nacimientos de agua⁴⁴

En conclusión muy pocos ya disimulan el problema ambiental en El Salvador y el mundo entero, aún los pronósticos más conservadores sostiene que de seguir el ritmo que llevamos, vamos directo a una crisis ambiental, donde el recurso agua, es el más afectado.

Buscar soluciones novedosas desde todos los campos es la solución integral al problema ambiental, una visión holística dejando de lado intereses económicos es la solución.

Es mediante la búsqueda de caminos alternativos que nos conecten nuevamente con el respeto a nuestro entorno, que el desarrollo sostenible estará garantizado.

⁴⁴ MARN. *Informe Nacional del Estado del Medio Ambiente en El Salvador*. San Salvador : MARN, 2002.

2.4 ARQUITECTURA Y MEDIOAMBIENTE

“El logro artístico más grande posible de la arquitectura es el que integra perfectamente todos los elementos y permite mejorar la condición humana” (Szokalay)

La Arquitectura siempre se ha relacionado con su entorno, “...Resultado de las aplicaciones y tradiciones ancestrales, mejoradas con el transcurrir del tiempo y las necesidades de la época...”⁴⁵ en la actualidad existen distintos esfuerzos que intentan regresar a integrar la arquitectura con el medio ambiente.

Con la era industrial, la arquitectura dejó de climatizar naturalmente los espacios y empezó a realizarlo artificialmente logrando llevar una arquitectura internacional a cualquier clima del planeta.

Esto conlleva grandes costes energéticos y por tanto ambientales, en los 70's con la crisis del petróleo se comenzó a optar por energías alternativas, algunas renovables, y en el campo de la arquitectura a retomar las tradiciones culturales y darles un enfoque científico, para comprender el clima y la relación del edificio con este de una forma más rigurosa y técnica, producto de esto son los escritos de los Hermanos

⁴⁵ Ugarte, Jimena, Guía Bioclimática Construir con el clima, Instituto de Arquitectura Tropical, Fundación Príncipe Claus para la cultura y el Desarrollo, San José, Costa Rica, 19pags

Olgay, pioneros en introducir el concepto de confort térmico y de proponer un medio de análisis para conocer las estrategias a tomar, mediante una carta bioclimática.

Surgen entonces conceptos como: diseño solar pasivo, diseño solar activo y el Bioclimatismo, por mencionar algunos; conceptos que no han sido definidos específicamente por ninguna entidad, sin embargo es mencionado ampliamente teniendo claro su objetivo.

Definir por tanto estos conceptos es necesario para garantizar su entendimiento y correcta aplicación.

El Diseño Solar pasivo o Arquitectura Solar Pasiva: Esta se basa principalmente en el aprovechamiento de la orientación del proyecto para aprovechar al máximo las ganancias solares directas, indirectas o aisladas.

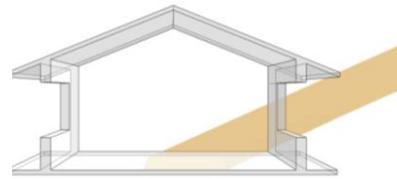
Las ganancias directas se basan en la utilización de vanos, claraboyas o pérgolas para controlar la radiación que entra en la vivienda, la ganancia solar indirecta consta en la utilización de elementos de alta masa térmica que almacenan el calor para luego llevarlo dentro en las horas necesarias, por ejemplo muros trombe, de agua, techos vegetales o estanques de agua adosados al techo.

La ganancia solar aislada captura el calor que se genera por la luz del sol y lo lleva dentro o fuera de la construcción, ejemplo de ello, chimeneas solares, invernaderos termosifones, que mueven el aire caliente por convección.

GANANCIA DIRECTA

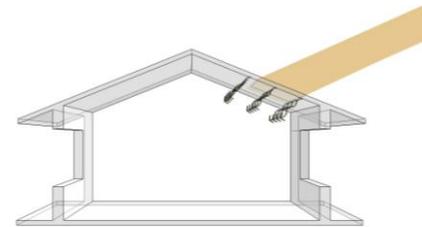
Es aquella que se obtiene mediante la incidencia directa de la radiación solar o incandescente.

Este tipo de ganancia se controla fácilmente mediante la interposición de un elemento opaco entre la fuente emisora y el receptor.



GANANCIA INDIRECTA

Es la que emiten los cuerpos calientes no incandescentes



GANANCIA AISLADA

Se recibe por medio de un elemento colector ubicado en el exterior de una construcción, a partir de este se transmite al interior mediante convección natural o circulación forzada.



Figura 14 Ejemplos de Ganancias Solares, Directas, Indirectas, Aisladas
Fuentes: Elaboración propia en base a esquemas de Deffis caso.



Figura 15 Uso de Energía Solar Activa en el Edificio Martín Baro, Diseñado por el Arq. Leonel Avilés. Fuente: UCA (conocimiento empírico) como organizar sus ciudades, como orientar sus viviendas etc.

Diseño Solar Activo o Arquitectura Solar Activa: Esta incluye dentro de las características del Diseño solar pasivo, colectores solares que generan calor o energía eléctrica obteniéndola de la luz del sol. La transformación de luz en energía eléctrica permite incorporar al proyecto ventilación mecánica.

Diseño Bioclimático: Es el que para su proceso de diseño toma en cuenta el clima y las condicionantes del entorno para lograr el confort térmico en el espacio proyectado. Ugarte⁴⁶ menciona que la Arquitectura bioclimática “...restablece la relación hombre clima...”. Para el arquitecto

Bruno Stagno la Arquitectura Bioclimática “...es una arquitectura pasiva para gente activa...”

Estas son algunas Definiciones que buscan armonizar el proyecto con su entorno, todas se basan en conocimientos científicos, así el diseño solar pasivo busca optimizar las ganancias de calor y manipularlo para que por medio de fenómenos físicos logre conseguir transportar dentro o fuera de la vivienda en distintas épocas del año. La arquitectura a través del tiempo se ha adaptado a su medio, dándole a la arquitectura un regionalismo según las condiciones climáticas que imperaban en su entorno. A través de los siglos las

comunidades fueron aprendiendo a base de prueba y error (conocimiento empírico) como organizar sus ciudades, como orientar sus viviendas etc.

Este conocimiento fue transmitido de generación en generación y absorbido dentro del conocimiento de las culturas al ser invadidas o conquistadas. De este conocimiento empírico tenemos hoy en día como resultado, Patios Centrales en viviendas, Viviendas Piloteadas, Corredores o Portales por mencionar algunos ejemplos en zonas tropicales.

Ya Vitrubio señalaba: “...porque no hay duda de que tienen que ser distintos los edificios que se hacen en Egipto de los que se hacen en España, distinguiendo los de Ponto de los de Roma, y así también en los otros países.”⁴⁷

⁴⁶ Ídem

⁴⁷ Vitrubio, De la Arquitectura, Libro VI

2.4.1 Las Ciudades y el Clima

“...Es el Sol y sólo el Sol el que decide la orientación de la casa, Poco importa, por el momento al menos el trazado existente de las calles” (Le Corbusier 1941)

Los primeros asentamientos de la humanidad responden a las zonas más favorables para vivir de nuestro planeta, con el transcurso del tiempo el hombre llegó a habitar prácticamente cualquier clima de los que se verifican en nuestro planeta.

Olgyay⁴⁸ menciona el estudio de Jean Dolfus el cual realizó una investigación sobre como la vivienda respondía a su entorno verificando cinco zonas climáticas y definiendo que las particularidades de cada vivienda responden más a su contexto climático que a sus divisiones territoriales, aunque en una misma zona se registraban diferencias formales producto de su cultura, costumbres y tradición, se verificaban coincidencias en estrategias de control climático. Así cada sitio particularizó su arquitectura con estrategias distintas para asegurar la vida en climas muy diversos.

Si bien es cierto la forma arquitectónica es producto o debería ser producto de las particularidades del clima regional, antes del análisis del proyecto arquitectónico, se

encuentra la planificación urbana, si esta no lleva en sí misma criterios

Bioclimáticos, dificulta la eficiencia del diseño arquitectónico mismo.

Actualmente podemos observar diferentes organizaciones espaciales en distintos puntos del planeta, Olgyay expone en su libro “Arquitectura y Clima” algunos ejemplos de asentamientos donde su organización depende del control climático, mostrando modelos espontáneos de control climático según la latitud en la que se ubican.

Podemos encontrar variados ejemplos regionales de climatización de la arquitectura a través de la disposición urbana, Viqueira⁴⁹ menciona algunos ejemplos de la disposición de ciudades tan antiguas como Teotihuacán (150-450 d.C) en la que puede verificarse un marcado eje Norte-Sur al igual que otras como Mohenjo Daro, India (3000 a.C).

Así mismo ejemplos de ciudades planificadas a través de normativas como es el caso de las nuevas ciudades en América que respondían a las Ordenanzas de Felipe II en su

⁴⁸ Olgyay op cit

⁴⁹ Viqueira, Op cit

segundo apartado “De las nuevas Poblaciones”, inspirados en la tradición medieval y los tratados de Vitrubio y Alberti.

La evolución urbana siguió y propuestas como las de Howard y su ciudad jardín, la ciudad lineal de Soria, la ciudad industrial de Garnier o la propuesta del barón Haussman para la reconstrucción del centro de París.

Propuestas muy importantes que introdujeron elementos urbanos de gran valor para la organización y concepción del urbanismo moderno, pero que no respondían a condiciones climáticas específicamente.

“...El Sol debe penetrar en cada vivienda varias horas al día, aun durante la estación menos favorecida. La sociedad no tolerará más que familias enteras queden privadas del sol, y por ende, destinadas al debilitamiento...”
CIAM Atenas, Grecia

Teotihuacán (150-450 d.C.), el trazo reticular y el eje predominante con orientación norte-sur (según R. Millon)

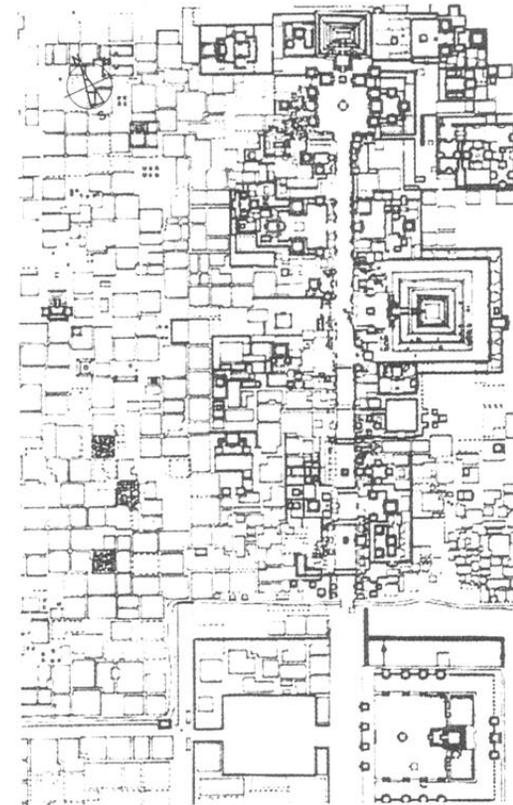


Figura 21. Orientación y Organización de Distintas Ciudades Fuente: Viqueira

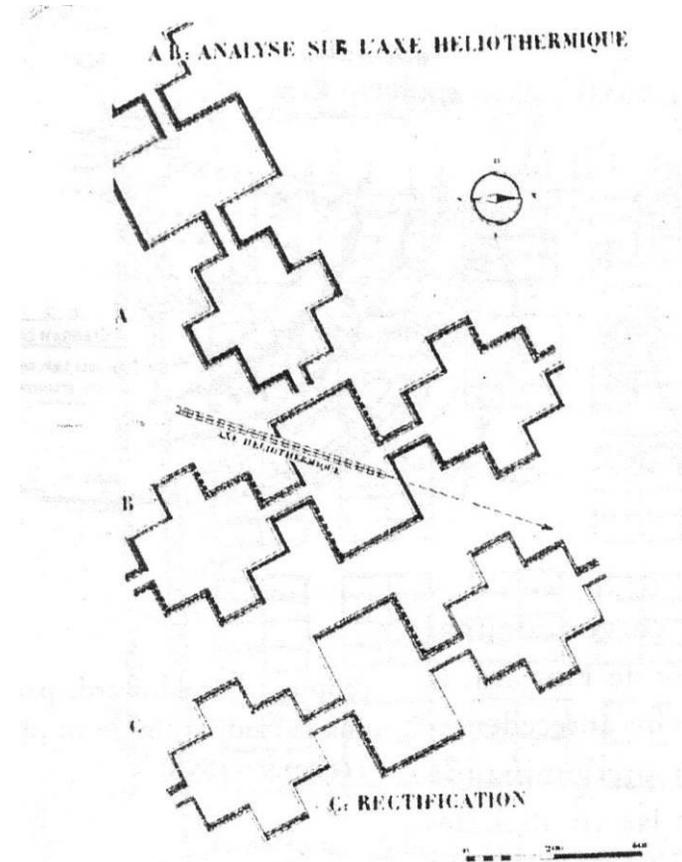
Es hasta 1933 en el CIAM Atenas, Grecia que en su punto 26 declara:

“El Sol debe penetrar en cada vivienda varias horas al día, aun durante la estación menos favorecida. La sociedad no tolerará más que familias enteras queden privadas del sol, y por ende, destinadas al debilitamiento...”

Es a partir de esto que la orientación es nuevamente retomada, considerándose dentro del diseño urbano, ejemplo de esto son los principios de ejes helio térmicos, como en la propuesta de Le Corbusier en su “Villa Radiuse”.

Dentro de la corriente funcionalista fue tomado muy en cuenta la orientación del proyecto arquitectónico ya Gropius decía:

“... el carácter regional no puede conseguirse a través de una interpretación sentimental o limitativa, incorporando antiguos emblemas o nuevas modas locales que desaparecen tan rápido como aparecen (...) el diferencial básico impuesto al diseño arquitectónico por las condiciones climáticas (...) puede obtener como resultado una diversidad de expresión.⁵⁰”



Estudio de Le Corbusier para la *Ville Radiuse* (*villa radiante*), bajo los principios de los ejes heliotérmicos

⁵⁰ Citado en Arquitectura y Clima Pág. 10 Víctor Olgyay 1963

2.4.2 Urbanismo Bioclimático

“...Para lograr un diseño urbano eficiente se debe buscar la manera de aprovechar las condiciones climáticas favorables y matizar las condiciones desfavorables...” Ian Bazant.

El Urbanismo Bioclimático nace de la conjugación de dos disciplinas íntimamente ligadas a la Arquitectura, la primera trata del “Conjunto de conocimientos relativos a la planificación, desarrollo, reforma y ampliación de los edificios y espacios de las ciudades⁵¹, por tanto el Urbanismo Bioclimático es el que se encarga de la planificación de las ciudades sin comprometer los recursos para las futuras generaciones, aprovechando las condiciones climáticas de la región.

Nuestras ciudades deben ser considerados ecosistemas, definidos como: La organización biológica constituida de todos los organismos existentes en un área dada (es decir una comunidad) que interactúan en el entorno físico de modo que el flujo de energía producido conduce a determinadas cadenas tróficas y ciclos de materiales característicos del sistema (Odum 1963). Esta visión más amplia de nuestras comunidades producto de una visión más amplia es el principio de estas nuevas directrices de este urbanismo.

⁵¹ Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española

La sustentabilidad de los suelos fértiles de una comunidad limitaban su existencia, y al agotarse los suelos agrícolas las sociedades se agotaban con ellos, con la revolución industrial este control natural se pierde, ya que esta aumenta la escala territorial, y genera redes que facilitan el intercambio de abastecimientos y residuos (Higuera 1997). El intercambio de energía y procesos de nuestras ciudades es totalmente opuesto a lo verificable en cualquier sistema natural.⁵²

La tierra es un sistema abierto de energías pero cerrado en materiales. Sin embargo los ecosistemas urbanos son sistemas abiertos es decir, que necesitan degradar energía y materiales para mantenerse en vida,⁵³ (Higuera 1997)

Según Naredo la clave de la sustentabilidad de los Ecosistemas urbanos está en que la degradación debe articularse sobre la energía que diariamente se recibe del sol y no en que la biosfera sea capaz de reparar dicha degradación.

Esta integración y aprovechamiento de las condiciones del entorno y del aprovechamiento de la energía solar como

⁵² Naredo Op cit

⁵³ ídem

motor de ciclo ecológico de nuestras ciudades es pues la clave de ese tan ansiado desarrollo sostenible.

La ciudad vertical como un ente más sustentable que nuestras ciudades horizontales no son nuevas propuestas ya se han planteado ciudades verticales como la ciudad arcológica Babelnoa de Paolo Soleri, que dentro de sus teorías urbanas de desarrollo plantea la Arcología (Ver Anexo 1), concepto introducido por Paolo Soleri a finales de los 60's explorando una alternativa de desarrollo urbano en la época de crisis medioambiental.

“...Como resultado de su postura desgarbada, transforman literalmente la tierra, dan vuelta a granjas en porciones del estacionamiento y pierden cantidades enormes de tiempo y de energía que transportan la gente, mercancías y servicios sobre sus extensiones. Mi solución es implosión urbana más bien que explosión.”

Paolo Soleri

La teoría Arcológica de Soleri basa el estadio de desarrollo de las ciudades por los niveles verticales que utiliza para albergar a sus habitantes y gira en torno a tres elementos importantes⁵⁴:

Las Ciudades deben compactarse y utilizar la dimensión vertical

⁵⁴ Armando Deffis Caso, La Casa Ecológica Autosuficiente Clima Cálido Tropical, 1994, Pág. 172.

Las actuales urbanizaciones de patrón horizontal impiden



Fig. 17 Arcosanti, Paolo Soleri. Arizona, 1970, Propuesta Urbana de Comunidad Sustentable para 5,000 considerada una utopía frente a los retos del desarrollo global.

al ciudadano individual disfrutar de los beneficios de la sociedad y a la sociedad misma de un crecimiento cultural

Algunos de los problemas mundiales, como por ejemplo el de los energéticos, demandan soluciones que van contra las

corrientes actuales, y que la necesidad de obtener estas soluciones alternativas es más aguda en el área de diseño urbano

Actualmente las ciudades no aprovechan los recursos circundantes sino más bien los transforman, generan sus propias condiciones lumínicas, ambientales y

geomorfológicos (Higuera 1997). Transformando los elementos climáticos de la región.⁵⁵

Podemos ver actualmente propuestas urbanas en esta vía en el que nuevos rascacielos, albergan las actividades básicas de una ciudad, albergando en si mismo diferentes usos y equipamientos, dejando entrever claramente la implosión urbana, más que la explosión urbana.

Otra propuesta acorde a este nuevo enfoque urbano es la Permacultura⁵⁶, definida como el sistema de diseño destinado a la creación de ambientes humanos perdurables, El objetivo principal de esta técnica es crear sistemas ecológicamente viables que cubran las necesidades, que no exploten o contaminen al medio ambiente y que sean sostenibles. (Romero 2002).⁵⁷

La permacultura basa su labor en una transmisión cultural de de los valores de conservación y respeto de nuestros recursos, introduce dentro de los sistemas urbanos la agricultura como base para obtener lo necesario para la alimentación de la misma sociedad y pretende transformar el espacio actual que vivimos, intentando crear una conciencia ecológica.

⁵⁵ Naredo Manuel, Op cit

⁵⁶El Rebot de la Ciutat Manual de Permacultura Urbana, Fundación Terra, Jordi Romero, 2002

⁵⁷ ídem

Las propuestas urbanas hablan de sustentabilidad, algunas de forma más seria que otras, es un hecho que muchos proyectos de planificación incluyen uno o varios de los elementos a considerar para un urbanismo bioclimático, residuos, agua, arquitectura, planificación urbana, accesibilidad, actividad económica y entorno natural.

La sustentabilidad de un proyecto, debe ser integral y nacer desde la planificación urbana, desde el ordenamiento del territorio, es una visión global de cómo lograr el desarrollo sustentable sin poner en riesgo el territorio.

Esta unión de desarrollo, ecología y sociedad respetando cada una a la otra, es lo que garantizará el desarrollo sustentable, solo dándose las tres de una forma integral es que este se consigue, esfuerzos paliativos y aislados son necesarios pero no suficientes, cuando un sistema ya está vivo y no fue planificado y pensado como sustentable, pero no por ello hay que dejarlo vivir, pero será necesario para su subsistencia que las transformaciones sean hechas desde el interior, de una forma radical, cambiando la forma de como se han hecho las cosas hasta ese momento, de cambiar radicalmente nuestros hábitos de consumo.

La sustentabilidad como filosofía de vida abarca todo y cada uno de los distintos elementos de nuestra sociedad, es por ello que cada uno tiene la oportunidad de aportar y enriquecerla, legislación, educación, economía, construcción, cultura, agricultura, industria, tecnología, investigación,

todos están llamados a realizar su labor con una filosofía sustentable y no por el simple cosmetismo del mercado de parecer y venderse verdes.

2.4.3 Diseño Bioclimático

“...El proceso lógico sería trabajar con las fuerzas de la naturaleza y no en contra de ellas, aprovechando sus potencialidades para crear unas condiciones de vida adecuadas...” Víctor Olgyay

Teniendo claros conceptos y clasificaciones del clima, la evolución y concepto del término sustentabilidad es necesario conocer un poco de las respuestas empíricas y científicas de la arquitectura, tanto a nivel arquitectónico como urbano, es importante conocer los parámetros ambientales que definirán las estrategias a tomar en cuenta para el Diseño Bioclimático.

Serra⁵⁸, los denomina “Climas de la Arquitectura” relacionando varios elementos climáticos para conocer su actuación y definir estrategias, establece parámetros ambientales o parámetros de confort, estos parámetros son específicos para cada sentido, térmico, acústico y lumínico.

⁵⁸ Serra, Rafael, Op cit

Debido a que cada uno de estos parámetros es influenciado en mayor o menor medida por las condiciones del entorno y del clima, los definiremos.

Aparte de los Parámetros, Serra menciona factores de confort los cuales son condiciones personales del habitante que es bueno conocerlas pero que no podemos controlar. Simancas⁵⁹ incluye a estos los Parámetros Arquitectónico y menciona “... están directamente relacionados con las características de las edificaciones y la adaptabilidad del espacio, el contacto visual y auditivo que le permiten a sus ocupantes...”

Factor que debe tomarse en cuenta cuando se interviene un espacio ya edificado.

Estos parámetros ambientales son cuantificados y evaluados para lograr el bienestar del espacio, es decir el confort.

Definimos ya los parámetros ambientales, que determina el Clima, es decir los mismos elementos y factores climáticos, como lo son Temperatura del aire y Temperatura radiante,

⁵⁹ Simancas Katia, Op cit

Humedad relativa, Viento o Movimiento del Aire, sin embargo existen parámetros relacionados a otros dos sentidos del ser humano, que es el oído y la vista, los parámetros que corresponden a estos sentidos no son limitados por el clima directamente, pero al ser el sol el que define principalmente el clima de la tierra y los efectos que de él se derivan, el clima influye indirectamente en estos parámetros, que pese a que esta investigación no se incluirán herramientas de diseño, se definirán y se brindarán parámetros que otros autores consideran a la hora del diseño.

Los parámetros ambientales Visuales y Acústico según Serra⁶⁰ son:

Visuales: Iluminancia, Luminancia, Direccionalidad, Color Luz, Color del Ambiente.

Acústicas: Nivel Sonoro, Tono, Timbre, Direccionalidad, Reverberación.

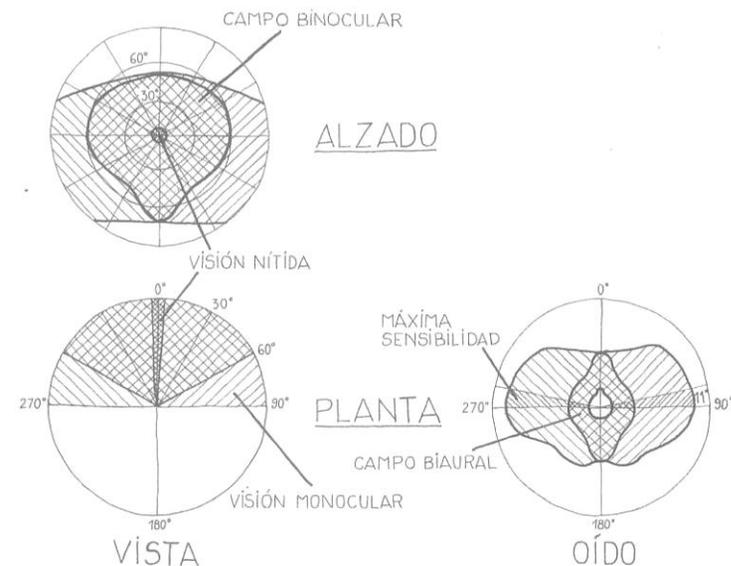
Simancas⁶¹, menciona tres parámetros ambientales Visuales que define el ITEC OCT-COAC I DEPARTAMENT DE CONSTRUCCIONS ARQUITÈCTONIQVES I ETSAB

Visuales: Intensidad Luminosa, Iluminancia, Luminancia, Contraste y Deslumbramiento, Color de la Luz

Acústicas: Tono, Presión Sonora, Intensidad Acústica

Rodríguez Viqueira, menciona parámetros fotométricos incluyendo entre estos: Intensidad Luminosa, Flujo Luminoso, Iluminancia, Luminancia, Reflectancia, Absortancia, Transmitancia, Refracción y Temperatura del Color.

Muchos de estos conceptos no son parámetros si no conceptos sobre las propiedades de los parámetros fotométricos.



⁶⁰ Serra, Rafael Op cit

⁶¹ Si mancas Katia, Op cit

Estos parámetros ambientales que condicionan el confort térmico del usuario en el espacio proyectado pueden ser regulado de distintas formas, pero el fin de la arquitectura bioclimática es hacerlo de forma pasiva, es decir sin utilizar elementos mecánicos.

Muchas veces es imposible conseguir estadios de confort sólo con sistemas pasivos, y es donde el proyectista debe incluir sistemas activos, primando los que han sido desarrollados con una visión más sustentable.

Definir por tanto cuales son los sistemas pasivos, cobra valioso interés ya que un factor fundamental en el diseño bioclimático es la no dependencia de la climatización de los espacios por medios mecánicos, acorde a sus principios sostenibles, busca lograr el confort térmico de forma pasiva, los llamados sistemas de enfriamiento o calefacción pasivo son los que poseen nula dependencia de sistemas energéticos convencionales, como los de origen fósil.⁶²

Morillón, dice que se caracterizan por formar parte de la envoltura misma de la edificación, aunque acoplados de tal manera a las características del medio ambiente que pueden capturar, bloquear, transferir, almacenar o descargar energía en forma natural y casi siempre auto regulable.

De allí varios sistemas como muros trombe, invernaderos, torres eólicas, techos móviles, pisos radiantes entre otros, que

⁶² Morillón Gálvez, David, Introducción a los Sistemas pasivos de enfriamiento, UNAM, Guadalajara, México 2003

forman parte de la variedad de soluciones que brindan las distintas estrategias de control. Para la clasificación de los sistemas pasivos de climatización se han considerado tres aspectos como son la configuración estructural, el género y los requerimientos de climatización.⁶³

La clasificación por requerimientos de climatización es:

- **Control Térmico**
 - Calentamiento.
 - Enfriamiento.
- **Control de Humedad**
 - Humidificación.
 - Deshumidificación.
- **Control Solar**
 - Protección.
 - Captación.

Para poder aplicar estos sistemas pasivos de enfriamiento como estrategias para conseguir el confort en el espacio a proyectar es importante conocer los datos climáticos que determinarán si el espacio necesitará calentarse o enfriarse, si necesitará mayor humedad o deshumidificarse, si será necesario potenciar la captación solar o por el contrario protegerse de ella.

⁶³ ídem

Existen varios sistemas que toman esos datos climáticos para evaluar las necesidades de confort del sitio, generando parámetros generales de climatización y poder determinar posteriormente la estrategia a utilizar. Existen algunas herramientas para analizar de una forma gráfica las variables del confort térmico y poder a partir de estas tomar medidas correctivas para llevar al rango de confort el proyecto arquitectónico.

Simancas⁶⁴, nos menciona los más conocidos y describe las variables tomadas en cuenta, menciona en primer lugar el **Ábaco psicométrico**, mencionado en la normativa española y utilizado para el cálculo de confort térmico en las viviendas utilizadas en la península, importante por su facilidad relaciona los datos de temperatura con su contenido de vapor de agua.

Posteriormente menciona el **Índice de Fanger** el cual es uno de los métodos numéricos más utilizados y aceptados a nivel mundial y se basa en la percepción que un grupo de personas sobre las variables independientes del ambiente exterior, sean estas, Temperatura del aire, Temperatura media radiante, presión del vapor de agua y el viento. Toma en cuenta también para esta percepción variables correspondientes a las personas mismas como actividad, resistencia térmica de la ropa y temperatura de la piel.

Ambos sistemas son valiosos en la evolución de la evaluación del confort térmico y cada uno arroja datos importantes ya sean estos gráficos o numéricos.

ÍNDICE Y ÁBACO PSICOMÉTRICO DE GIVONI

Con el análisis datos de temperatura y humedad Givoni propone una zona de confort, definida como: en la que el usuario se manifiesta térmicamente confortable. Este método permite evaluar las condiciones térmicas de un lugar o espacio tomando en cuenta diferentes parámetros ambientales tales como Temperatura del Aire (Ta), Temperatura radiante (Tr), Humedad relativa (Hr) y viento (V).

Además de definir y diferenciar zonas de confort tanto para invierno como verano define zonas en la que según las variables sea posible conseguir mediante medidas correctivas la zona de confort, ya sea esta con viento, radiación tanto en invierno como en verano y refrigeración evaporativa. Esto nos da una idea clara de hasta donde es posible al diseñador, conseguir espacios confortables por medios pasivos, fuera de esta el diseñador tendrá que utilizar sistemas híbridos o mecánicos para conseguir el confort. Gráficamente podemos intuir que la zona de confort va de los rangos de 18°C hasta los 26°C. la zona de ventilación nos ayuda a mantener el confort en climas muy húmedos (Zona V) y con refrigeración evaporativa en climas muy secos (Zona E).

⁶⁴ Simancas, Katia, op cit

El Ábaco psicométrico de Givoni es una herramienta que nos permite interpretar fácilmente las medidas correctivas que debemos utilizar para lograr confort.

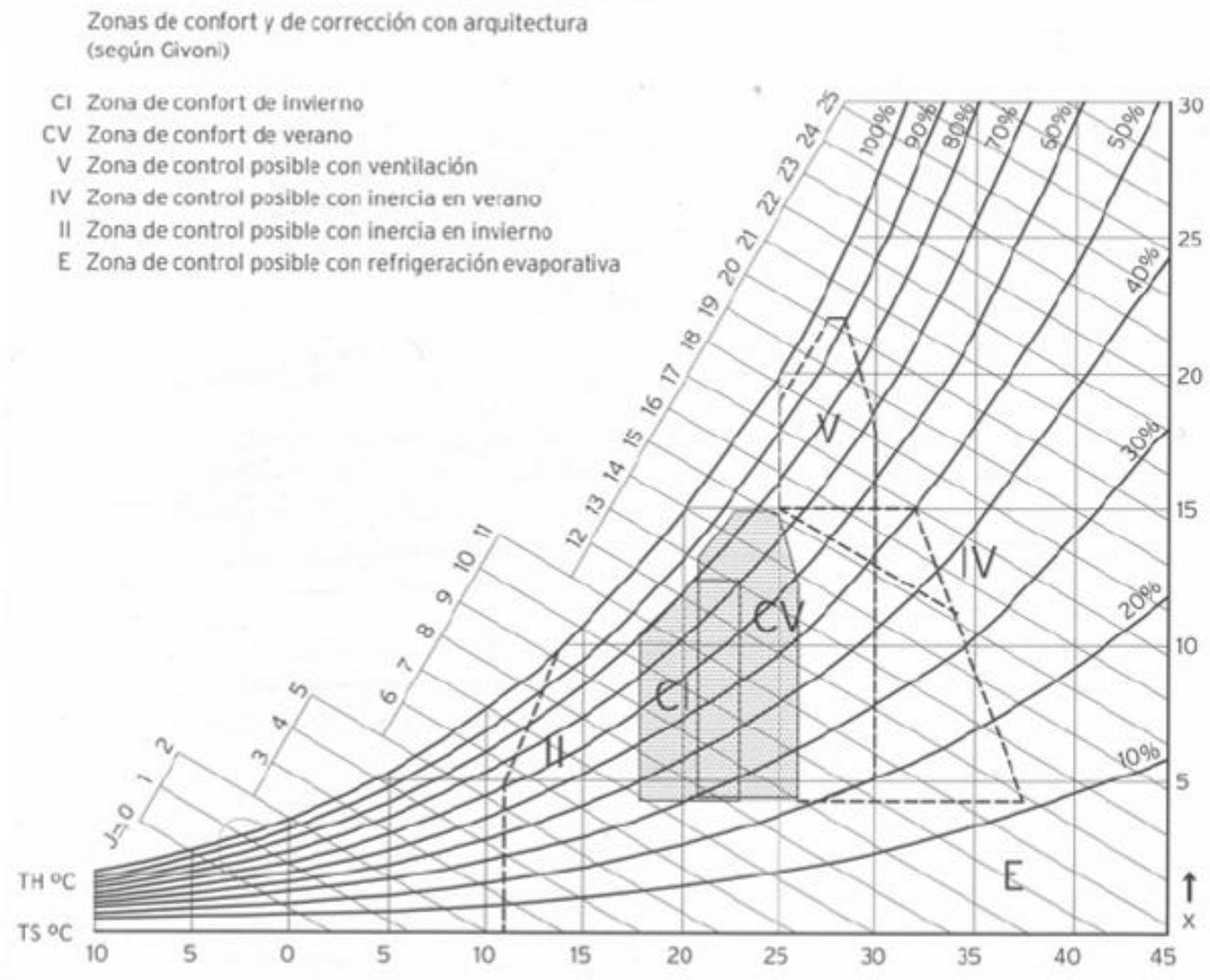


Figura 19. Ejemplo del Abaco Psicométrico de Givoni
Fuente: Simancas.

CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGYAY

En esta carta se define una zona de confort mediante el gráfico de datos de temperatura y humedad relativa, consiguiendo conocer si este punto se encuentra en la zona de confort, de no estarlo, el mismo instrumento plantea las medidas correctivas necesarias para llevarlo a esa zona de confort.

Según la parte de la gráfica donde se ubique la localización de estas dos variables tendremos un clima demasiado seco y que por lo tanto necesitarán cierta cantidad de humedad, un clima demasiado húmedo y que necesitará una medida correctiva de viento, un clima demasiado frío que necesitará radiación directa o un clima demasiado cálido que necesitará restringir el soleamiento. Cada uno de estos cuatro posibles climas pueden permutarse y dar como resultado variables mixtas que originarán medidas correctivas variadas y que deberán ser abordadas por el diseñador según la particularidad del sitio.

Olgay elaboró esta gráfica para latitudes específicas y condiciones específicas, como lo son zonas templadas de Estados Unidos realizando actividades sedentarias o mínimas. Sin embargo dejó también medidas correctivas para que esta pueda ser utilizadas en otras latitudes.

“...Según la parte de la gráfica donde se ubique la localización de estas dos variables tendremos un clima demasiado seco y que por lo tanto necesitarán cierta cantidad de humedad, un clima demasiado húmedo y que necesitará una medida correctiva de viento, un clima demasiado frío que necesitará radiación directa o un clima demasiado cálido que necesitará restringir el soleamiento...”

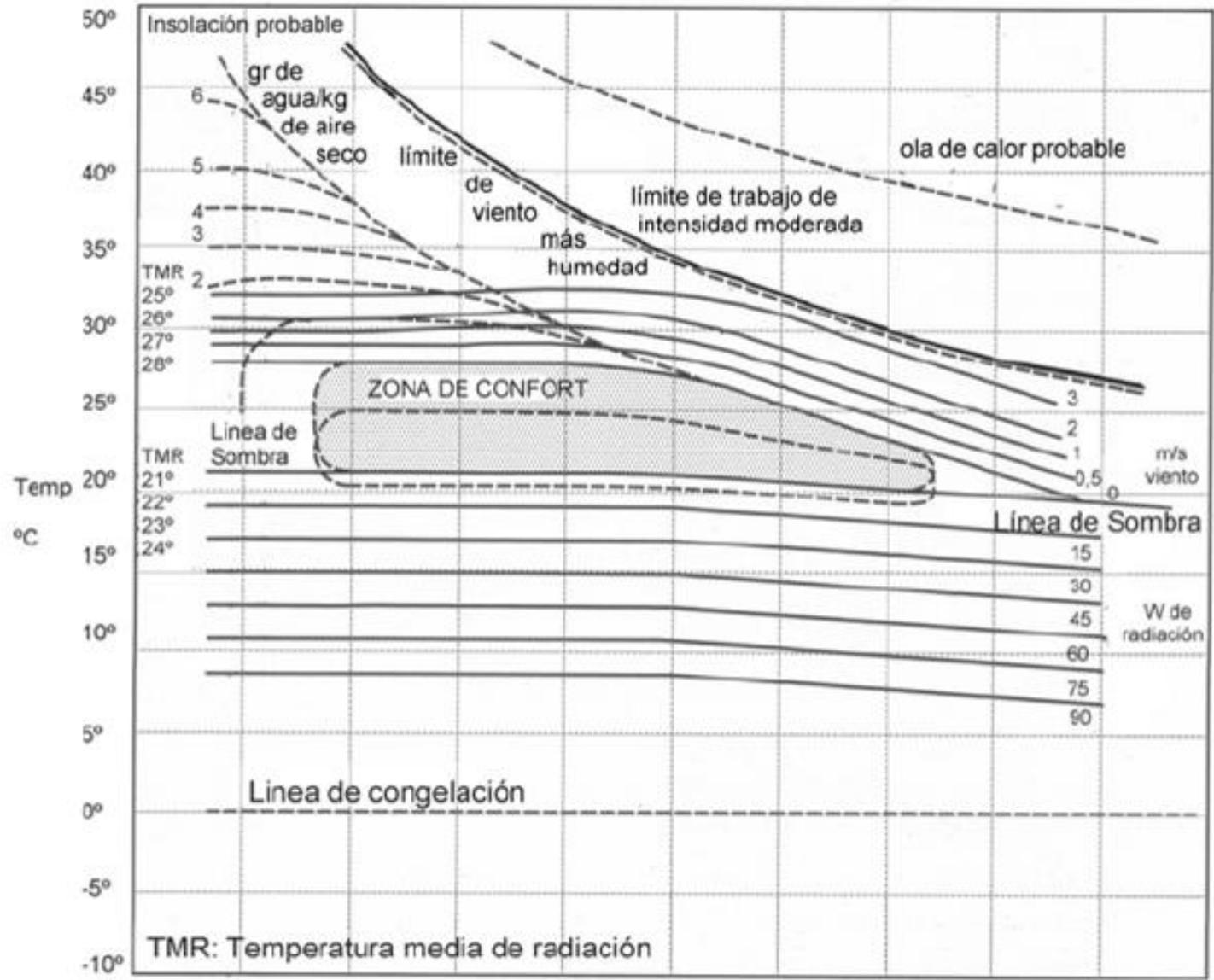


Figura 20. Ejemplo de la Carta Bioclimática desarrollada por Olgay

2.5 CONFORT

“...Hemos de redescubrir por nosotros mismos el misterio del confort, pues sin él nuestras residencias serán de verdad máquinas y no casas...” (Witold Rybezynski)

Confort obedece a la vos latina Confortare, que significa, confortar, consolar o reforzar, y no es hasta el siglo XVIII que la palabra comienza a relacionarse con el bienestar doméstico⁶⁵.

Simancas, menciona que no fue hasta el siglo XX que el confort es tomado como algo que puede ser medido y cuantificado, menciona así mismo una serie de definiciones de autores como Sánchez que lo define como: sensación optima compleja, que depende de factores físico, fisiológicos, sociológicos y, psicológicos donde el cuerpo humano se siente satisfecho y no necesita luchar contra el frío, el calor la humedad, el viento, el ruido o la incandescencia, usando los mecanismos propios de su cuerpo ya que se encuentra en completo equilibrio con su entorno y la OMS⁶⁶ lo define como un estado completo de bienestar físico, social y mental.

Como podemos ver es asociado en ambos casos al bienestar físico y siendo el clima el que nos brinda esas condiciones

térmicas de discomfort, es una de las variables que debemos tomar en cuenta, son mencionados también, sensaciones sociológicas y psicológicas que son más cualitativas que cuantitativas y particulares del caso de estudio, tanto de la sociedad donde se lleve, como de las personas o sector al que se enfoque el diseño.

La lucha por buscar el confort del espacio habitado ha sido constante y las propuestas han ido desde el carácter empírico hasta la utilización del conocimiento científico, en muchas ocasiones hemos primado la técnica sobre la sabiduría popular, logrando climatizar artificialmente edificios, que distan mucho de situaciones de confort, sin embargo utilizando las variables del entorno y generando un ambiente abierto, con un clima cambiante, es como nuestro proyecto se acercará a los estadios de confort esperado.

Podemos entonces hablar que el Confort como un todo es el resultado de distintos parámetros ambientales como los son los térmicos, lumínicos y acústicos, cada uno ligado a órganos sensoriales importantes para el hombre, y que manteniéndolos en rangos aceptables, sin necesidad de aislarlos con su entorno podemos obtener valores de confort específicos, para los espacios que proyectaremos.

⁶⁵ Chávez del Valle, Op cit

⁶⁶ Organización Mundial de la Salud

2.5.1 Confort Lumínico

“...Sin embargo como determinante de diseño no es el sol sino la sombra la que es el elemento fundamental de la arquitectura y el urbanismo de las latitudes tropicales...”

Bruno Stagno

PARÁMETROS AMBIENTALES FOTOMÉTRICOS

Intensidad Luminosa: Entendida por la cantidad de luz que puede emitir una fuente en una determinada dirección su unidad de medida es Cd (Candela).

La intensidad luminosa está muy ligada a la adaptabilidad del ojo humano dentro de un espacio, aspecto importante a tomar en cuenta para el confort del usuario.

Iluminancia: Cantidad de luz o flujo luminoso que incide en un cuerpo su unidad son los lux.

Adecuado para determinar el nivel lumínico de un espacio, conociendo el nivel lumínico de un espacio (Ver Anexo 3) y el aporte natural a este puede evaluarse la necesidad o no de luz artificial, dependiendo por supuesto del uso del espacio y las horas de habitabilidad.

Para entender el fenómeno de la iluminancia es necesario saber cómo este flujo luminoso se propaga en el espacio, esta es “... directamente proporcional a la intensidad luminosa de

la fuente (cd) e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente desde la superficies... “⁶⁷

Por ejemplo si la distancia de una superficie a la fuente luminosa se duplicara, el flujo luminoso no disminuye si no que aumenta el área, que sería 4 veces mayor y por tanto el flujo lumínico ha disminuido en la superficie un 25%

$$I = \frac{4p}{4pd^2} = I/d^2 \quad ^{68}$$

Luminancia: Cantidad de luz emitida por una superficie hacia una dirección determinada, su unidad es Cd/m².

La luminancia es en realidad la luz que percibimos por los ojos ya que es solamente la luz reflejada por otro objeto o superficie la que en realidad vemos.

No es la cantidad de luz emitida por la fuente luminosa la que nuestra vista puede apreciar, es la reflexión de esta en los cuerpos la que percibimos, de igual manera el color de los objetos, el que podemos observar es el color perteneciente a espectro de color que el cuerpo refleja, el resto es absorbido.

⁶⁷ Op cit

⁶⁸ Ley de la inversa del cuadrado, citada por Viqueira.

Por tanto una clave del buen acondicionamiento del espacio es procurar un buen contraste entre el objeto que se observa y su entorno, papel importante de la luminancia en el confort lumínico de los espacios proyectados.

Contraste y Deslumbramiento: Ambos vienen dados por la luminosidad de una superficie y su entorno, si la luminosidad de esta es mayor que la de su entorno existe contraste, si es menor que la de su entorno existe deslumbramiento.

Color de la Luz: Los factores para analizar este parámetro ambiental son principalmente Temperatura de Color e índice de rendimiento, como mencionamos antes, los factores son elementos mucho más ligados al usuario y por tanto no son controlables, sin embargo han sido estudiados y cualificados, dando por ejemplo, asociaciones e influencias a los colores y rendimiento a los diferentes espectros cromáticos haciendo referencia a la capacidad de reproducción cromática de cada uno.

2.5.2 Confort Acústico

PARÁMETROS AMBIENTALES ACÚSTICOS

Los parámetros ambientales acústicos al igual que los lumínicos y térmicos están definidos por factores ambientales, en el caso del confort acústico están directamente relacionados con el ruido, Simancas enumera los siguientes:

Nivel Sonoro

Intensidad Sonora (db)

Tono o Timbre

Altura o Frecuencia

Así mismo no es necesario simplemente conocer estos factores que afectan el confort “...el confort acústico debe asociarse también con la calidad acústica de los espacios...cuando se logran unas adecuadas condiciones de reproducción sonora...”⁶⁹

El confort acústico será inherente al uso del espacio que se proyecte, y las medidas de aislamiento serán distintas según su entorno y la exposición a las fuentes sonoras que se presenten.

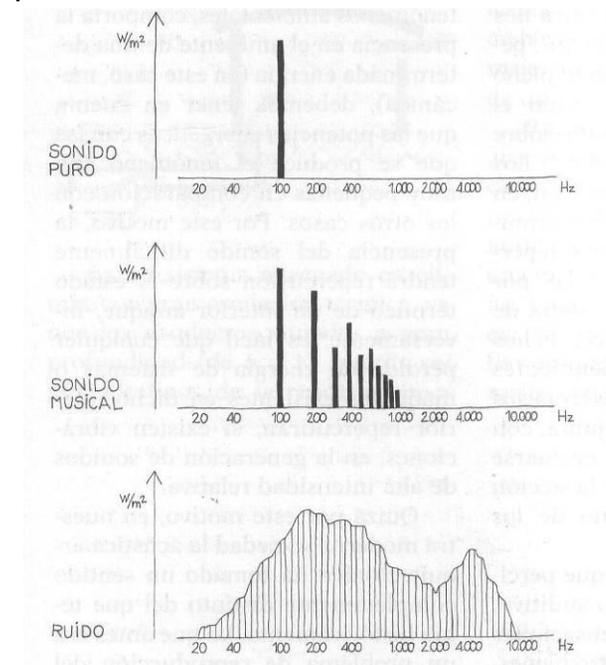


Figura 21. Gráficos Sonido y Ruido Fuente: Serra

⁶⁹ Simancas, Katia, op cit

La diferencia entre ruido y sonido es variable, ya que en muchas ocasiones es una percepción personal.

Serra⁷⁰, define el sonido como “...vibración mecánica captada por nuestros oídos...” e indica que se convierte en ruido cuando deja de tener una única frecuencia

Puppo⁷¹ plantea el problema acústico como el acondicionamiento de locales y el aislamiento de estos, sin embargo actualmente el aislamiento del espacio proyectado es el más importante para el confort acústico por la diversidad de fuentes de ruido en nuestras ciudades.

“...la urbanización lleva consigo un rápido incremento de las fuentes de ruido (industria, tráfico, aviación, radio, etc.)...”⁷²

Los factores personales influyen nuevamente en estos ya que poblaciones que residen cerca de fuentes productoras de ruido, se acostumbra a estos, es decir nuestro oído capta diferentes sonidos, sin embargo no todos son de relevancia.

“...se han convertido en una parte tan conocida de nuestro entorno que no merecen la atención de nuestro

⁷⁰ Serra Florensa, Rafael, op cit

⁷¹ Puppo, Ernesto, op cit

⁷² Koenigsberger, et al, op cit

registro cerebral consciente. Los oímos pero no los registramos...”⁷³

En climas tropicales la labor de aislar los espacios es mucho más complicada, ya que la ventilación es de carácter fundamental para conseguir el confort térmico de los mismos. Así mismo siguiendo la línea de un diseño sustentable no sería lógico invertir fuertes cantidades de recursos en aislar acústicamente cada espacio, cuando una previsión del proyectista antes del diseño y construcción del proyecto podría reducir costos económicos y energéticos.

Así como la ventilación mecánica de los espacios para generar climas artificiales sin ningún tipo de variación y concordancia con el entorno, aislando el proyecto de sitio, así los espacios aislados completamente del ambiente sonoro externo, lo aíslan también.

“El recurso supremo no es separarse del lugar y construir anónimos edificios trasplantables a cualquier zona del mundo, sino utilizar con discreción nuestra tecnología para aprovechar lo mucho de bueno que el entorno puede ofrecernos, filtrando de forma adecuada su agresiones indeseables.”⁷⁴

El proyectista debe ser cuidadoso del diseño, que este sea armónico con el contexto climático en el que se desarrolla, de lo contrario presentará graves problemas de eficiencia.

⁷³ Serra, Rafael op cit.

⁷⁴ Serra, Rafael, Op cit

Para este fin el uso de barreras protectoras, ya sea estas naturales o construidas pueden ayudar a disminuir la intensidad del ruido sin aislar nuestro proyecto del entorno, ya que este marca su identidad.

PARÁMETROS DEL CONFORT ACÚSTICO⁷⁵

Tono

Cualidad que depende de la frecuencia y permite ordenar los sonidos en cuanto graves o agudos son.

Presión sonora (p)

Sus niveles permiten prácticamente definir el rango de audición del ser humano, por tanto los umbrales del dolor.

Intensidad acústica

Propiedad de un fenómeno acústico que determina sus condiciones de audición y que es dependiente de la amplitud de sus ondas

Tipos de ruido

Pueden clasificarse:

Naturales: son parte de la naturaleza y normalmente aceptados, resultando molestos solo a exposiciones de elevada duración e intensidad

⁷⁵ Simancas, Katia, Op cit

Artificiales: Provenientes de fuentes elaboradas o construidas por el hombre y que se encuentran principalmente en las ciudades.

Fuentes de ruido externas

Las producidas en el exterior de la edificación, la afecta al causar molestias en sus ocupantes debido a los niveles de presión sonora que pueden alcanzar.

Fuentes de ruido internas

Producidos por la ocupación y utilización de las edificaciones, aunque también pueden ser causados por las instalaciones y servicios de los mismos.

2.5.3 Confort Térmico

Al igual que las otras variables del confort, para el confort térmico existen parámetros ambientales y factores del confort térmico, los parámetros ambientales los constituyen⁷⁶:

Temperatura del aire
Humedad relativa
Temperatura radiante
Velocidad del aire

Estos parámetros ambientales fueron definidos conceptualmente en los elementos del clima.

⁷⁶ Simancas, Katia, Op cit

Entre los factores del confort térmico están⁷⁷:

Metabolismo o tasa metabólica

La ropa

Sexo edad y peso (Constitución personal)

Color de la piel

Salud

Aclimatación

Estos al igual que los factores de confort lumínico y acústico están muy relacionados a parámetros personales, pero que sin embargo se han llevado a definir ciertos estándares que son hoy en día datos utilizados para conseguir un valor aproximado de los mismos.

Metabolismo o tasa metabólica

Es un factor térmico relacionado con la capacidad del cuerpo de producir calor. Diversos estudios han establecido valores del gasto energético.

La ropa

Factor que se toma en cuenta para el balance térmico del usuario dentro del espacio, debido a que se convierte en elemento de equilibrio entre el usuario y su entorno. El efecto puede ser positivo o negativo, sin embargo para el confort personal es un elemento

⁷⁷ ídem

bastante flexible ya que depende mucho de variables personales.

La unidad más utilizada es el **clo** definido como el nivel de arropamiento o de aislamiento y equivale al traje de un oficinista.

Mondelo⁷⁸, lo define como “aislamiento necesario para mantener confortable a una persona que desarrolle una actividad sedentaria a una temperatura de 21° C “

Existen también tablas con valores que permiten calcular aproximadamente el arropamiento de un individuo.

BALANCE TÉRMICO

“El confort Térmico busca esencialmente el equilibrio térmico entre el hombre y su medio”⁷⁹ y para tal fin el cuerpo cuenta con varios mecanismos para lograrlo, los mecanismos reguladores por medio de los cuales realiza intercambios por radiación con su medio, los cuatro procesos principales por medio del cual el cuerpo humano intercambia calor con su entorno son:

Radiación, conducción, convección y evaporación.⁸⁰

⁷⁸ Citado por Simancas, Katia
op cit, pág. 9

⁷⁹ Simancas Katia, op cit pág. 12

⁸⁰ Olgyay, Víctor Op cit

De forma natural el cuerpo busca equilibrar su temperatura al centro del cuerpo en 37°C aproximadamente⁸¹

Procesos como la vaso dilatación o vasoconstricción son mecanismos naturales para equilibrar la temperatura de nuestro cuerpo.

El cuerpo por sí mismo es una fuente de calor por tanto muy importante a la hora de tomar en cuenta en el diseño bioclimático, una persona sin tener ninguna actividad genera entre 65 y 80 vatios de calor, esta producción de calor es llamado Coeficiente Basal, y lo producen los procesos necesarios para mantener viva a una persona esto producen más calor que una bombilla de 60w que emite 55 vatios de calor.⁸²

Convección: Transmisión de calor del cuerpo al aire en contacto con la piel o los vestidos; este aire se eleva y es desplazado por aire más frío.

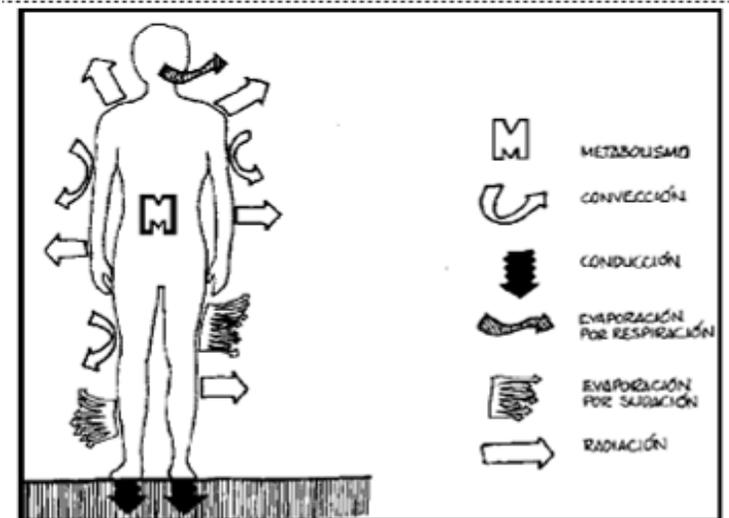
Radiación: Fenómeno que se da cuando la temperatura de la superficie del cuerpo y la temperatura de las superficies poseen una gradiente de temperatura.

Evaporación: Depende de la cantidad de humedad del aire y de la cantidad de humedad disponible por evaporación.

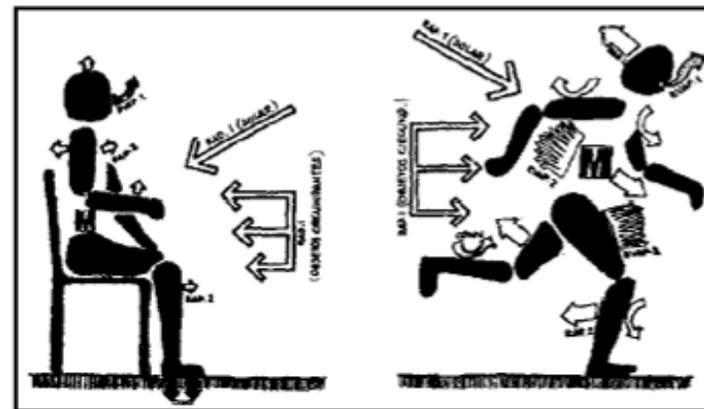
Conducción: Depende de la diferencia de temperatura entre la superficie del cuerpo y el objeto directo con él.

⁸¹ CHÁVEZ DEL VALLE, Francisco Javier, 2002, Zonas Variables de Confort Térmico, Tesis Doctoral UPC, Barcelona España.

⁸² ídem



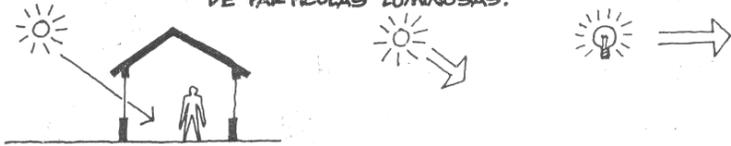
Mecanismos de Equilibrio Térmico. Fuente: Izard, J.L. y Guyot, A. 1983.



Balance Térmico del Cuerpo Humano. Fuente:

Figura 22. Equilibrio Térmico en el cuerpo humano. Fuente : Simancas

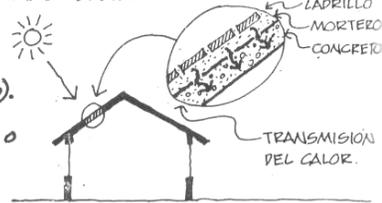
1. RADIACIÓN: CONSISTE EN LA INCIDENCIA DIRECTA E INDIRECTA DE PARTÍCULAS LUMINOSAS.



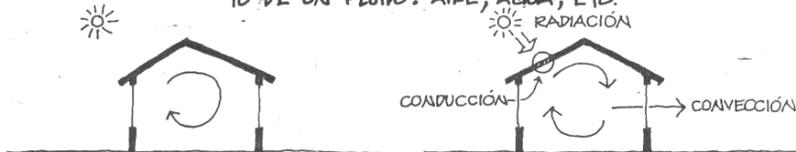
SE RECIBE POR EXPOSICIÓN DIRECTA O REFLEJADA DE LA FUENTE DE CALOR.

2. CONDUCCIÓN: ES EL PASO DEL CALOR A TRAVÉS DE LAS MOLÉCULAS DE UN MATERIAL SÓLIDO.

LOS MATERIALES TIENEN DISTINTA RESISTENCIA AL PASO DEL CALOR. ENTRE MÁS Duros Y PESADOS, TRANSMITEN MÁS CALOR (EL CONCRETO). LOS MÁS SUAVES O POROSOS OFRECEN RESISTENCIA A SU PASO (TEZONTLE O MADERA).



3. CONVECCIÓN: ES EL TRANSPORTE DEL CALOR MEDIANTE EL MOVIMIENTO DE UN FLUIDO: AIRE, AGUA, ETC.



EL CONTROL DE LA SUMA DE LOS TRES FENÓMENOS MEDIANTE UN DISEÑO ADECUADO, DARÁ COMO RESULTADO LA COMODIDAD TÉRMICA O BIOCLIMÁTICA. POR EL CONTRARIO, LA FALTA DE CUIDADO EN EL DISEÑO DE ESTOS ASPECTOS, MOTIVA INCOMODIDADES QUE PUEDEN AFECTAR LAS ACTIVIDADES QUE SE LLEVAN A CABO EN EL INTERIOR DE UNA CONSTRUCCIÓN.

Figura 23. Medios Físicos de intercambio de Calor, Fuente: Deffis Casso.

3.1 DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES

Para poder establecer las estrategias de diseño Bioclimático acordes al sitio, debe existir previamente una clasificación del país por Zonas Bioclimáticas, es decir zonas con elementos climáticos comunes que tengan una relación directa con el confort térmico del espacio a proyectar y así tener una idea de los datos climáticos precisos que necesitará el diseñador para poder interpretar primero el macroclima y luego el microclima. Estos datos serán ingresados en las herramientas de diseño y que arrojarán las medidas correctivas o estrategias de diseño bioclimático.

La definición minuciosa de las estrategias a tomar vendrá dada por el análisis micro regional del proyecto, es decir del emplazamiento mismo, los datos generales por provenir la mayoría de estaciones meteorológicas no son datos precisos, además de que el sitio es afectado por las transformaciones que el hombre ha hecho, ya sea de su topografía o del entorno construido, de la ausencia o presencia de vegetación y de elementos climáticos que puedan variar, principalmente, datos de vientos y temperatura.

Antes de definir los parámetros a evaluar, deberá definirse la unidad administrativa que conformarán dichas zonas, se utilizará para este efecto el municipio, por las siguientes razones:

➤ Facilidad de aplicación a la hora de darle a la investigación una utilidad social.

➤ Unidad administrativa que permite la ubicación del sitio del proyecto, y poder llevar el diseño bioclimático a la par de reglamentos u ordenanzas que rijan en lo legal el diseño arquitectónico.

El municipio permite relacionar la variable climatológica y la agrupación por zonas, además que puede llegar a convertirse en una herramienta que potencie el desarrollo local.

Hay que tomar en cuenta que los datos climatológicos utilizados para definir las distintas zonas climatológicas son datos normalizados⁸³ y que son datos muy generales que sin embargo dan una idea bastante precisa del entorno en el que se alojará el proyecto.

Las variables climáticas que nos proporcionarán los datos son los mismos que se introducen en una carta bioclimática la cual utilizaremos para cada una de las zonas a definir para tener una idea más precisa del comportamiento durante el año de cada una de ellas y de las condiciones que afectarán el proyecto.

Dentro de la clasificación en zonas se definirán parámetros climáticos generales para poder clasificar cada municipio en la zona correspondiente, estos parámetros buscarán ser lo suficientemente generales para no producir un gran número de zonas que den como resultado una compleja clasificación

⁸³ Datos que poseen como mínimo 20 años de datos estadísticos

que tenga poca aplicabilidad y que al mismo tiempo puedan dar una idea clara del contexto climático general del mismo y pueda servir para particularizarlo posteriormente en la carta bioclimática.

Los cuatro elementos que definirán las zonas bioclimáticas son:

- Temperatura
- Humedad Relativa
- Radiación
- Viento

Temperatura

Los datos de temperatura a utilizar son los máximos y mínimos anuales, dando una idea clara del rango de temperaturas del sitio.

En las latitudes tropicales debido a la nubosidad del cielo los saltos térmicos⁸⁴ entre máximo y mínimos no es muy alta, no necesitando los datos de máximos y mínimos mensuales para la clasificación de zonas Bioclimáticas, pero si para verificar su comportamiento mensual que si necesitaremos para la utilización de las herramientas y definición de estrategias precisas.

Humedad Relativa

Los porcentajes de Humedad Relativa suele ser porcentajes muy altos, en nuestras latitudes, sin embargo tienen variaciones significativas a lo largo del año según su situación geográfica habiendo diferencias máximas del 22% de Humedad relativa durante el año.

Los porcentajes más altos de Humedad relativa son encontrados en el mes de Septiembre, y los de menor porcentaje de Humedad en Febrero.

Son las temperaturas máximas y mínimas junto a la humedad relativa los parámetros que definirán la situación climática del municipio.

Debemos recordar que estos son elementos que podemos influir y que su manipulación nos dará las condiciones de confort que necesita el espacio.

La radiación y el viento son variables tangibles que pueden controlarse y manipularse, además ayudarán a mejorar las condiciones generadas por las temperaturas y humedades altas en nuestras latitudes.

Tanto la radiación solar como el viento serán elementos que el diseñador manipulará para lograr el estado de confort del usuario, recordemos que la arquitectura bioclimática utiliza medios de control que al igual que el clima son variables y que serán manipulados por el usuario o la domótica.

⁸⁴ Diferencia entre la temperatura máxima y mínima en el día.

3.2 ESTABLECIMIENTO DE LOS RANGOS DE CONFORT.

Los Criterios principales para definir las zonas Bioclimáticas de El Salvador, serán los mismos que definirán los estados de confort en latitudes tropicales, como vimos el confort posee muchas variables, algunas de ellas cuantificables otras no, y el rango de confort no es constante, ni existe un rango que se admita como válido para cualquier clima, y varían según las zonas climáticas del planeta.

Para las regiones tropicales existen diversas opiniones para el rango que puede admitirse como confortable, siendo el más general de estos el citado en “Viviendas y Edificios en zonas cálidas tropicales”⁸⁵.

Este rango es entre 22°C y 27°C, será este rango del cual partiremos para la clasificación de los municipios, por las temperaturas que se registran a lo largo del año. Recordemos que ninguno de los elementos mencionados, temperatura, humedad relativa, viento y radiación, trabajan aisladamente para conseguir el confort y este rango de temperatura, viene estrechamente relacionado con la velocidad del viento que debemos introducir a un espacio para que sea confortable, siendo la velocidad máxima tolerable 1.5m/s ⁸⁶ velocidad que pese a los 27°C, valor mayor del rango de confort para latitudes tropicales, y gracias a los mecanismos de intercambio de calor

⁸⁵ INGERSOL, T.G., Koenigsberger, O.H., Mayhew A., Szokalay S.V. “Viviendas y edificios en zonas cálidas Tropicales”,1977, Madrid, España, Paninfo, 323p

⁸⁶ ídem

del ser humano con su entorno dan como resultado un ambiente confortable y sin que la velocidad del viento sea molesta para el usuario. El rango de confort en nuestras zonas podría extenderse a temperaturas mayores de 27°C pero las medidas correctivas de viento necesarias para mantener al usuario confortable serían de vientos demasiado fuertes y llegarían a causar molestias.

Es así como establecemos tres rangos para clasificar los municipios

- Temperaturas menores de 22°C
- Temperaturas entre 22°C y 27°C
- Temperaturas mayores de 27°C

Con estos tres rangos definiremos la clasificación por sus Temperaturas Máximas (TMax) y Temperaturas Mínimas (TMin) durante el año:

Establecidos los rangos y la primera clasificación de los municipios en base a los datos de temperaturas máximos y mínimos se procederá a representarlos gráficamente en el mapa, los datos de temperaturas máximas y mínimas han sido tomado de los Mapas elaborados por el Sistema de Estudios Territoriales (SET) basados en datos del SNET.

Estos mapas en forma gráfica demuestran las tendencias de temperaturas máximas y mínima en el país, agregándose la división política por municipio ya que con esto se tendrá una idea clara del comportamiento térmico de estos. Dichos datos establecen rangos de temperatura más cortos y por tanto una mejor representación de la variación climática de cada municipio.

Superpuesto a estos mapas uno de temperaturas máximas y otro de temperaturas mínimas, estarán la clasificación de los municipios por los rangos definidos, y la presentación de esta clasificación en tablas por cada uno de los departamentos, para reforzar su comprensión y análisis.

Los mapas base elaborados por el SET en base a datos del SNET son datos normalizados, es decir de datos climatológicos de 20 o más años.

De esta forma se plantea tener el análisis y comprensión en primer lugar del comportamiento climático del país en general, el cual será analizado en base a rangos de temperatura que pertenezcan a rangos de confort y los rangos fuera de estos para poder así plantear sus estrategias de diseño correctivas.

3.2.1 Rangos de Confort-Temperatura

Una vez analizadas las temperaturas máximas y mínimas en los rangos propuestos, es decir en los tres rangos posibles según la zona de confort preestablecida, se definirá la

clasificación de los municipios en base a la relación entre máximas y mínimas que se verifican en el país.

Dando como resultado tres clasificaciones de temperatura en el país.

A 1

TMax entre 22° C y 27°C
TMin menores de 22° C

A 2

TMax mayores de 27° C
TMin menores de 22° C

A 3

TMax mayores de 27°C
TMin entre 22° C y 27°C

A1 Establece los rangos de temperatura más frescos y correspondientes a las zonas más altas del país.

A2 Establece los rangos de temperatura intermedios en el país y dependerán mucho de la altitud que posean según cada municipio que tanto se alejen de la zona de confort

A3 Establece los rangos de temperatura más cálidos del país verificándose en las zonas más bajas del país y en la mayoría de municipios de la zona costera.

Las temperaturas mínimas y máximas que se verifican en El Salvador y que se grafican en el Mapa 1 y Mapa 2, son datos normados, es decir producto de la recolección de datos climatológicos de 20 o más años, estos datos dan como resultado criterios generales de los rangos en los que la temperatura se comporta en nuestro país.

Estos mapas nos brindan el primer parámetro de análisis, pudiendo apreciar que las temperaturas mínimas registradas son entre 11°C-14°C y las máximas entre 33°C y 35°C.

Los mapas muestran rangos para facilitar su elaboración, estos rangos no coinciden con los propuestos como rangos de confort, ya que el fin de los mapas climatológicos no es tener relación con la arquitectura y sus posibles estrategias de diseño.

Estos Mapas nos muestran el reducido salto térmico que existe entre máximas y mínimas, siendo en las zonas más frías de entre 8°C y 9°C y en las zonas más cálidas de hasta 10°C, coincidente totalmente con el planteamiento de distintos autores que mencionan que el salto térmico (diferencia de temperatura entre el día y la noche) es poco debido a la alta humedad de los trópicos, humedad que se manifiesta en altos índices de nubosidad que ayudan a mantener las temperaturas constantes.

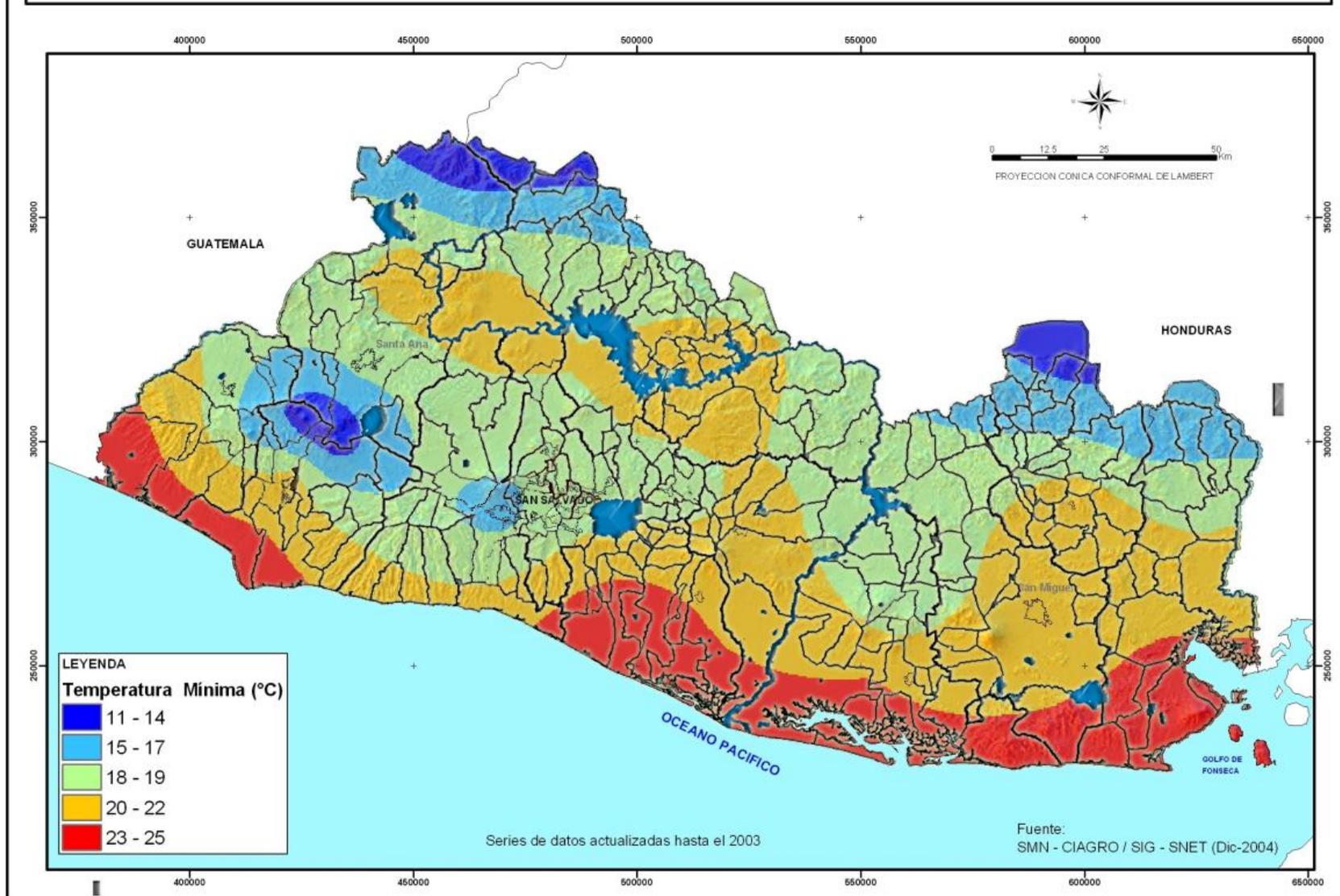
Posterior al panorama que nos brindan los Mapas Climatológicos de Temperaturas y aclarando que los rangos verificados en ellos no coinciden necesariamente con los establecidos, procederemos a tabular la información de estos

mapas a los rangos de confort por temperatura que hemos establecido y que asignará a cada municipio según las clasificaciones propuestos la zona bioclimática correspondiente a las temperaturas máximas y mínimas registradas en el país.

En la Tabulación se agrupan los municipios por su departamento para su mejor comprensión y asociación geográfica.

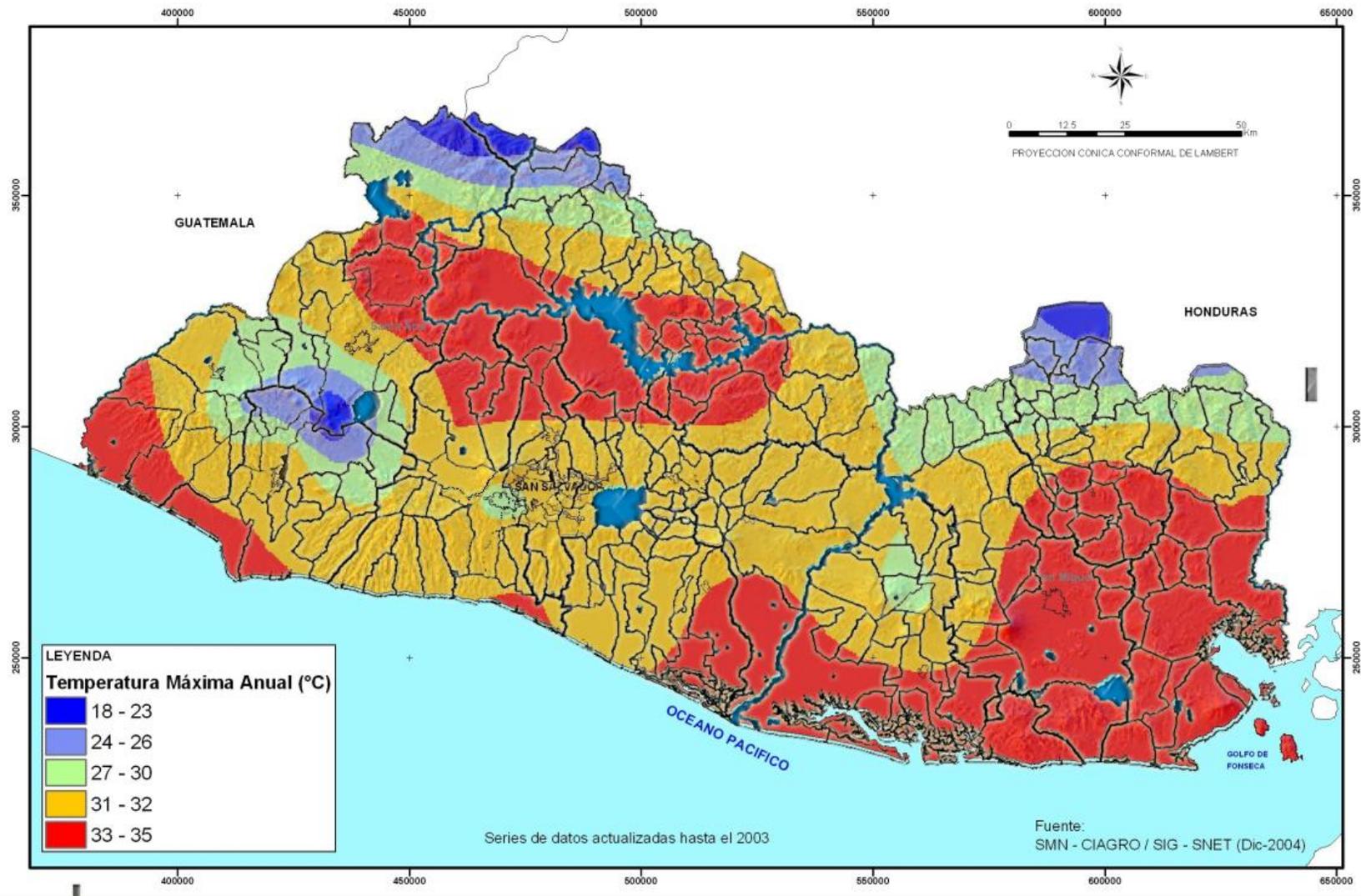
“...Las temperaturas mínimas y máximas que se verifican en El Salvador y que se grafican en el Mapa 1 y Mapa 2, son datos normados, es decir producto de la recolección de datos climatológicos de 20 o más años, estos datos dan como resultado criterios generales de los rangos en los que la temperatura se comporta en nuestro país...”

Mapa de Temperatura Mínima Anual (°C) en El Salvador



Mapa 1. Mapa de Temperatura Mínima Anual, Fuente: SNET

Mapa de Temperatura Máxima Anual (°C) en El Salvador



Mapa 2. Mapa de Temperatura Máxima Anual, Fuente: SNET

	TEMP. MÁXIMA				TEMP. MINIMA				HR. MÁXIMA			HR. MINIMA	
	A (- 22°)	B (22° - 27°)	C (+ 27°)		A (- 22°)	B (22° - 27°)	C (+ 27°)		A (- 75%)	B (+75%)		A (- 75%)	B (+75%)
AHUACHAPAN													
Ahuachapán			▣		▣					▣		▣	
Apaneca			▣		▣					▣		▣	
Atiquizaya			▣		▣					▣		▣	
Concepción de Ataco			▣		▣					▣		▣	
Cuscatancingo			▣		▣					▣		▣	
El Refugio			▣		▣					▣		▣	
Guaymango			▣		▣					▣		▣	
Jujutla			▣			▣				▣		▣	
San Francisco Menéndez			▣			▣				▣		▣	
San Lorenzo			▣		▣					▣		▣	
San Pedro Puxtla			▣		▣					▣		▣	
Tacuba			▣		▣					▣		▣	
Turín			▣		▣					▣		▣	
CABAÑAS													
Cinquera			▣		▣					▣		▣	
Dolores			▣		▣					▣		▣	
Guacotecti			▣		▣					▣		▣	
Ilobasco			▣		▣					▣		▣	
Jutiapa			▣		▣					▣		▣	
San Isidro			▣		▣					▣		▣	
Sensuntepeque			▣		▣					▣		▣	
Tejutepeque			▣		▣					▣		▣	

Victoria			▣		▣					▣		▣	
CHALATENANGO													
Agua Caliente			▣		▣					▣		▣	
Arcatao			▣		▣					▣		▣	
Azacualpa			▣		▣					▣		▣	
Chalatenango			▣		▣					▣		▣	
Citalá	▣				▣					▣			▣
Comalapa			▣		▣					▣		▣	
Concepción Quezaltepeque			▣		▣					▣		▣	
Dulce Nombre de María			▣		▣					▣		▣	
El Carrizal			▣		▣					▣		▣	
El Paraíso			▣		▣					▣		▣	
La Laguna			▣		▣					▣		▣	
La Palma		▣			▣					▣			▣
La Reina		▣	▣		▣					▣		▣	▣
Las Vueltas			▣		▣					▣		▣	
Nombre de Jesús			▣		▣					▣		▣	
Nueva Concepción			▣		▣					▣		▣	
Nueva Trinidad			▣		▣					▣		▣	
Ojos de Agua			▣		▣					▣		▣	
Potonico			▣		▣					▣		▣	
San Antonio de la Cruz			▣		▣					▣		▣	
San Antonio Los Ranchos			▣		▣					▣		▣	
San Fernando		▣			▣					▣			▣
San Francisco Lempa			▣		▣					▣		▣	
San Francisco		▣	▣		▣					▣		▣	▣

Morazán													
San Ignacio		▣			▣					▣			▣
San Isidro Labrador			▣		▣					▣		▣	
San José Cancasque			▣		▣					▣		▣	
San José Las Flores			▣		▣					▣		▣	
San Luis del Carmen			▣		▣					▣		▣	
San Miguel de Mercedes			▣		▣					▣		▣	
San Rafael			▣		▣					▣		▣	
Santa Rita			▣		▣					▣		▣	
Tejutla			▣		▣					▣		▣	
CUZCATLAN													
Candelaria			▣		▣					▣		▣	
Cojutepeque			▣		▣					▣		▣	
El Carmen			▣		▣					▣		▣	
El Rosario			▣		▣					▣		▣	
Monte San Juan			▣		▣					▣		▣	
Oratorio de Concepción			▣		▣					▣		▣	
San Bartolomé Perulapía			▣		▣					▣		▣	
San Cristóbal			▣		▣					▣		▣	
San José Guayabal			▣		▣					▣		▣	
San Pedro Perulapán			▣		▣					▣		▣	
San Rafael Cedros			▣		▣					▣		▣	
San Ramón			▣		▣					▣		▣	
Santa Cruz Analquito			▣		▣					▣		▣	
Santa Cruz Michapa			▣		▣					▣		▣	

Suchitoto			▣		▣					▣		▣	
Tenancingo			▣		▣					▣		▣	
LA LIBERTAD													
Antiguo Cuscatlán			▣		▣					▣		▣	
Chiltiupán		▣	▣		▣					▣		▣	
Ciudad Arce			▣		▣					▣		▣	
Colón			▣		▣					▣		▣	
Comasagua			▣		▣					▣		▣	
Huizúcar			▣		▣					▣		▣	
Jayaque			▣		▣					▣		▣	
Jicalapa			▣		▣					▣		▣	
La Libertad			▣		▣					▣		▣	
Nueva San Salvador			▣		▣					▣		▣	
Nuevo Cuscatlán			▣		▣					▣		▣	
Opico			▣		▣					▣		▣	
Quezaltepeque			▣		▣					▣		▣	
Sacacoyo			▣		▣					▣		▣	
San José Villanueva			▣		▣					▣		▣	
San Matías			▣		▣					▣		▣	
San Pablo Tacachico			▣		▣					▣		▣	
Talnique			▣		▣					▣		▣	
Tamanique		▣	▣		▣					▣		▣	
Teotepeque		▣	▣		▣					▣		▣	
Tepecoyo		▣	▣		▣					▣		▣	
Zaragoza			▣		▣					▣		▣	
LA PAZ													
Cuyultitán			▣		▣					▣		▣	
El Rosario			▣			▣				▣		▣	

Jerusalén			▣		▣					▣		▣	
Mercedes La Ceiba			▣		▣					▣		▣	
Olocuilta			▣		▣					▣		▣	
Paraíso de Osorio			▣		▣					▣		▣	
San Antonio Masahuat			▣		▣					▣		▣	
San Emigdio			▣		▣					▣		▣	
San Francisco Chinameca			▣		▣					▣		▣	
San Juan Nonualco			▣		▣					▣		▣	
San Juan Talpa			▣			▣				▣		▣	
San Juan Tepezontes			▣		▣					▣		▣	
San Luis La Herradura			▣			▣				▣		▣	
San Luis Talpa			▣			▣				▣		▣	
San Miguel Tepezontes			▣		▣					▣		▣	
San Pedro Masahuat			▣			▣				▣		▣	
San Pedro Nonualco			▣		▣					▣		▣	
San Rafael Obrajuelo			▣			▣				▣		▣	
Santa María Ostuma			▣		▣					▣		▣	
Santiago Nonualco			▣			▣				▣		▣	
Tapalhuaca			▣		▣					▣		▣	
Zacatecoluca			▣			▣				▣		▣	
LA UNION													
Anamorós			▣		▣					▣		▣	
Bolívar			▣		▣					▣		▣	

Concepción de Oriente			▣		▣					▣		▣	
Conchagua			▣			▣				▣		▣	
El Carmen			▣			▣				▣		▣	
El Sauce			▣		▣					▣		▣	
Intipucá			▣			▣				▣		▣	
La Unión			▣			▣				▣		▣	
Lislique			▣		▣					▣		▣	
Meanguera del Golfo			▣			▣				▣		▣	
Nueva Esparta			▣		▣					▣		▣	
Pasaquina			▣		▣					▣		▣	
Polorós			▣		▣					▣		▣	
San Alejo			▣		▣					▣		▣	
San José			▣		▣					▣		▣	
Santa Rosa de Lima			▣		▣					▣		▣	
Yayantique			▣		▣					▣		▣	
Yucuaiquín			▣		▣					▣		▣	
MORAZÁN													
Arambala		▣			▣					▣			▣
Cacaopera			▣		▣					▣		▣	
Chilanga			▣		▣					▣		▣	
Corinto			▣		▣					▣		▣	
Delicias de Concepción			▣		▣					▣		▣	
El Divisadero			▣		▣					▣		▣	
El Rosario			▣		▣					▣		▣	
Gualococti			▣		▣					▣		▣	
Guatajiagua			▣		▣					▣		▣	
Joateca			▣		▣					▣		▣	

Jocaitique		▣			▣					▣			▣
Jocoro			▣		▣					▣		▣	
Lolotiquillo			▣		▣					▣		▣	
Meanguera			▣		▣					▣		▣	
Osicala			▣		▣					▣		▣	
Perquín		▣			▣					▣			▣
San Carlos			▣		▣					▣		▣	
San Fernando		▣			▣					▣			▣
San Francisco Gotera			▣		▣					▣		▣	
San Isidro			▣		▣					▣		▣	
San Simón			▣		▣					▣		▣	
Sensembra			▣		▣					▣		▣	
Sociedad			▣		▣					▣		▣	
Torola		▣			▣					▣			▣
Yamabal			▣		▣					▣		▣	
Yoloaiquín			▣		▣					▣		▣	
SAN MIGUEL													
Carolina			▣		▣					▣		▣	
Chapeltique			▣		▣					▣		▣	
Chinameca			▣		▣					▣		▣	
Chirilagua			▣			▣				▣		▣	
Ciudad Barrios			▣		▣					▣		▣	
Comacarán			▣		▣					▣		▣	
El Tránsito			▣		▣					▣		▣	
Lolotique			▣		▣					▣		▣	
Moncagua			▣		▣					▣		▣	
Nueva Guadalupe			▣		▣					▣		▣	
Nuevo Edén de San Juan			▣		▣					▣		▣	

Quelepa			▣		▣					▣		▣	
San Antonio			▣		▣					▣		▣	
San Gerardo			▣		▣					▣		▣	
San Jorge			▣		▣					▣		▣	
San Luis de la Reina			▣		▣					▣		▣	
San Miguel			▣		▣					▣		▣	
San Rafael			▣		▣					▣		▣	
Sesori			▣		▣					▣		▣	
Uluazapa			▣		▣					▣		▣	
SAN SALVADOR													
Aguilares			▣		▣					▣		▣	
Apopa			▣		▣					▣		▣	
Ayutuxtepeque			▣		▣					▣		▣	
Cuscatancingo			▣		▣					▣		▣	
Delgado			▣		▣					▣		▣	
El Paisnal			▣		▣					▣		▣	
Guazapa			▣		▣					▣		▣	
Ilopango			▣		▣					▣		▣	
Mejicanos			▣		▣					▣		▣	
Nejapa			▣		▣					▣		▣	
Panchimalco			▣		▣					▣		▣	
Rosario de Mora			▣		▣					▣		▣	
San Marcos			▣		▣					▣		▣	
San Martín			▣		▣					▣		▣	
San Salvador			▣		▣					▣		▣	
Santiago Texacuangos			▣		▣					▣		▣	
Santo Tomás			▣		▣					▣		▣	
Soyapango			▣		▣					▣		▣	

Tonacatepeque			▣		▣					▣		▣	
SANTA ANA													
Candelaria de la Frontera			▣		▣					▣		▣	
Chalchuapa			▣		▣					▣		▣	
Coatepeque			▣		▣					▣		▣	
El Congo			▣		▣					▣		▣	
El Porvenir			▣		▣					▣		▣	
Masahuat			▣		▣					▣		▣	
Metapán					▣					▣			▣
San Antonio Pajonal			▣		▣					▣		▣	
San Sebastián Salitrillo			▣		▣					▣		▣	
Santa Ana			▣		▣					▣		▣	
Santa Rosa Guachipilín			▣		▣					▣		▣	
Santiago de la Frontera			▣		▣					▣		▣	
Texistepeque			▣		▣					▣		▣	
SAN VICENTE													
Apastepeque			▣		▣					▣		▣	
Guadalupe			▣		▣					▣		▣	
San Cayetano Istepeque			▣		▣					▣		▣	
San Esteban Catarina			▣		▣					▣		▣	
San Ildefonso			▣		▣					▣		▣	
San Lorenzo			▣		▣					▣		▣	
San Sebastián			▣		▣					▣		▣	
Santa Clara			▣		▣					▣		▣	

Santo Domingo			▣		▣					▣		▣	
San Vicente			▣		▣					▣		▣	
Tecoluca			▣			▣				▣		▣	
Tepetitán			▣		▣					▣		▣	
Verapaz			▣		▣					▣		▣	
SONSONATE													
Acajutla			▣			▣				▣		▣	
Armenia			▣		▣					▣		▣	
Caluco			▣		▣					▣			▣
Cuisnahuat			▣		▣					▣		▣	
Izalco			▣		▣					▣			▣
Juayúa		▣			▣					▣			▣
Nahuizalco			▣		▣					▣			▣
Nahulingo			▣		▣					▣		▣	
Salcoatitán			▣		▣					▣		▣	
San Antonio del Monte			▣		▣					▣		▣	
Santa Catarina Masahuat			▣		▣					▣		▣	
Santa Isabel Ishuatán			▣		▣					▣		▣	
Santo Domingo			▣		▣					▣		▣	
San Julián			▣		▣					▣			▣
Sonsonate			▣		▣					▣		▣	
Sonzacate			▣		▣					▣		▣	
USULUTAN													
Alegría			▣		▣					▣		▣	
Berlín			▣		▣					▣		▣	
California			▣		▣					▣		▣	

Concepción Batres			▣		▣					▣		▣	
El Triunfo			▣		▣					▣		▣	
Ereguayquín			▣		▣					▣		▣	
Estanzuelas			▣		▣					▣		▣	
Jiquilisco			▣		▣					▣		▣	
Jucuapa			▣		▣					▣		▣	
Jucuarán			▣		▣					▣		▣	
Mercedes Umaña			▣		▣					▣		▣	
Nueva Granada			▣		▣					▣		▣	
Ozatlán			▣		▣					▣		▣	
Puerto El Triunfo			▣		▣					▣		▣	
San Agustín			▣		▣					▣		▣	
San Buenaventura			▣		▣					▣		▣	
San Dionisio			▣		▣					▣		▣	
San Francisco Javier			▣		▣					▣		▣	
Santa Elena			▣		▣					▣		▣	
Santa María			▣		▣					▣		▣	
Santiago de María			▣		▣					▣		▣	
Tecapán			▣		▣					▣		▣	
Usulután			▣		▣					▣		▣	

3.2.2 Rangos de Confort-Humedad

Al igual que con la temperatura se establecen rangos para la humedad relativa, distintos autores manejan un rango de humedad que puede considerarse dentro del rango de confort, siempre tomando en cuenta el dato de la temperatura, ya que el dato de temperatura y humedad definen la zona de confort en las diferentes cartas bioclimáticas. Así a menor temperatura se pueden tolerar mayores porcentajes de humedad relativa y a mayores temperaturas, menores porcentajes de humedad relativa, pudiendo definir que la humedad tolerable para la zona de confort es inversamente proporcional a la temperatura. El rango de confort definido por Olgyay ⁸⁷, es entre el 30% y el 75%, y este el que utilizaremos para definir los rangos de humedad.

En El Salvador se registran porcentajes de humedad entre 66% y 88% de Humedad Relativa, porcentajes bastante elevados que son comunes en el trópico, regiones que tienen dos temporadas muy marcadas durante todo el año, una lluviosa y la otra seca, originando dos rangos claramente definidos:

- Humedades Relativas menor del 75%
- Humedades Relativas mayores del 75%

⁸⁷ OLGAY, Víctor *“ARQUITECTURA Y CLIMA: Manual de Diseño Bioclimático para arquitectos y urbanistas, 2002*, Barcelona España, Editorial Gustavo Gili SA, 203p

Originando dos panoramas, uno que sitúa a los municipios dentro de la zona de confort y el otro fuera de esta.

Según estos rangos de Humedad Relativa (HR) los municipios se pueden clasificar en dos tipos

B 1

HR menor de 75% temporada seca
HR mayor de 75% temporada lluviosa

B 2

HR mayor de 75% temporada seca
HR mayor de 75% temporada lluviosa

El análisis se realizará de la misma manera que con la temperatura, Se tomarán los datos más desfavorables de Humedad relativa para el país, que se dan en los meses de febrero y septiembre siendo estos los meses de Humedades Relativas mínimas y máximas respectivamente. Al mapeo de Humedades relativas por Municipio se le superpondrá el de la clasificación de cada municipio en los rangos mencionados, esto se harán en cada uno de los mapas, tanto en el de Humedad Relativa mínimas (mes de febrero) y el de Humedades Relativas máximas (mes de septiembre).

Con este análisis se relacionaran y clasificarán los municipios de la siguiente manera:

B 1

HR menor de 75% temporada seca
HR mayor de 75% temporada lluviosa

B 2

HR mayor de 75% temporada seca
HR mayor de 75% temporada lluviosa

B1

Municipios que poseen humedades relativas fuera de la zona de confort en la época lluviosa, pero dentro de la zona de confort en la época seca.

B2

Municipios que durante todo el año poseen Humedades relativas fuera de la zona de confort durante todo el año, acercándose más a la zona de confort en la época seca.

Las clasificaciones por Temperatura y Humedad Relativa nos facilitarán, primero agrupar a municipios que tengan similitudes en estos dos elementos climáticos y con 5 rangos distintos, tres en temperatura y dos en Humedades relativas, ya agrupados será más fácil introducir estas dos variables a la carta bioclimática y definir las estrategias a

seguir, que vendrán dadas por el manejo del viento y la radiación.

Combinando los cinco rangos de las dos variables tomando uno de temperatura con uno de humedad la posibilidad de zonas que pueden darse en el país son seis. Esto no quiere decir que las seis zonas se verifiquen en nuestro país, solo la posibilidad del sistema que se ha planteado.

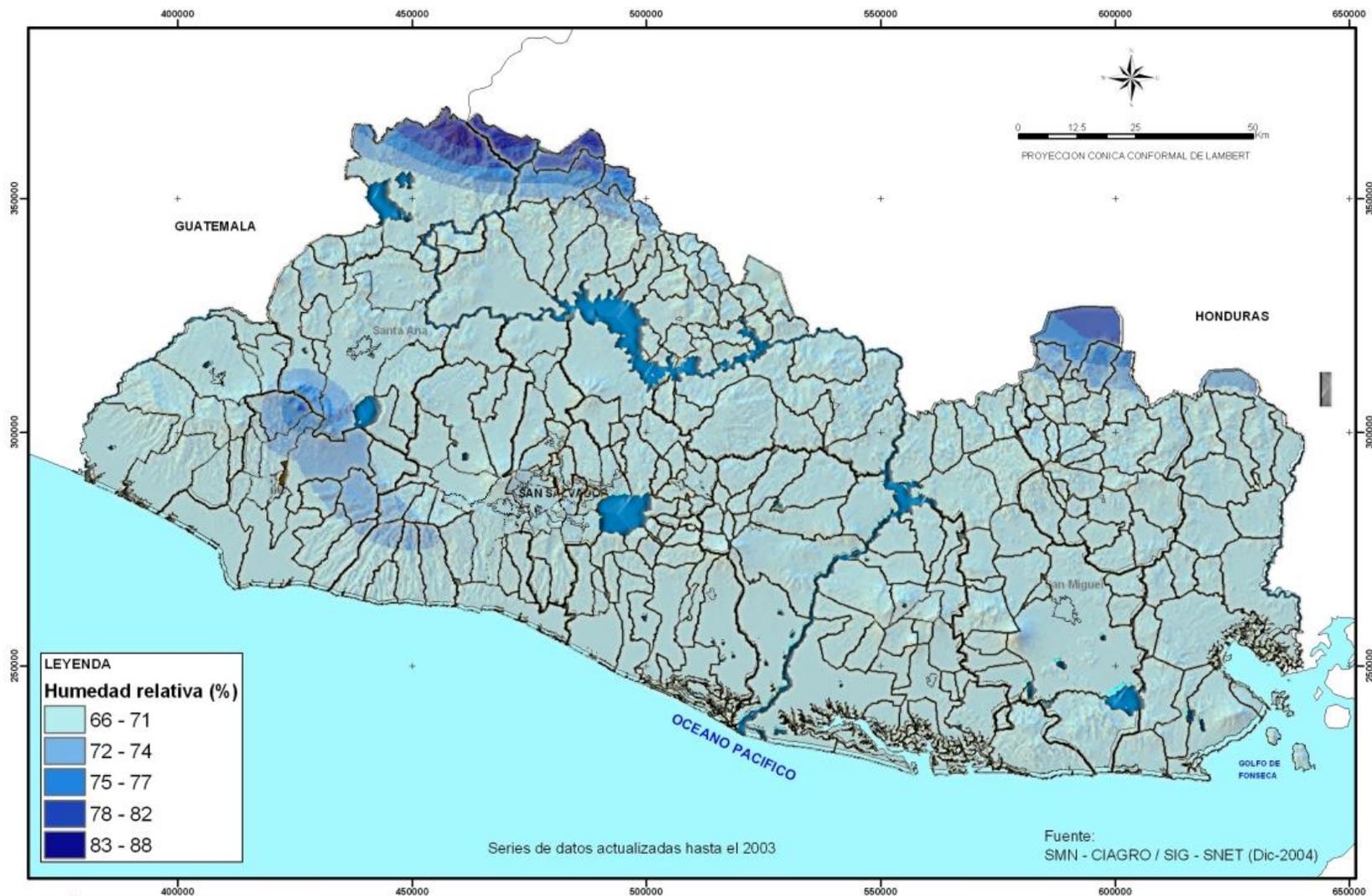
La tipificación de las zonas Bioclimáticas plantea la relación que el proyecto tendrá en base a los elementos climáticos del sitio, hemos tomado como base para la clasificación de la temperatura y la Humedad relativa por ser dos condicionantes básicos del confort térmico del usuario y por la disponibilidad de datos que las estaciones meteorológicas poseen, para realizar una aproximación de los requerimientos que el proyecto necesite.

Las zonas verificables en El Salvador serán una guía general para que el diseñador o proyectista tenga una idea de las condiciones generales del sitio y de las estrategias a tomar en cuenta para solucionar la parte del confort térmico del proyecto así como la evaluación de proyectos ya realizados y sus posibles correcciones.

Las evaluaciones in situ del clima, son recomendados simplemente para homologar datos climáticos generales, ya que la variabilidad por condiciones externas climáticas puede dar como resultado, lecturas engañosas, recordemos que los datos climáticos son normados y esto reduce los saltos de temperatura que por efectos externos

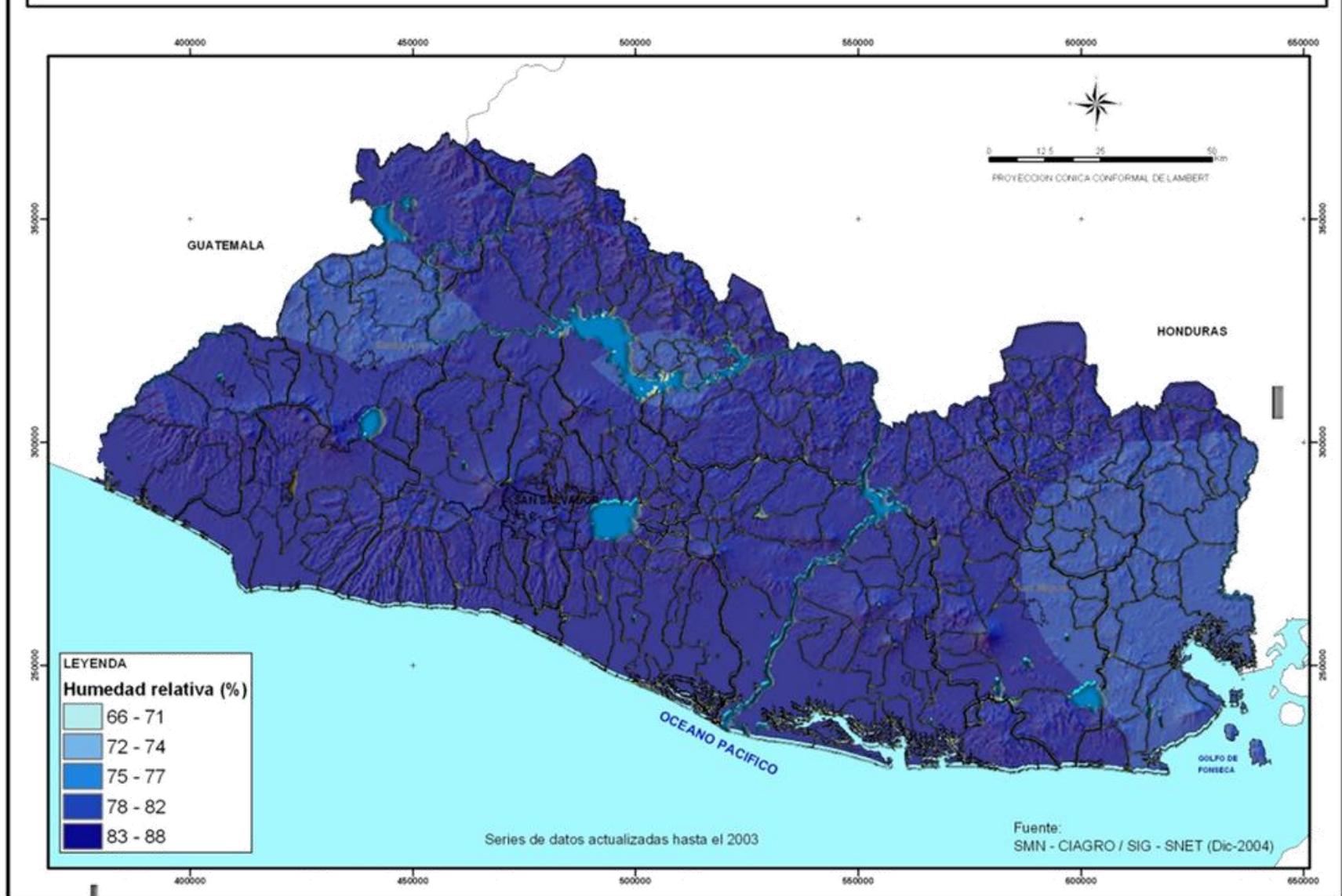
puedan darse, esto a parte del entorno el cual puede modificarlo.

Mapa de Humedad Relativa (%) Mes de Febrero en El Salvador

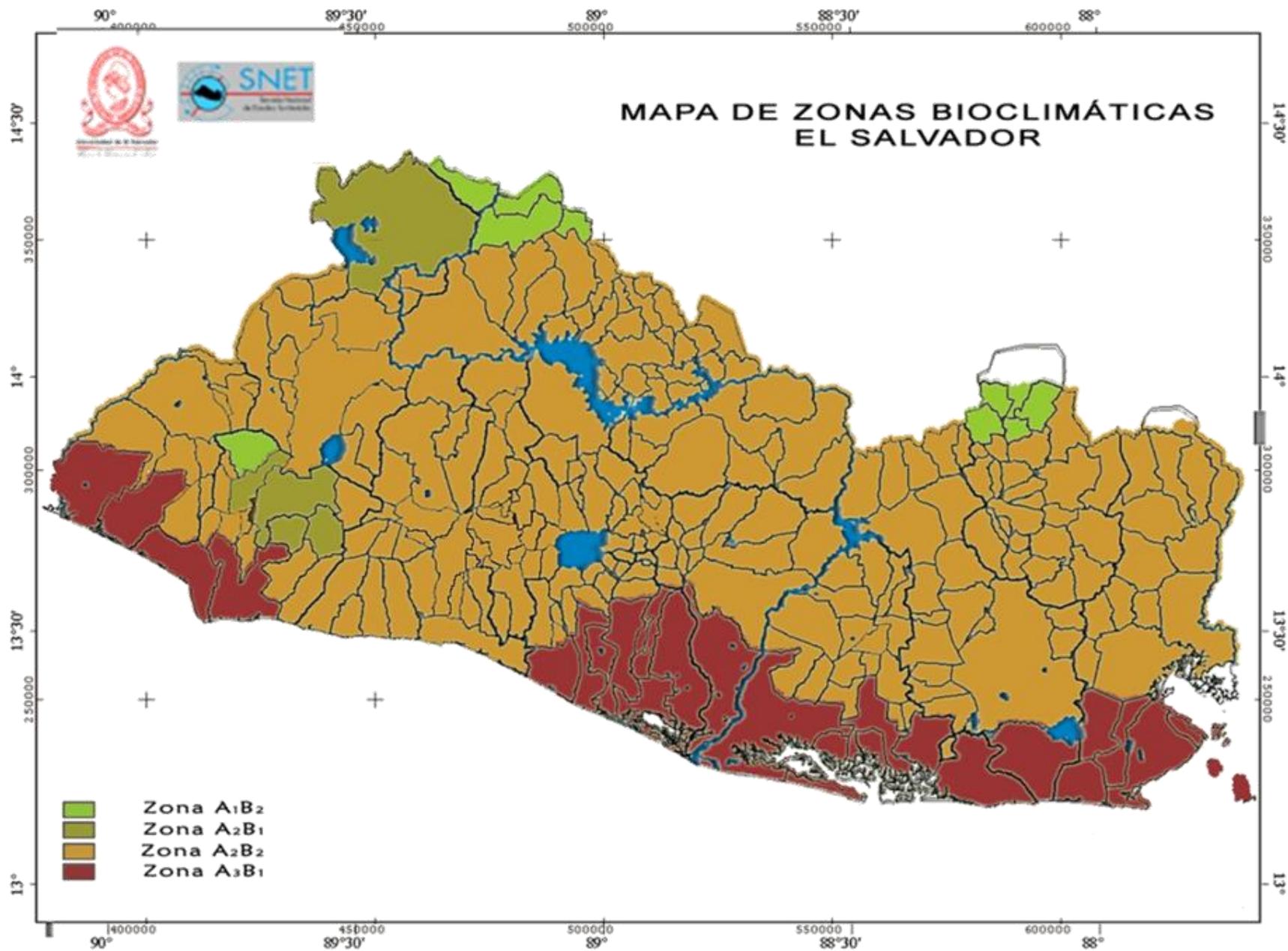


Mapa 3. Mapa de Humedad Relativa Mínima Anual, Fuente: SNET

Mapa de Humedad Relativa (%) Mes de Septiembre en El Salvador



Mapa 4. Mapa de Humedad Relativa Máxima Anual, Fuente: SNET



Mapa 5

Zonas Bioclimáticas, aunque dentro de nuestro territorio se verifican sólo cuatro las cuales son:

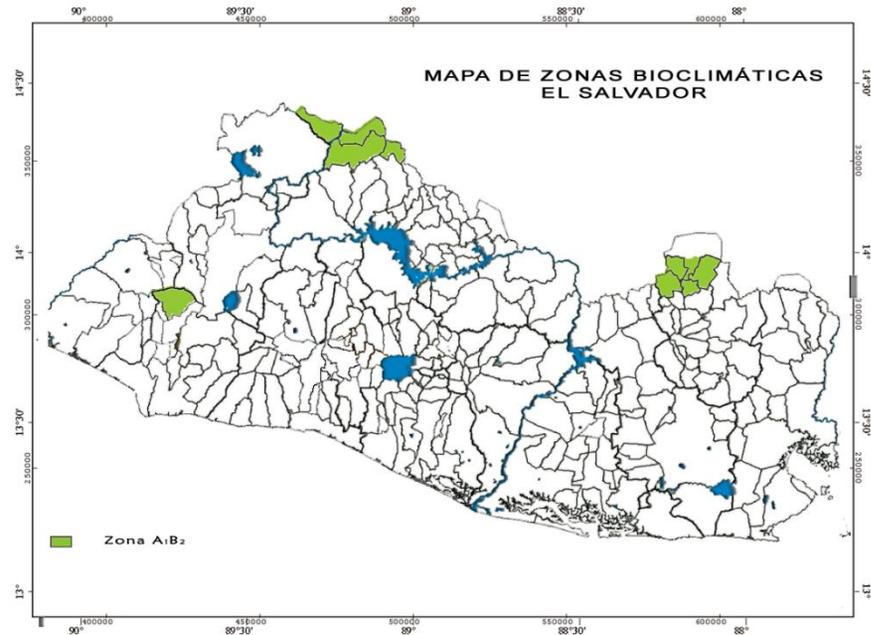
ZONA A1B2

En esta zona se verifican las temperaturas más bajas durante todo el año en el país, coinciden así mismo con las zonas más altas y las temperaturas durante todo el año son menores de los 22°C son sitios con bastante humedad y todo el año son superiores al 75%.

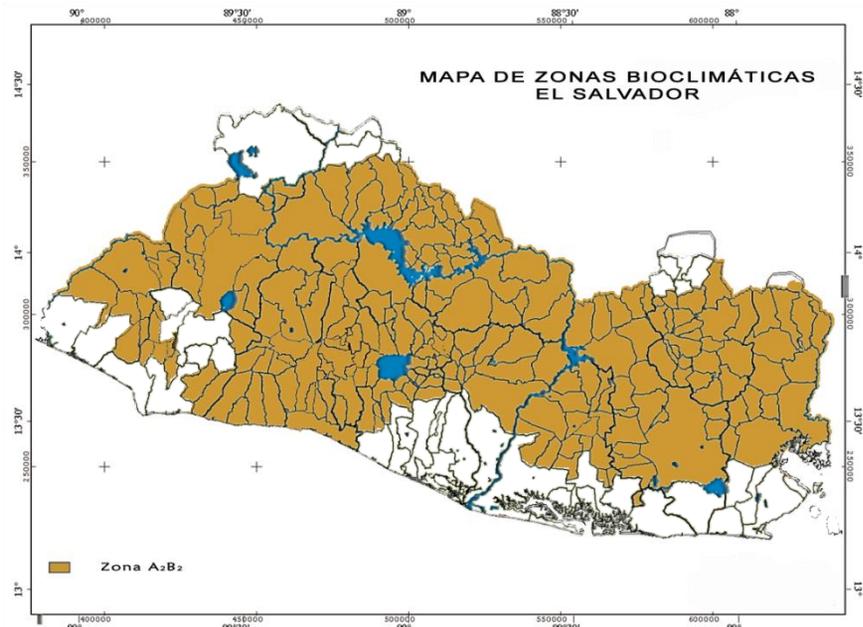
A esta zona pertenecen 10 municipios de El Salvador.

ZONA A2B1

A esta zona pertenece la mayoría de municipios de El Salvador, contándose dentro de esta 219 municipios, incluidos todas las cabeceras departamentales, se registran temperaturas máximas entre 22°C y 27°C y mínimas menores de 22°C, las humedades son superiores al 75% en la temporada lluviosa, como es en todo el país y en la temporada seca, menores del 75%. Por ser la zona que mayor cantidad de municipios abarca, la diferenciación entre estos vendrá dada por los datos de Temperatura y Humedad Relativa, mensuales, sin embargo obedecerán a las mismas estrategias de diseño generales, cambiando simplemente los valores permisibles o restringibles de viento y radiación.



Mapa 6. Mapa de Zonas Bioclimáticas A2B1. Fuente Propia



Mapa 7. Mapa de Zonas Bioclimáticas A2B1. Fuente Propia

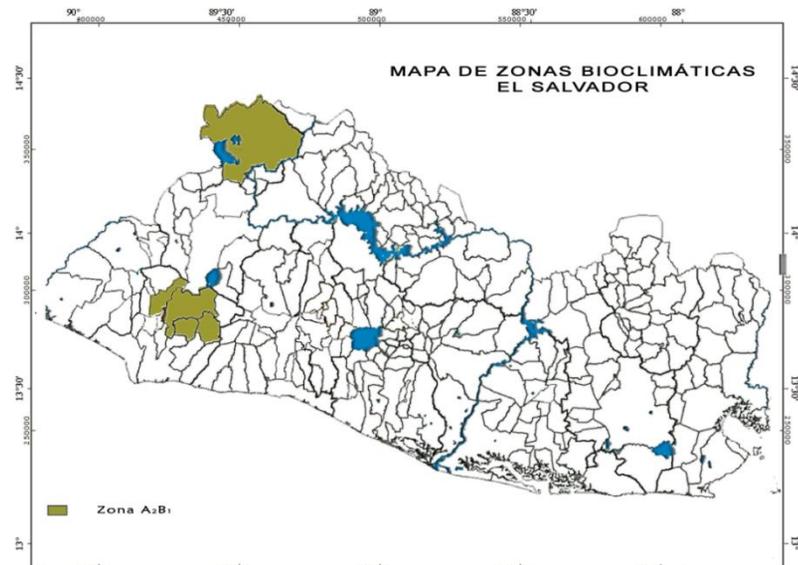
ZONA A 2 B 2

Esta zona es la que menor número de municipios posee a los cuales se les pueda aplicar en su totalidad las generalidades de esta zona, los cuales son solamente cinco, sin embargo existen cuatro municipios más a los que en buena parte de su territorio puede aplicarse las siguientes características, temperaturas máximas mayores 27°C y mínimas menores de 22°C , estos cuatro municipios pertenecen también a la zona A2B1 y tienen la peculiaridad de ser más frescos que los de la mencionada zona pero también más húmedos, registrándose porcentajes de humedad relativa mayores del 75% en todo el año.

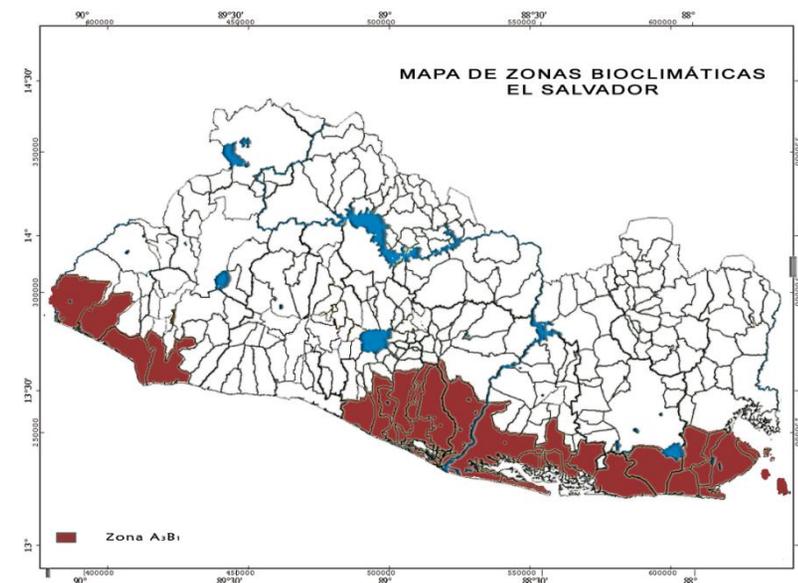
ZONA A 3 B 1

A esta zona pertenecen los municipios con temperaturas máximas mayores de 27°C y mínimas entre 22°C y 27°C , registrándose las temperaturas más altas del país y con humedades relativas mayores al 75% en la temporada lluviosa y menores al 75% en la temporada seca, pertenecen a esta zona la mayoría de municipios colindantes a la costa y poseen los datos de altitud más bajos del país.

Definidas las Zonas Bioclimáticas de El Salvador, procederemos a realizar un análisis del comportamiento de los municipios mes a mes, para ver cómo se comportan durante todo el año, y ver el desplazamiento de zonas que hay durante todo el año.



Mapa 8. Mapa de Zonas Bioclimáticas A2B2. Fuente Propia



Mapa 9. Mapa de Zonas Bioclimáticas A3B1. Fuente Propia

El análisis realizado previamente ha considerado las condiciones más desfavorables para todo el país, por tanto utilizaremos esta primera clasificación para realizar el primer acercamiento, el registro mensual de las zonas bioclimáticas, ayudará a darnos una idea del comportamiento de cada zona durante todo el año.

Previo a la evaluación en la Carta Bioclimática la clasificación de El Salvador en Zonas bioclimáticas, ayudará a darnos una idea del comportamiento de cada zona durante todo el año previo a la evaluación en la Carta Bioclimática.

Si bien es cierto que los datos climáticos de las estaciones meteorológicas se han generalizado para todo el municipio, la aproximación es suficiente para tener la idea del comportamiento climático durante todo el año y sobre todo en que momentos del año tendremos, generalmente las condiciones más desfavorables.

Recordemos que estas son condiciones macroclimáticas, que nos darán un panorama general, para el primer aproximación de diseño, y para una primera simulación del comportamiento térmico del proyecto.

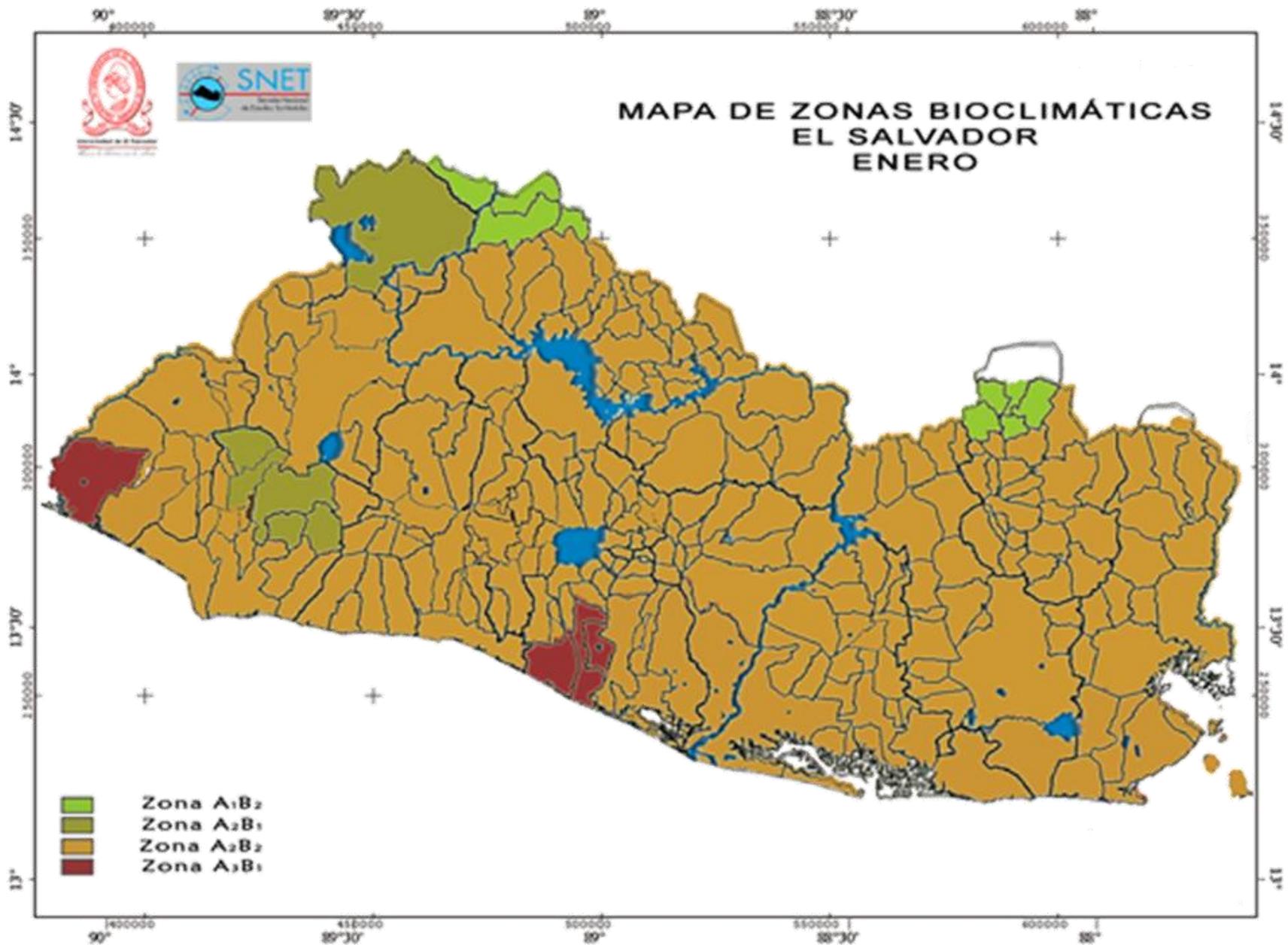
Podría pensarse que los datos in situ, son más exactos que tomar datos consolidados generales, sin embargo, si bien es cierto que los datos in situ, nos brindarán información en tiempo real, y las condiciones del microclima, esta es una muestra específica de un momento puntual, del sitio, por tanto nos puede brindar una idea engañosa, y no poder prever las estrategias adecuadas.

Recordemos que el bioclimatismo se basa en que el proyecto se adapte a su entorno y tenga un rango de flexibilidad aún en las estrategias a tomar.

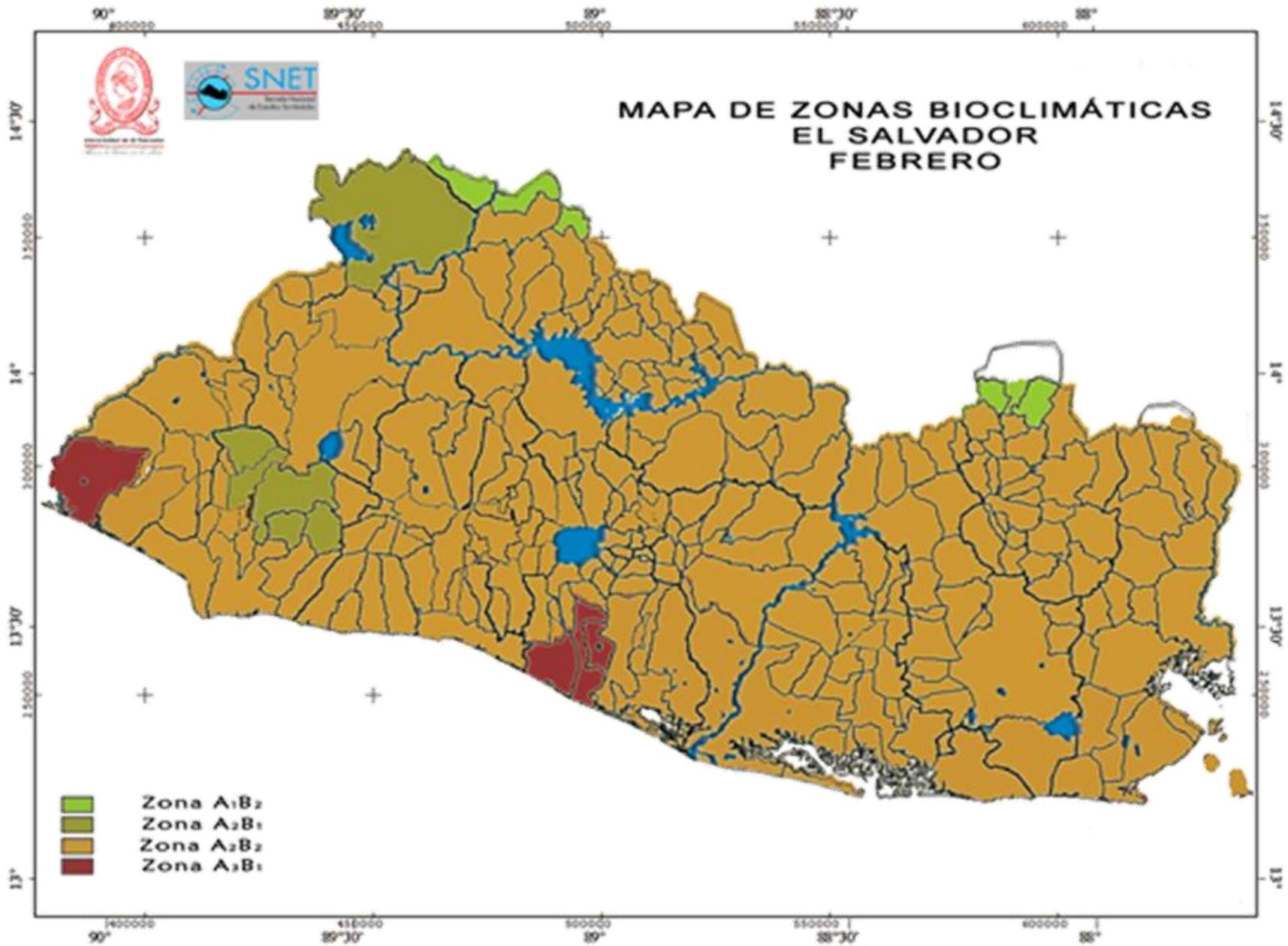
En un período corto de tiempo, no podemos esperar que en las costas, las temperaturas cambien drásticamente, se mantendrán constantes en altas temperaturas, probablemente con tendencia a subir, pero en el menor de los casos, descenderán drásticamente, sin embargo, la estrategias para controlar el calor, además de la protección solar es garantizar una buena ventilación, misma en caso de no necesitarse debe poder restringirse.

El riesgo de basar el diseño en datos in situ, es que debido a lo cambiante del clima actualmente, en el cual, llegamos a tener datos de temperatura bajos, en meses que cotidianamente son cálidos, debido a fenómenos globales, o días cálidos en meses cotidianamente fríos, estas alteraciones climáticas, nos arrojarían datos diarios o promedios, ligeramente diferentes a datos normados del clima, que se han registrado en 20 años o más, en las cuales, también existen registros de datos climáticos anómalos, pero que por la normalización y la media en un largo tiempo, estas variaciones no son tan drásticas como si comparamos el promedio de un año, con el promedio de 20 años.

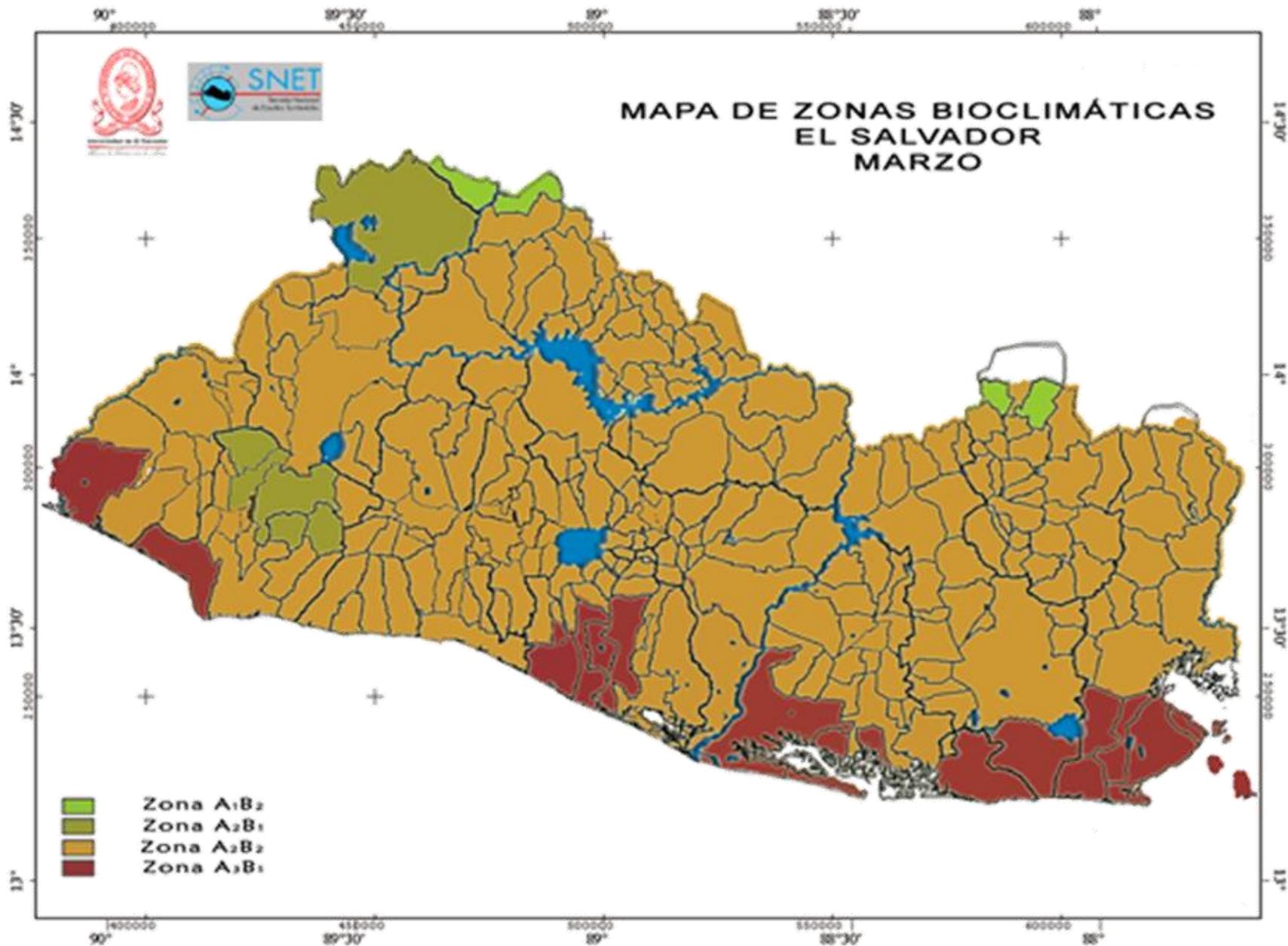
El registro in situ, debe de efectuarse, en los momentos generalmente desfavorables, para corroborar los datos que tenemos o cuando las estaciones climatológicas estén retiradas y poder homologar dichos datos, pero no para generar una clasificación.



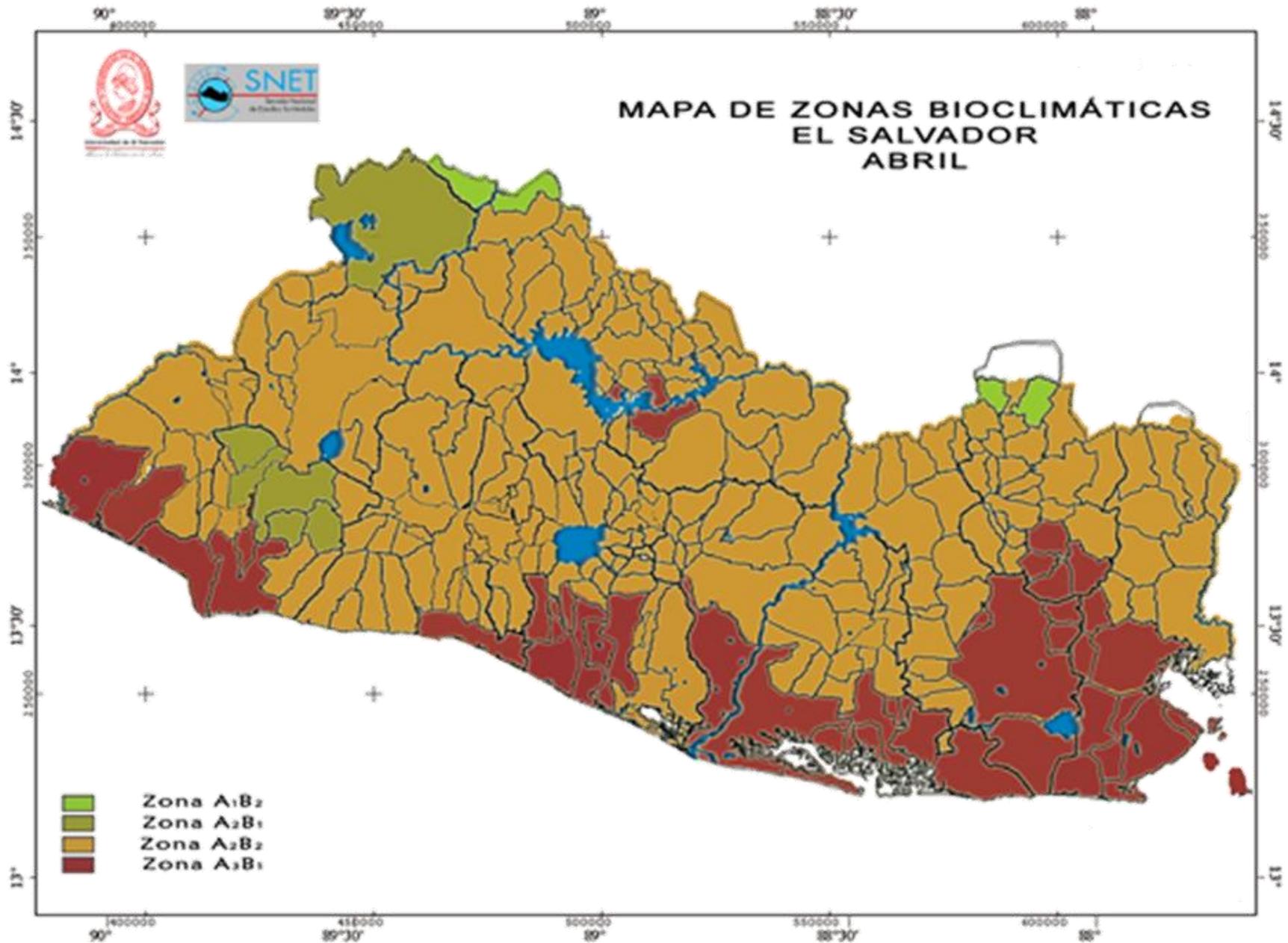
Mapa 10. Mapa de Zonas Bioclimáticas Enero. Fuente Propia



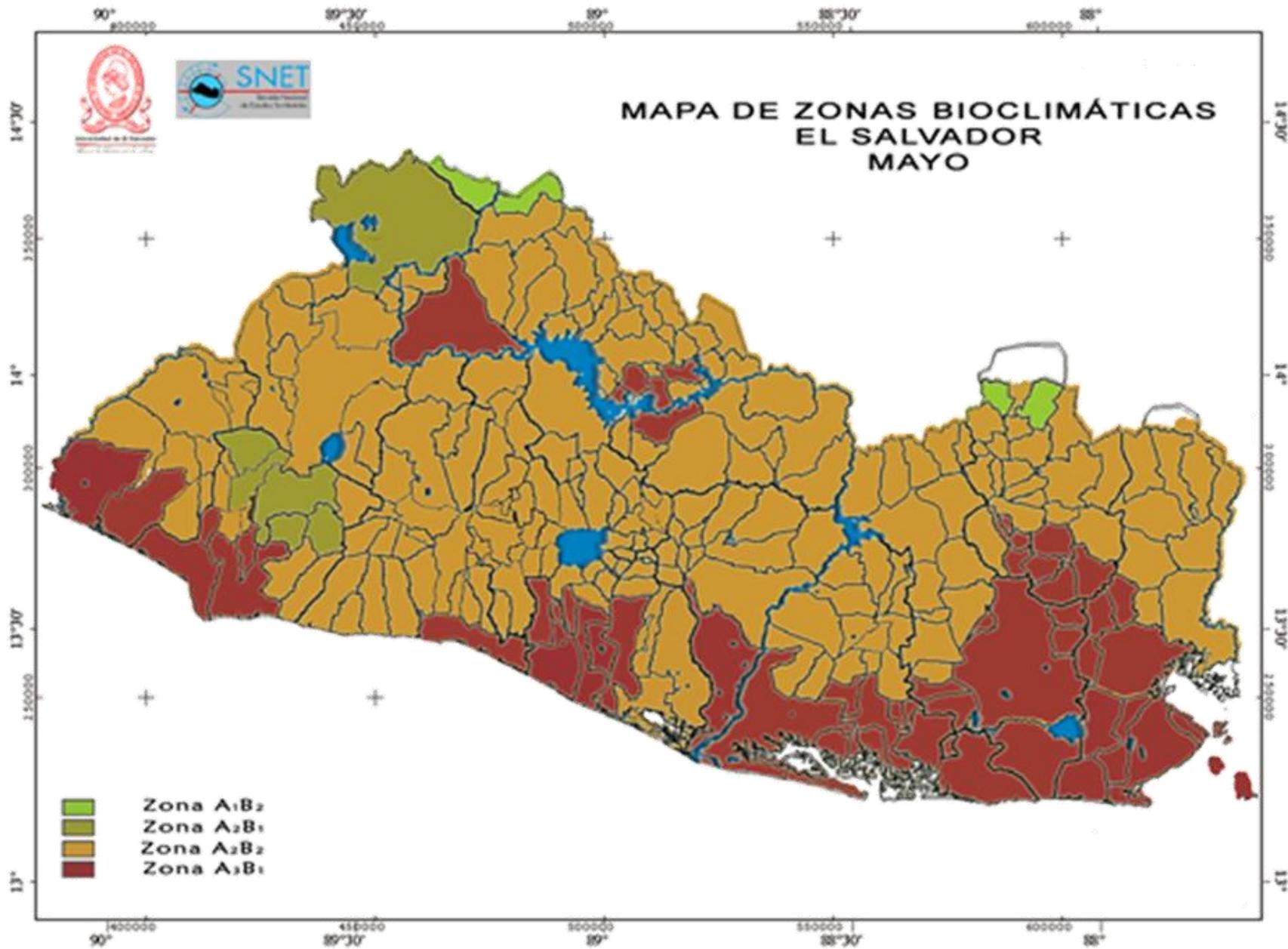
Mapa 11. Mapa de Zonas Bioclimáticas Febrero. Fuente Propia



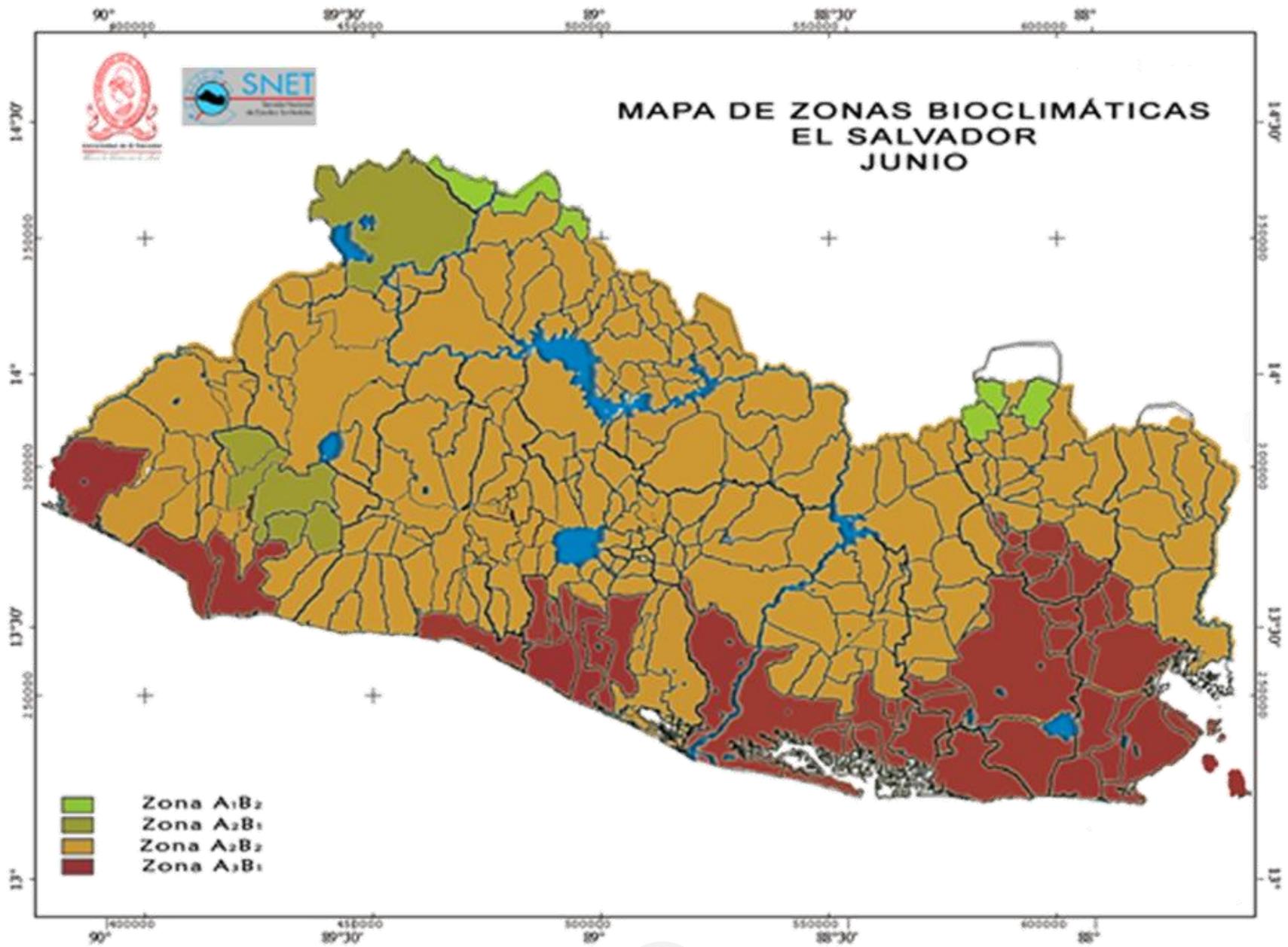
Mapa 12. Mapa de Zonas Bioclimáticas Marzo. Fuente Propia



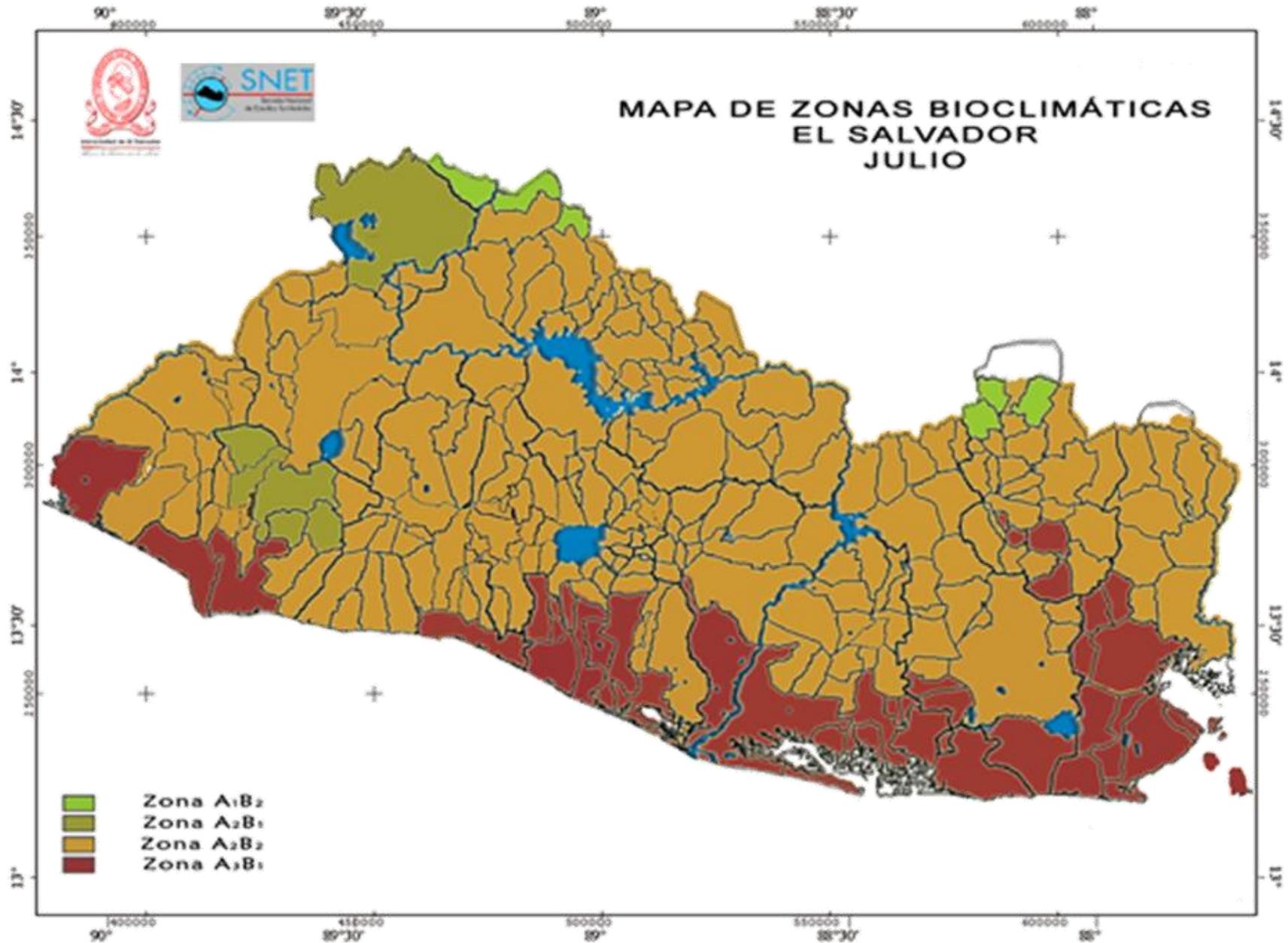
Mapa 13. Mapa de Zonas Bioclimáticas Abril. Fuente Propia



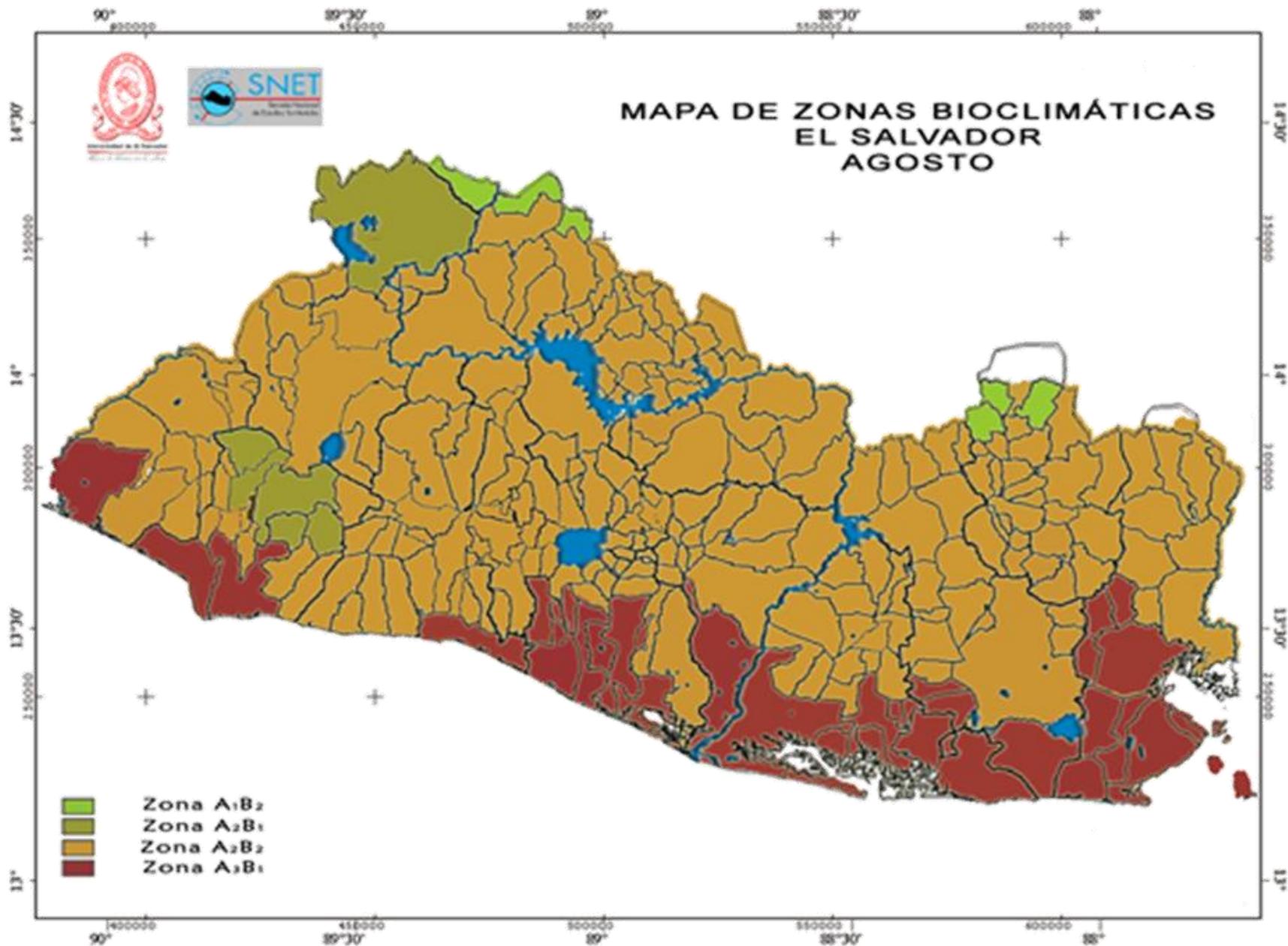
Mapa 14. Mapa de Zonas Bioclimáticas Mayo. Fuente Propia



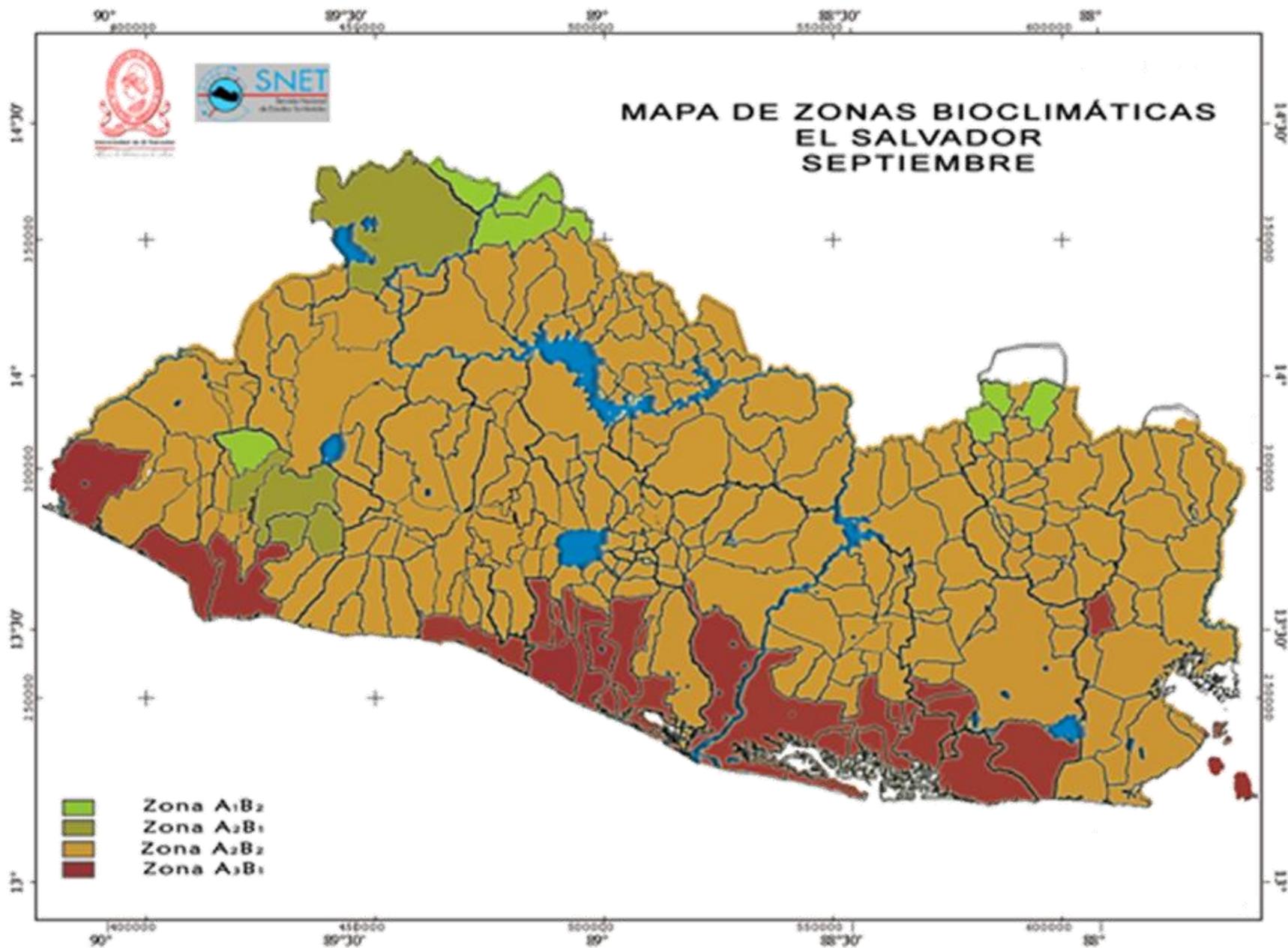
Mapa 15. Mapa de Zonas Bioclimáticas Junio. Fuente Propia



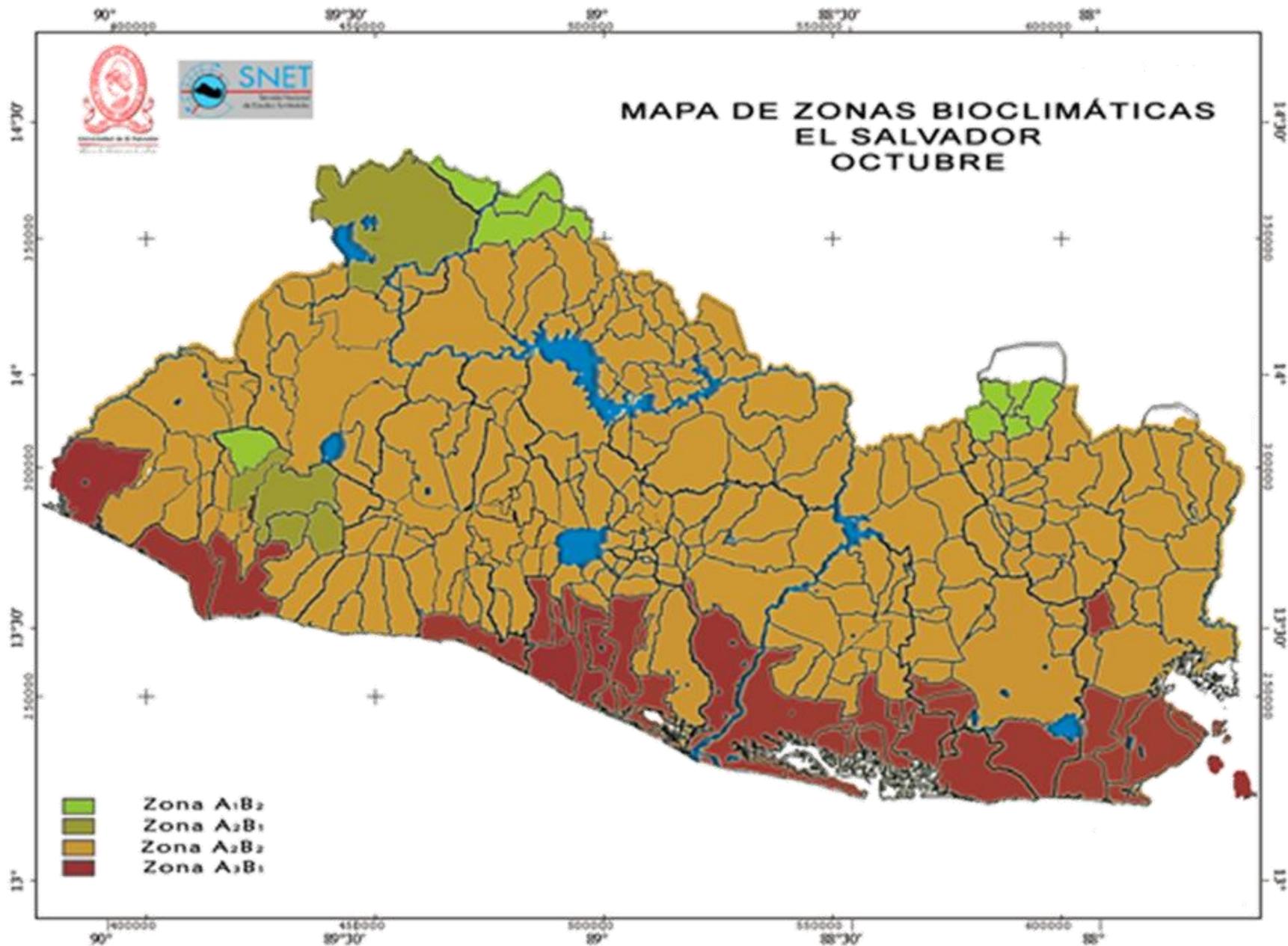
Mapa 16. Mapa de Zonas Bioclimáticas Julio. Fuente Propia



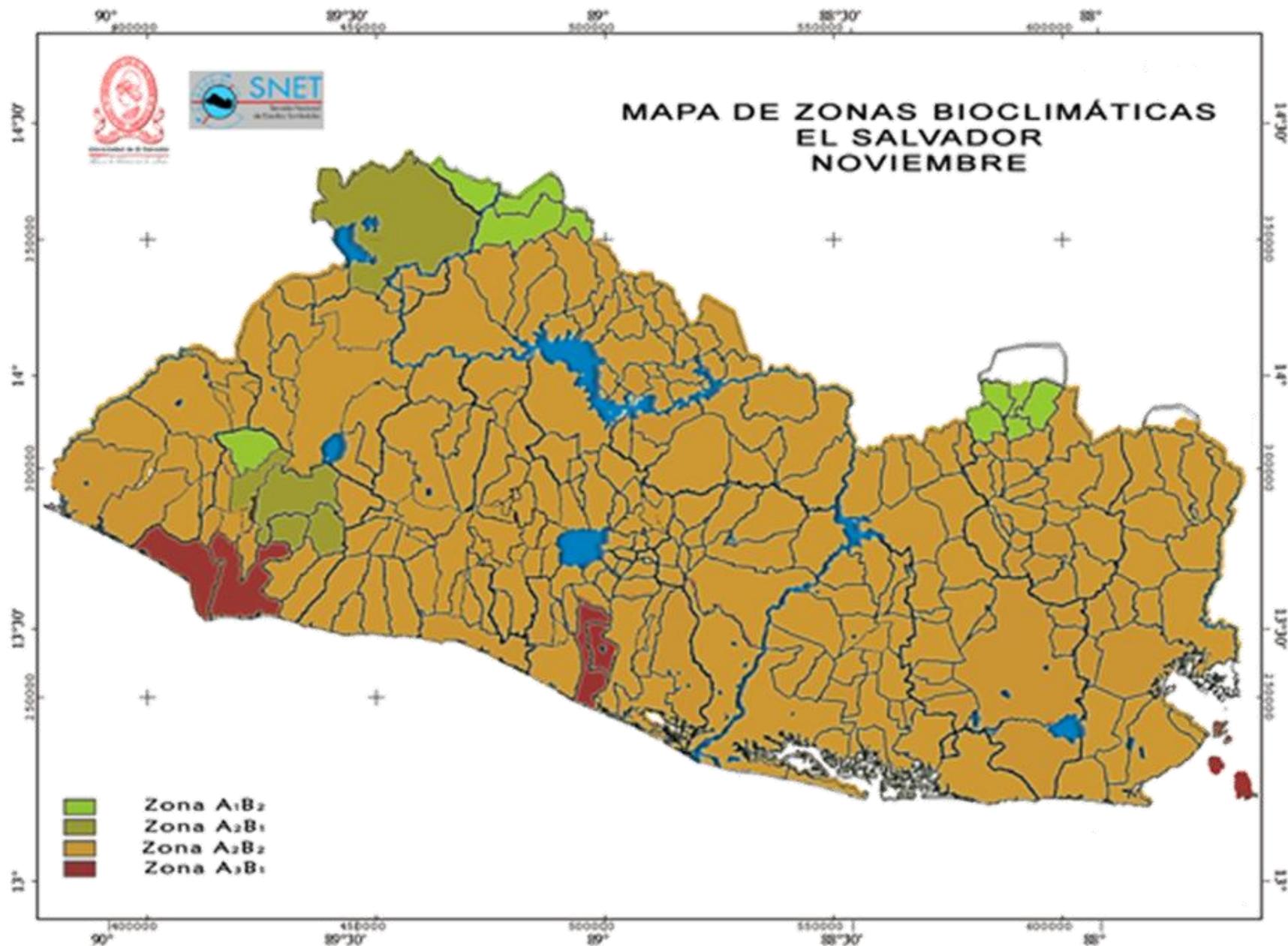
Mapa 17. Mapa de Zonas Bioclimáticas Agosto. Fuente Propia



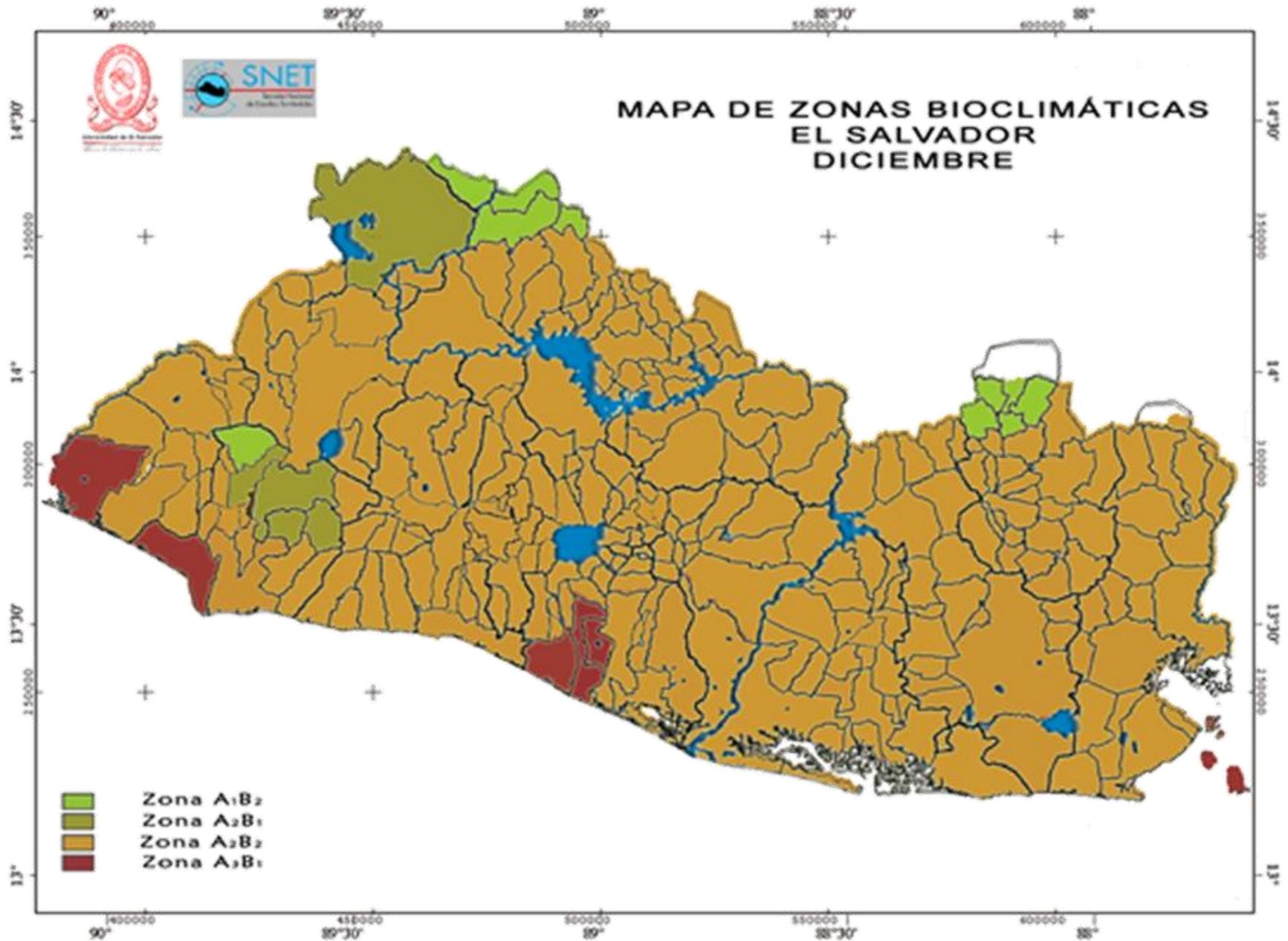
Mapa 18. Mapa de Zonas Bioclimáticas Septiembre. Fuente Propia



Mapa 19. Mapa de Zonas Bioclimáticas Octubre. Fuente Propia



Mapa 20. Mapa de Zonas Bioclimáticas Noviembre. Fuente Propia



Mapa 21. Mapa de Zonas Bioclimáticas Diciembre. Fuente Propia

4.1 HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS

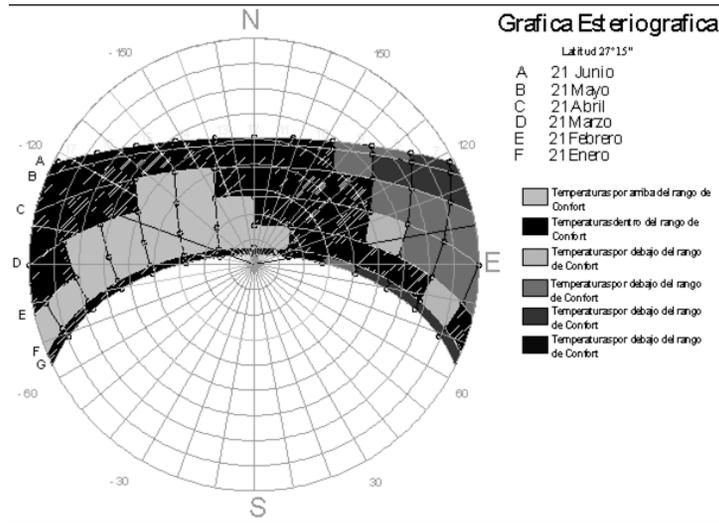
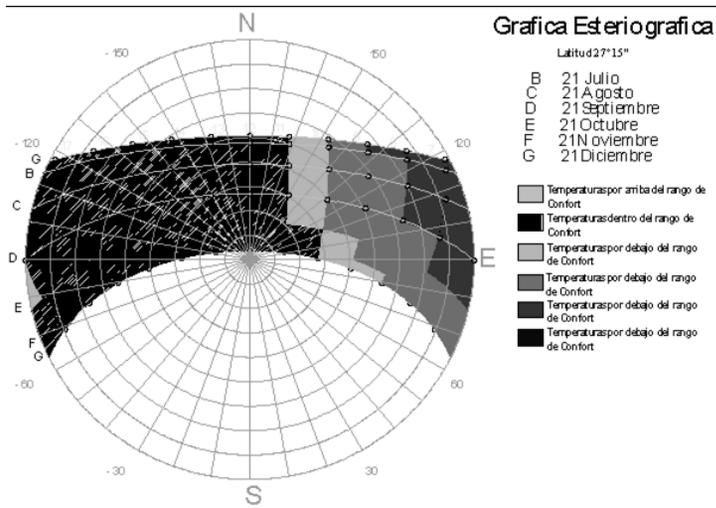


Figura 24. Ejemplo de La Gráfica solar con máscara de sombra como herramienta de evaluación Fuente: David Morillón



Establecer las herramientas específicas de diseño que deben ser utilizadas con datos tomados del sitio, servirá al diseñador o proyectista a tener una primera aproximación del entorno climático del sitio en el que se alojará el proyecto, poder diferenciar cuales tienen una aplicación general, y cuales nos darán detalles precisos, así como cuáles pueden ser usadas para propósitos de análisis y cuáles para labores de monitoreo y/o evaluación, es fundamental para optimizar dichas herramientas

G.Z. Brown⁸⁸ las divide en técnicas de análisis y las técnicas de evaluación mismas que sirven para monitorear el comportamiento del proyecto ya ejecutado o evaluar el comportamiento térmico de un proyecto para tomar medidas correctivas.

En la fase de análisis nos ayudarán a prever el comportamiento térmico de nuestro proyecto, así como de los recursos que tendremos disponibles para contrarrestar las condiciones climáticas imperantes en el sitio, la etapa de análisis es previo a la fase de diseño y los resultados sirven de insumos que el proyectista utilizará para plasmar la solución espacial.

➔ ⁸⁸ BROWN G. Z. " SOL LUZ Y VIENTO: Estrategias para el Diseño Arquitectónico

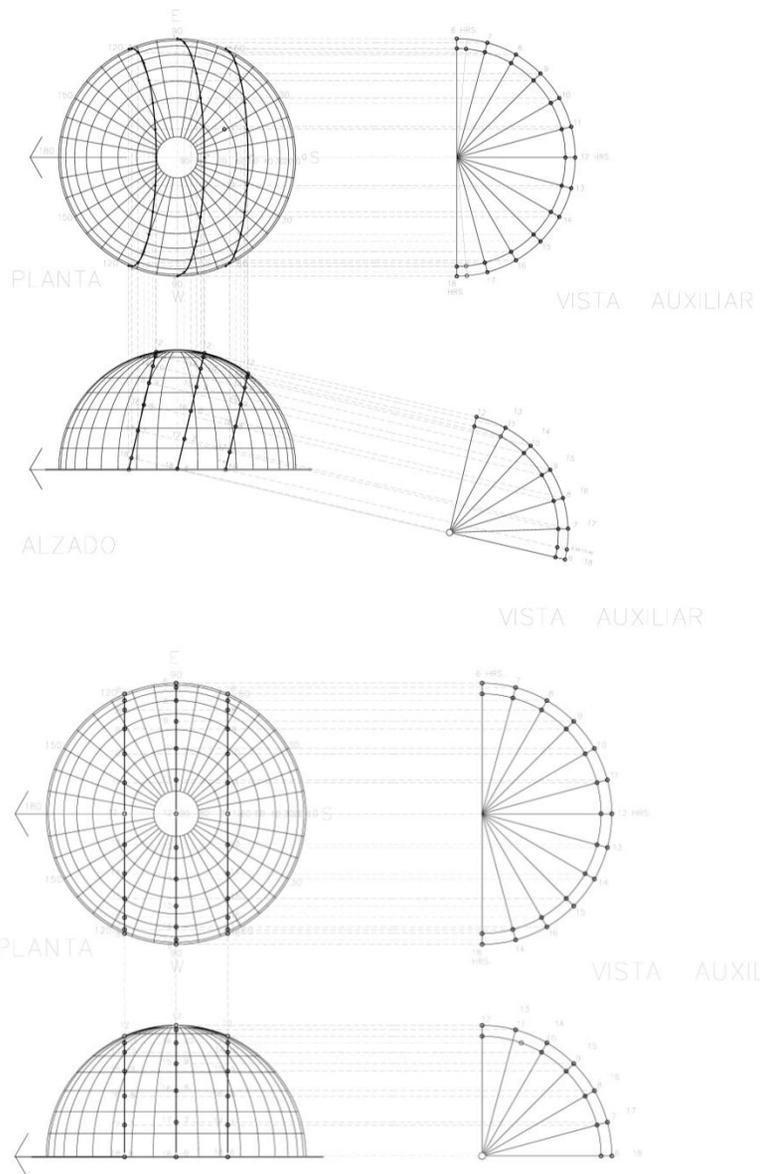


Figura 25. Gráficos para cálculo de trayectorias solares. Fuente: Propia

Es así que las herramientas de diseño se dividirán en herramientas de análisis y herramientas de evaluación y distinguiremos dentro de estos dos grandes grupos las de aplicación general y las de aplicación específica.

Dentro de las herramientas tanto de análisis como de evaluación, algunas de ellas tienen una doble función ya sea de aplicación general, ya sea de aplicaciones específicas o ambas.

Dentro de las herramientas de análisis a tomar en cuenta están:

- **Trayectoria Solar**
- **Perfil de Sombras**
- **Radiación Solar disponible**
- **Rosa De Vientos**
- **Tabla de dirección de Vientos**
- **Ajuste de Viento y Simulación**
- **Diagrama de Bóveda Celeste**
- **Disponibilidad de Iluminación**

4.1.1 Carta Bioclimática

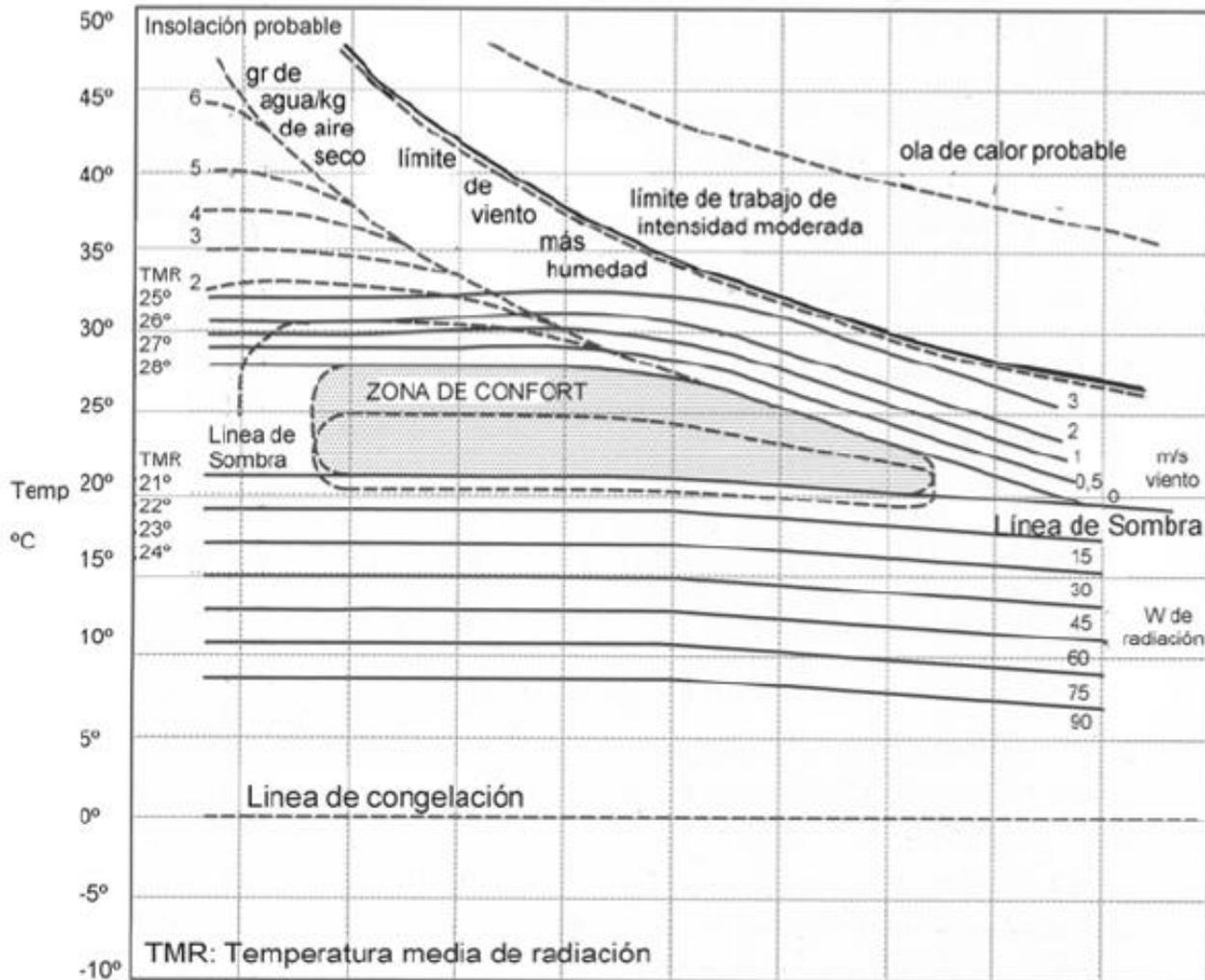


Figura 26. Carta Bioclimática de Olgay Fuente Olgay

El inferir el comportamiento climático de una zona específica a través de los datos máximos y mínimos de temperatura y máximos y mínimos de humedad relativa, para ver el comportamiento que durante el año tendrá nuestro proyecto, nos ayuda a saber qué medidas correctivas podremos emplear para poder llevarlo a nuestra zona de confort.

La carta bioclimática de Olgay será utilizada para obtener esta información, este instrumento será adecuado para nuestra latitud, agregando 2/5° C por cada 5ª de latitud, a cada perímetro del rango de confort, el cual Olgay lo definió originalmente entre los 21.1° C y los 26.7° C.

Esta gráfica debe ser aplicada para recoger de primera mano los requerimientos de confort que necesitará el proyecto.

Para tener una idea de la variación de temperatura y humedad

durante el año, pueden graficarse la temperatura máxima con la humedad mínima y la temperatura mínima con la humedad máxima, obteniendo en la carta Bioclimática un rango del comportamiento del proyecto durante todo el año.

La carta bioclimática, nos ayuda además de comprender el comportamiento térmico del entorno del proyecto, nos induce las medidas correctivas para mantenerlo en la zona de confort, con limitaciones específicas.

Por ejemplo nos indica la velocidad del viento que podemos utilizar cuando el clima es demasiado húmedo, con la limitante de que este no sea molesto para el usuario o las actividades a llevar a cabo.

Estos datos serán expresados posteriormente en un cuadro de necesidades climáticas donde se verá de mejor manera el comportamiento que nos indica la carta bioclimática.

Esta se realizará para cada una de las zonas y nos definirá de manera macro el comportamiento de la zona, dependerá de la disponibilidad de datos y de la cercanía de una estación meteorológica (ver anexos) si podemos aproximarnos a datos más cercanos al emplazamiento.

Cada zona en específico tendrá condicionantes totalmente diferentes a pesar de la cercanía de las mismas y de la poca extensión que tiene nuestro país, pero en el que encontramos una diversidad de climas con rangos de temperatura grandes entre las máximas y mínimas que se registran en todo el país, es por ello que no sería de utilidad introducir o tomar como válido los datos de temperatura promedios para todo el país, es necesario en un primer momento tomarlo de la zona a la que el sitio

pertenece, y luego hacer una toma in situ de las temperaturas más críticas durante todo el año, es decir las condiciones más

“...La carta bioclimática, nos ayuda además de comprender el comportamiento térmico de entorno del proyecto, nos induce las medidas correctivas para mantenerlo en la zona de confort, con limitaciones específicas.

Por ejemplo nos indica la velocidad del viento que podemos utilizar cuando el clima es demasiado húmedo, con la limitante de que este no sea molesto para el usuario o las actividades a llevar a cabo...”

desfavorables de diseño.

4.1.2 Calendario de Necesidades Climáticas

El análisis climático hecho en una carta bioclimática puede ser trasladado a un calendario anual, en donde en el eje de las abscisas se detallan los meses del año y en el de las ordenadas las horas diarias, teniendo como relación, para cada mes la temperatura en el transcurso del día.

Esto nos muestra el comportamiento del día promedio más desfavorable y le da un entorno al proyectista del comportamiento del entorno durante todo el año.

Conociendo el comportamiento de la temperatura se puede prever en que momentos se necesitará sombra y por tanto establecer que período del año se necesitará y en que períodos las necesidades serán de incluir radiación solar.

Conseguir los datos meteorológicos por hora del día más desfavorable es poco probable que se obtenga, pero conociendo las máximas medias y mínimas medias, así como las humedades máximas y mínimas del mes, se pueden interpolar el comportamiento de la temperatura durante el día.

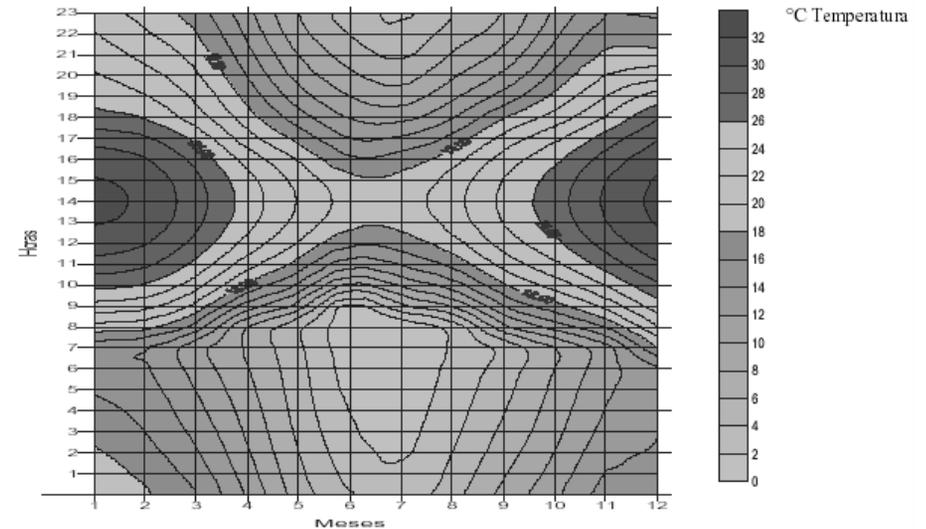


Figura 27. Calendario de necesidades Bioclimáticas.
Fuente: Morillón

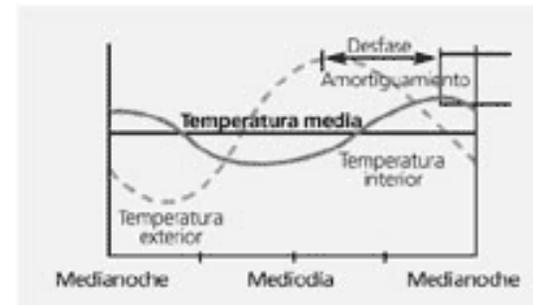


Figura 28. Gráfica de la Variación de Temperatura durante el día.

Así nos lo muestra Koenigsberger ⁸⁹ al brindarnos un cuadro que define la temperatura cada dos horas, datos que trasladaremos posteriormente al cuadro de necesidades climáticas.

Para poder pronosticar el comportamiento de temperatura durante un día promedio, se utilizó la tabla de Koenigsberger, analizando las variaciones de temperatura durante todo el día, como valores porcentuales de los incrementos o disminuciones que se verifican y distribuyendo estos valores de incremento o decremento de la temperatura.

Se consideró así mismo la variación durante el año de estos valores, pudiendo así completar en una hoja de datos los porcentajes negativos o positivos a los que obedecen los cambios de temperatura.

Los datos brindados de la variación de temperatura durante el día, pueden tener un error considerable, ya que se ha tomado de un instrumento gráfico, pero consideramos que para efecto de conocer el comportamiento y las necesidades climáticas generales de la zona es suficiente.

Estas fluctuaciones de temperatura deben ser revisadas para corregirlas o validarlas y trabajar con valores más cercanos al comportamiento de temperatura diaria.

Recordemos que estas variaciones en el microclima pueden tener grandes diferencias con las del macro clima, debido al contexto específico del sitio, y no coincidir los rangos de temperatura que la zona muestra, es por ello que las herramientas son, únicamente para el primer acercamiento y como sustento a la hora de tomar decisiones sobre las estrategias a tomar.

Para analizar el comportamiento energético del proyecto hay software más complejos que analizan, la envolvente y materiales del mismo, así como el intercambio de calor y el calor producido, ya sea radiante o convectivo del proyecto, pero el tener una idea de las condiciones en las que se implantará permite al diseñado hacer una primera propuesta general de climatización pasiva si fuese posible o saber qué cantidad de climatización mecánica necesitará.

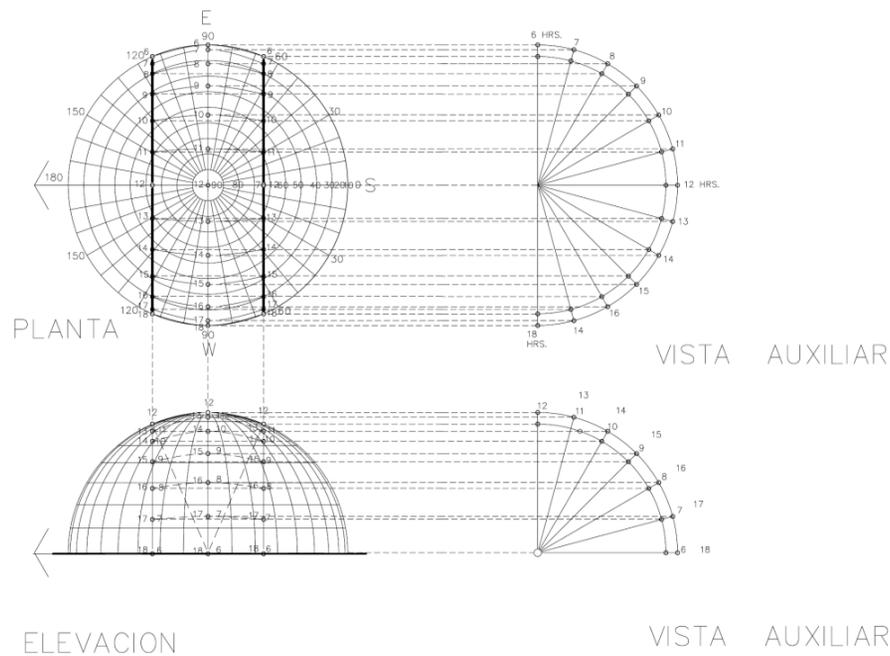
El cuadro de necesidades nos mostrará también la variación de la salida y la puesta del sol, para ver la disponibilidad de horas luz que tendremos durante el día y cuando la radiación jugarán un papel protagónico en el incremento de la temperatura, así como cuando es necesaria la sombra y cuando se recurrirá a otras estrategias.

La cantidad de horas luz, es importante tenerla en cuenta, ya que está relacionada con las estrategias nos dará un panorama de los elementos protectores cuando sean requeridos, deben de ser permanentes o temporales.

⁸⁹ Koenigsberger et al, op cit.

4.1.3 Grafica De Trayectoria Solar

Figura 29. Gráfica solar Latitud 0° mostrando los grados de altitud y la representación del horizonte y el cenit, elaboración propia.



Las gráficas de trayectoria solar, ayudan al diseñador o proyectista a tomar decisiones a la hora de definir la orientación, elementos de protección solar y tener el punto de partida para poder elaborar un mapa de sombra y ver como el entorno sombrea o no al proyecto.

Para el trazo de la llamado Carta solar, es necesario, conocer la latitud del sitio donde trabajemos, se puede basar en un método de proyección ortográfico, estereográfico o equidistante, la variación de estos radica en la forma de proyectar las formas en la bóveda celeste, por tanto las líneas concéntricas que representarán la altitud del sol en grados.

Las gráficas solares, muestran para cada latitud, la posición del sol sobre la bóveda celeste, tanto en altura como en azimut, para cada mes y hora del año.

Los círculos concéntricos (figura 29) espaciados a cada 10°, representan la altura solar.

El círculo externo corresponde a 0° y representa el horizonte, mientras que el punto central corresponde a 90° y representa el cenit.

Las líneas radiales (figura 30) que parten del centro hacia la periferia, espaciadas a cada 10°, representan el acimut solar medido a partir del sur, siendo positivo el Este y negativo el Oeste.

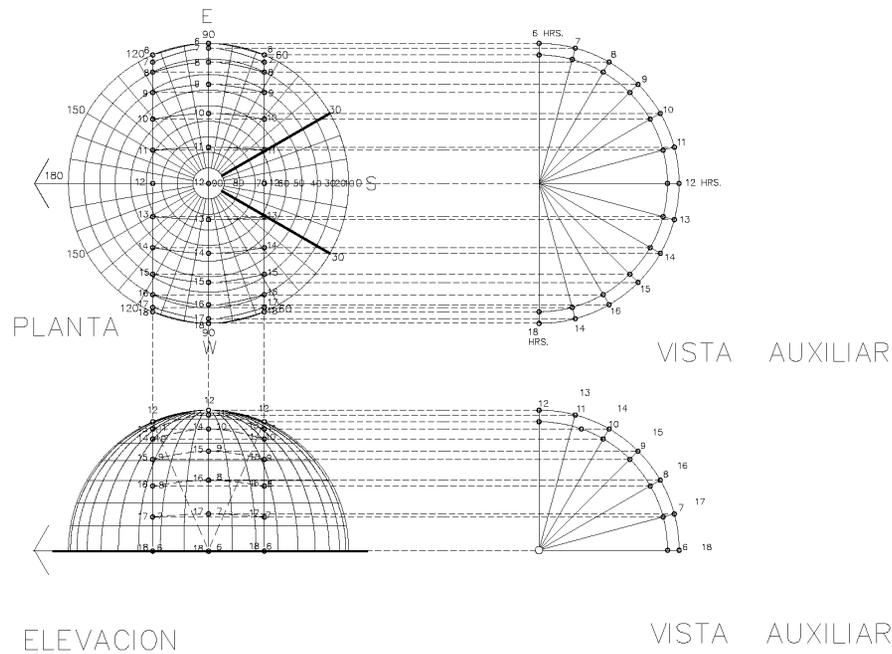


Figura 30. Gráfica solar Latitud 0° mostrando el acimut en la gráfica solar, elaboración propia

Las líneas que corren de este a oeste (figura 31) representan el recorrido del sol en los días 21 de cada mes del año.

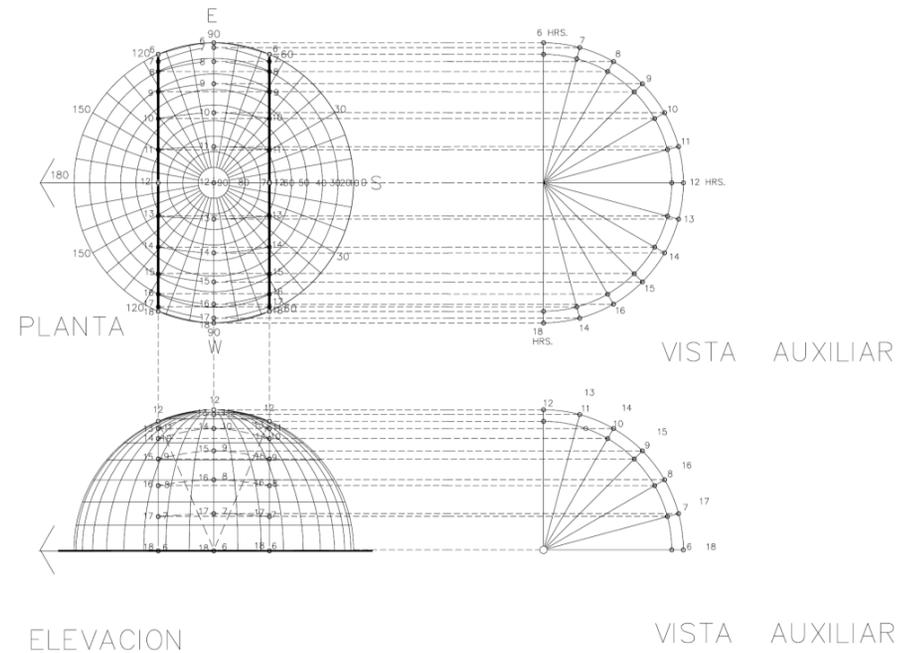


Figura 31. Gráfica solar Latitud 0° mostrando la trayectoria solar en los solsticios y equinoccios del año, elaboración propia.

Las líneas que corren perpendicularmente a las líneas de recorrido solar, indican las horas del día. (figura 32)

Con la gráfica solar podremos entonces conocer la altitud, y azimut del sol en un día y hora específico, datos que utilizaremos posteriormente para el cálculo de protecciones verticales y horizontales.

Los “diagramas de trayectoria solar” muestran la bóveda celeste proyectada sobre un plano paralelo al horizonte.⁹⁰ El recorrido solar, dependerá del método de proyección y la latitud específica.

De los métodos de proyección encontramos el ortográfico, el estereográfico y el equidistante (figura 33).

En el método equidistante los ángulos de la altura aparecen separados por la misma distancia entre sí. En el método de proyección ortográfico a medida que la altitud decrece y se acerca al horizonte las distancias son menores, contrario al método estereográfico en el cual, las distancias son mayores a medida se acercan al horizonte.

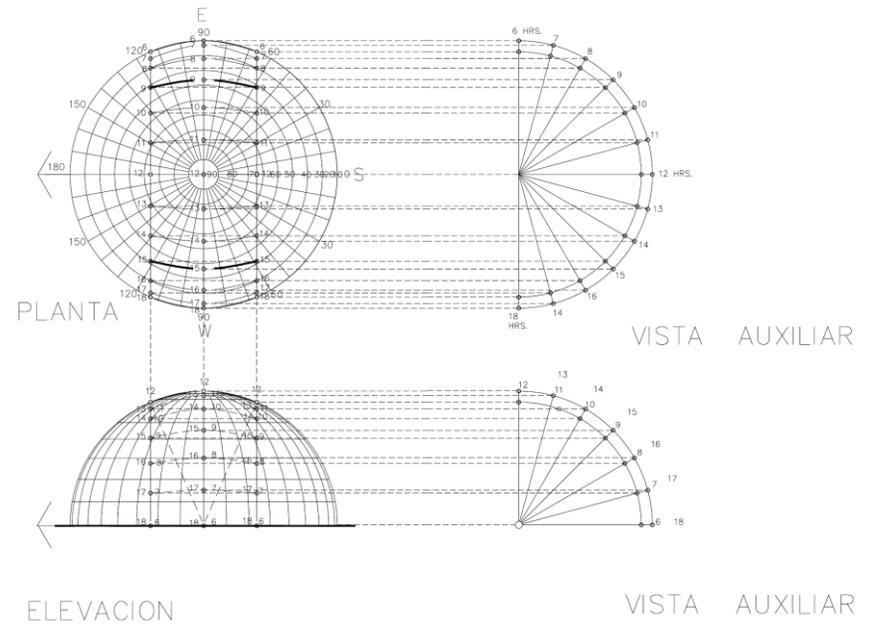
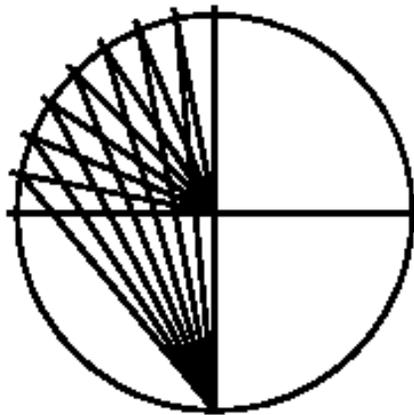
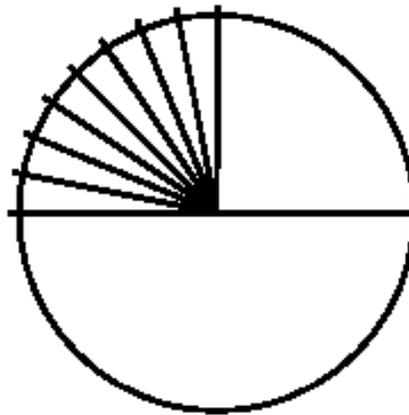


Figura 32. Gráfica solar Latitud 0° mostrando la posición del sol a horas determinadas, elaboración propia

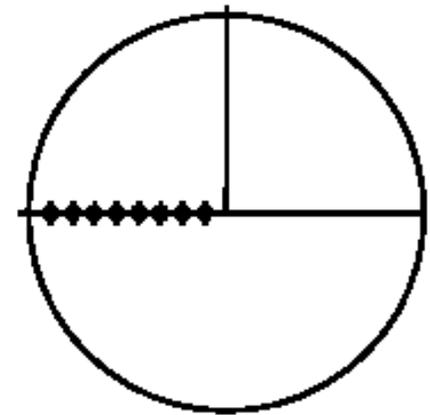
⁹⁰ Olgyay, Víctor, op cit.



Estereográfica



Ortográfica



Equidistante

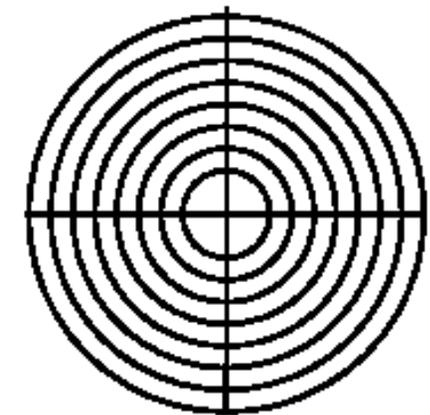
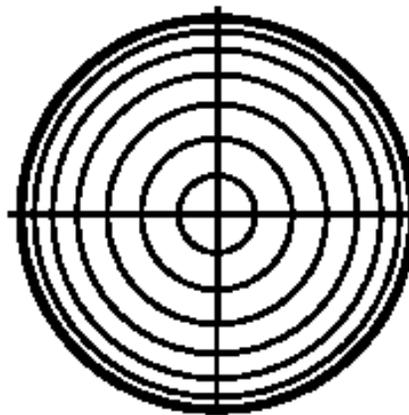
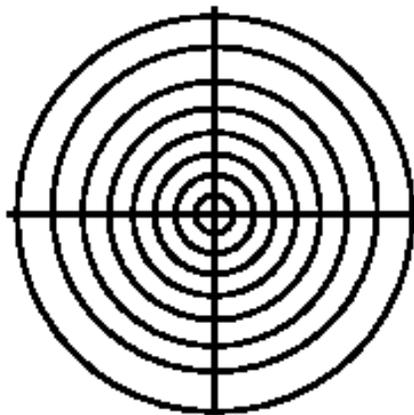


Figura 33. Distintas proyecciones de representación y su forma de trazo.
Fuente: Marchi, Maurilo

Para la elaboración de la Carta es necesario emplear cálculos bastante complejos y poder determinar así este tipo de gráficos.

Puede deducirse de una forma gráfica aunque no sea la forma más exacta de hacerlo y es necesario realizarlo en base en un gráfico con una proyección ya establecida ya sea esta ortográfica, estereográfica o equidistante, con latitud cero, y esta rotarla la cantidad de ángulos que determinan la latitud del sitio, la desventaja es que la exactitud está determinada por el trazo del autor a la latitud cero.

En El Salvador existe una publicación que define el proceso para el trazo de una gráfica estereográfica de la trayectoria solar⁹¹,

Donde menciona que el Sol tarda 4 minutos en pasar por un grado de longitud geográfica.

Como la mayoría de Gráficos solares se presenta en dos partes cada una cubriendo medio año, incluye también algunos conceptos astronómicos y matemáticos necesarios para la elaboración de la misma gráfica.

Basándose en los datos horarios para el día 21 de cada mes se calculan los datos de Hora Solar Verdadera, con la fórmula:

$$T_v = t_o - E.t.$$

⁹¹ Pallmann, Albert, "Publicación Técnica N°2 La Posición del Sol en El Salvador", Servicio Meteorológico Nacional de El Salvador, Julio ,1972 2da Edición, San Salador, El Salvador,

Donde:

T_v = Hora Solar Verdadera

T_o = Hora Solar media

E.t. = Ecuación del Tiempo.

Los datos resultantes de Hora solar verdadera en Horas, minutos y segundos, serán transformados en Grados, minutos y segundos de circunferencia según la siguiente tabla⁹²:

1 hora equivale a 15°

1 minuto equivale a 15'

1 segundo equivale a 15"

Para el cálculo de la altura solar y el acimut las formulas⁹³ serán:

$$\text{Sen } h = \text{Sen } r \times \text{Sen } d + \text{Cos } r \times \text{Cos } d \times \text{Cos } tv$$

$$\text{Sen } a = (\text{Cos } r \times \text{Sen } tv) / \text{Cos } h$$

Donde:

h = Angulo de la posición del Sol

r = Latitud geográfica

d = declinación del sol

a = acimut de la posición del sol

Tv = hora solar en grados de circunferencia

⁹² Idem.

⁹³ Idem

Para calcular estas fórmulas se necesitan los valores concretos de r y d , y para la declinación solar (d) se calculó un promedio de 4 valores para el día 21 de cada mes, correspondiente a los de un período entre dos años bisiestos.⁹⁴

El autor señala a través de los cálculos realizados un error de $\pm 0.4^\circ$ y $\pm 1^\circ$ para el ángulo h y un error de ± 0.4 para el acimut.

Se estima que las variaciones del gráfico dentro de las diferentes zonas es despreciable por la diferencia de grados en las latitudes que se verifican en el país, y ya que dentro de una misma zona pueden haber sitios con distintas latitudes esta se tomará como una constante a la hora del análisis, ya que la diferencia de sombras que puede provocar es mínima.

El ángulo de inclinación verificado en la gráfica solar nos ayuda a estudiar la penetración solar en un espacio, y poder definir de manera intuitiva aleros o cortasoles o protecciones solares, aunque para dimensionarlos de una mejor forma se utiliza la máscara de sombras.

La Gráfica solar nos ayuda en general a conocer no sólo el comportamiento del sol, en cuanto a su trayectoria y altitud, sino que además de comprenderlo nos da las respuestas que necesitamos para su control y climatización pasiva.

⁹⁴ Idem

El diseño solar pasivo se basa en el estudio del sol para aprovechar o neutralizar los efectos provocados por el sol, en un segundo paso, puede ayudarnos a orientar de la mejor manera elementos colectores de calor o energía.

EL diseño solar pasivo es parte del diseño bioclimático en cuanto que contribuye a tomar acciones pasivas del control climático, aunque el aprovechamiento solar ayuda a mantener espacios iluminados naturalmente, orientaciones favorable según el tipo de clima, entre otros beneficios.

Cuidando y tomando en cuenta que toda ganancia de luz natural es un factor de ganancia de calor, la cual debemos de tomar en cuenta, a la hora de la utilización de los materiales dentro de los cuales debemos conocer su capacidad de almacenamiento de calor y coeficiente de transferencia de calor para conocer como se comportará nuestro proyecto.

Finalmente el máximo aprovechamiento de las condiciones solares, ayudará a tener un proyecto eficiente y menos demandante energéticamente, contribuyendo directamente a menos consumo de energías fósiles y por tanto al cuidado y protección de nuestro medio ambiente.

4.1.4 Perfil de Sombras

Conocido a través del diagrama solar el ángulo de inclinación del sol, por medio del ángulo azimutal que nos brinda la gráfica, podemos tener una idea de los ángulos de sombra que se darán en el proyecto.

Definidas las necesidades de sombra dentro del proyecto pueden definirse diversos tipos de configuraciones de sombra para aportarla en los períodos que sean necesarias,

esto gracias al cuadro de necesidades climáticas, lo cual nos da una idea de cuando y donde necesitaremos sombra, ahora falta definir solamente de qué forma, si será sombra dada por mecanismos de control vertical, mecanismos de control horizontal o mixto.

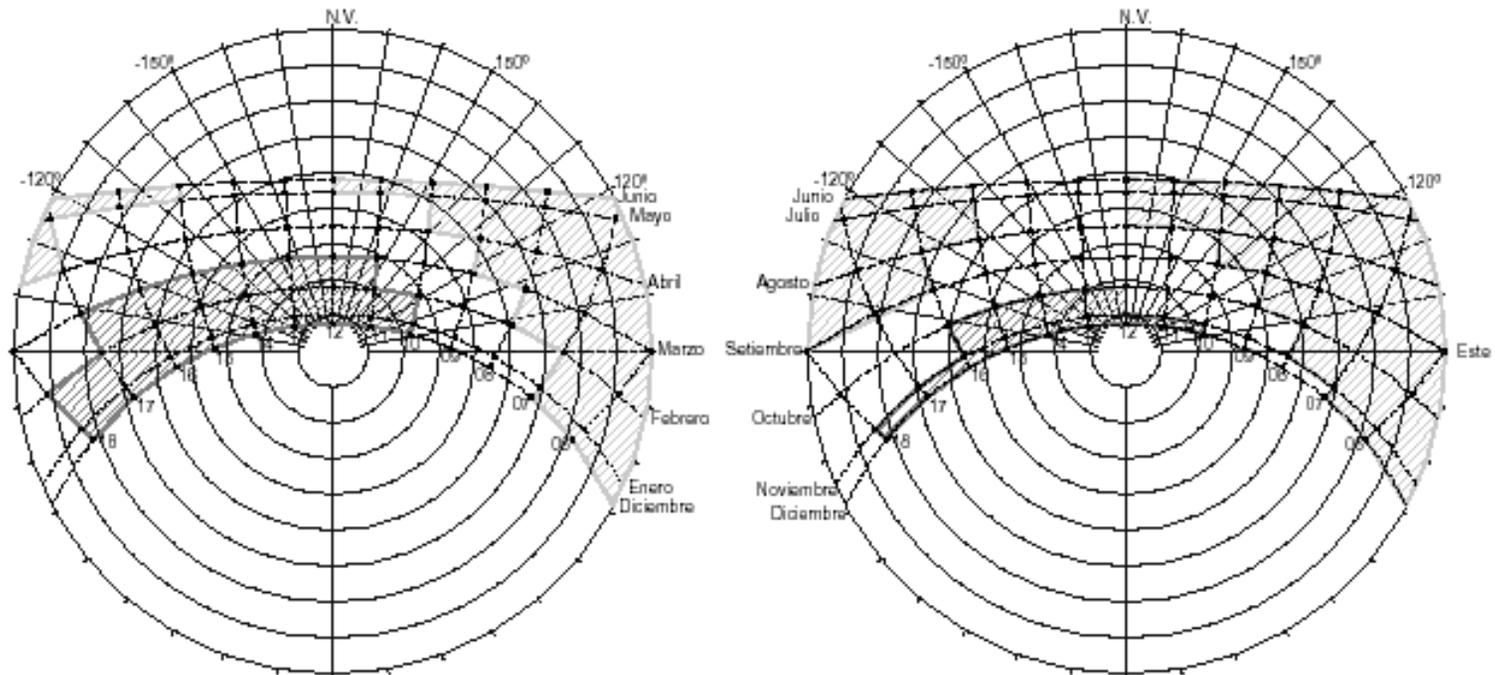


Figura 34. Gráfica solar con los requerimientos de sombra durante el año.
Fuente : Morillón

Superpuesto a la gráfica de trayectoria solar, y basados en los datos obtenidos del mapa de necesidades bioclimáticas, se trasladan estos a la gráfica y nos brinda un panorama claro de en qué momentos del año se necesitarán sombra, el mismo gráfico nos indican los ángulos necesarios para el cálculo.

La componente horizontal del ángulo de incidencia (b) será la diferencia entre el azimut solar y el de la pared.⁹⁵

La componente vertical es la misma que el propio ángulo de altitud solar (a).⁹⁶

Según Koenigsberger el ángulo de sombra horizontal define un dispositivo de sombra vertical, y un ángulo de sombra horizontal, define un dispositivo de sombra vertical.

Basta luego graficar el efecto de elementos horizontales (Aleros) o verticales (Cortasoles) o la mezcla de ambos para conocer la variedad de formas

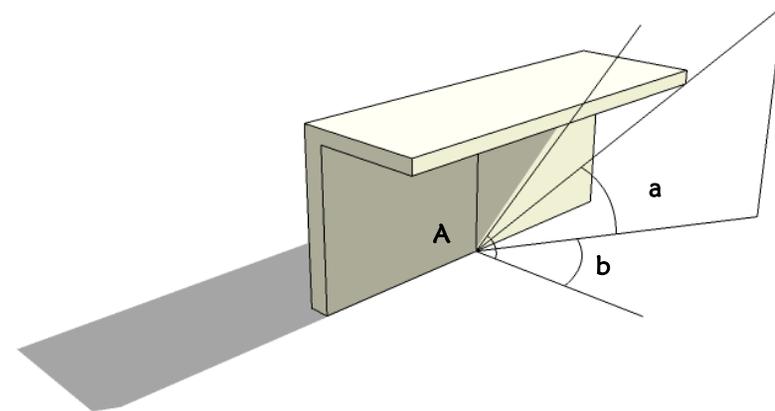
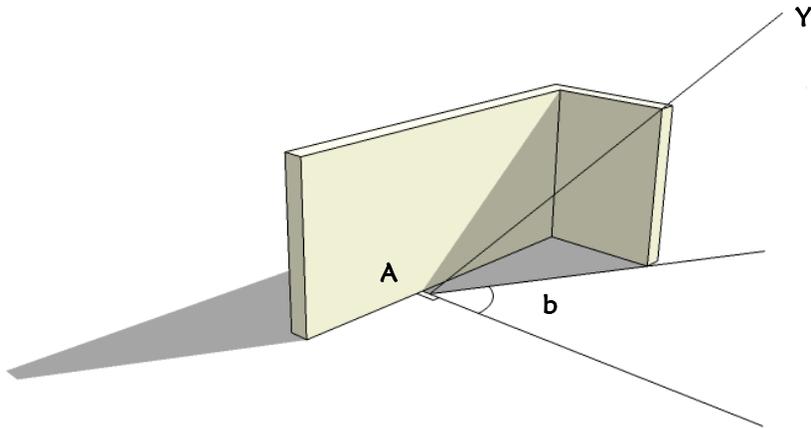


Figura 35. Ejemplo de la toma de ángulos horizontales y verticales para protección vertical y horizontal respectivamente. (Fuente Propia)

⁹⁵ Koenigsberger et al, op cit.

⁹⁶ Idem

que podemos utilizar para el control solar.

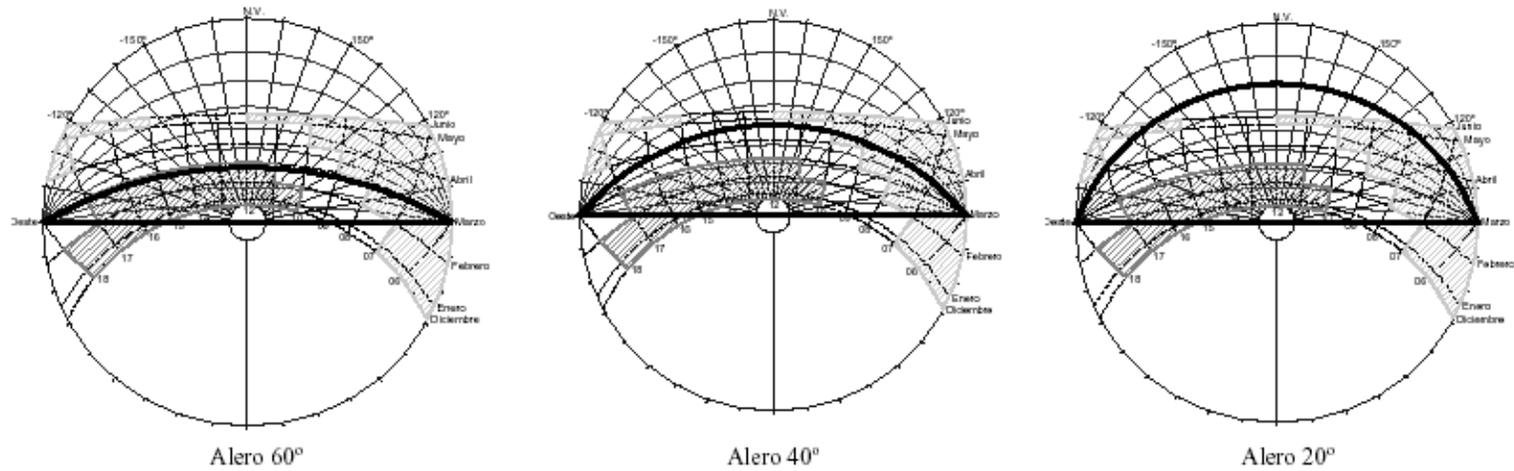
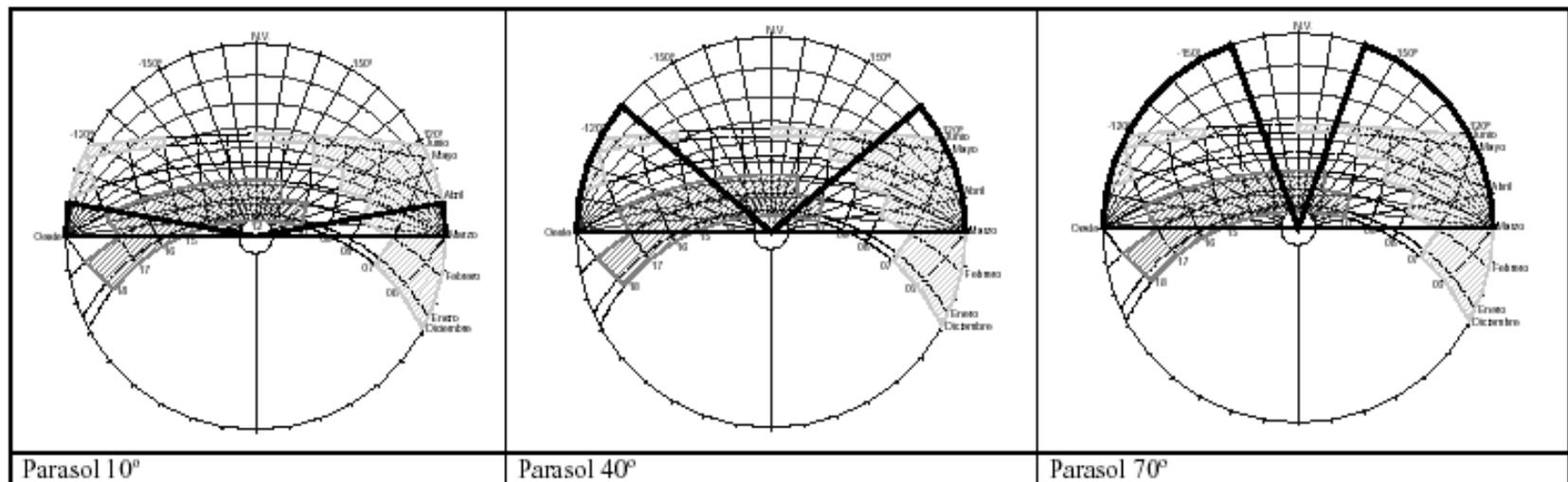


Figura 36. Ejemplo de configuración de sombras sobre la gráfica solar, arriba aleros horizontales y abajo parasoles verticales. Fuente: Morillón



4.1.5 Radiación Solar Disponible

La radiación solar permite brindarnos el calor que la temperatura del aire no nos da, En El Salvador se necesitará en algunas zonas del país cantidades de radiación para lograr que el sitio presente los rangos de confort requerido. concreto El

Deberán tomarse los meses con datos de temperatura extremos, es decir los meses en los que se verifican las más altas temperaturas y las mínimas, y de estos , tomar el dato de temperatura del día donde se verificó la temperatura máxima y del mes de temperaturas más frías, el día con dato de temperatura menor para cada sitio.

Esto garantizará que nuestro diseño, prevea los datos más extremos para cada caso y poder definir qué cantidades de radiación tenemos disponibles para ser aprovechados en los casos y épocas que sean necesarios.

Después de definidas las zonas Bioclimáticas del país, los sitios donde se requerirán cantidades de radiación para regresar a la zona de confort son pocos, sin embargo, estas zonas nos ayudarán sólo en nuestra primera aproximación del diseño.

De los datos de radiación no solamente podemos conocer la cantidad de radiación disponible del sitio, sino

también la cantidad por orientación y poder así

definir la más adecuada a nuestro proyecto y nuestras necesidades térmicas, será este un ejercicio práctico el cual verificará el conocimiento empírico que asume la orientación de fachadas, para tomar como ejemplo la hora del diseño de fachadas, para tomar como ejemplo la hora del diseño opción a la hora del diseño.

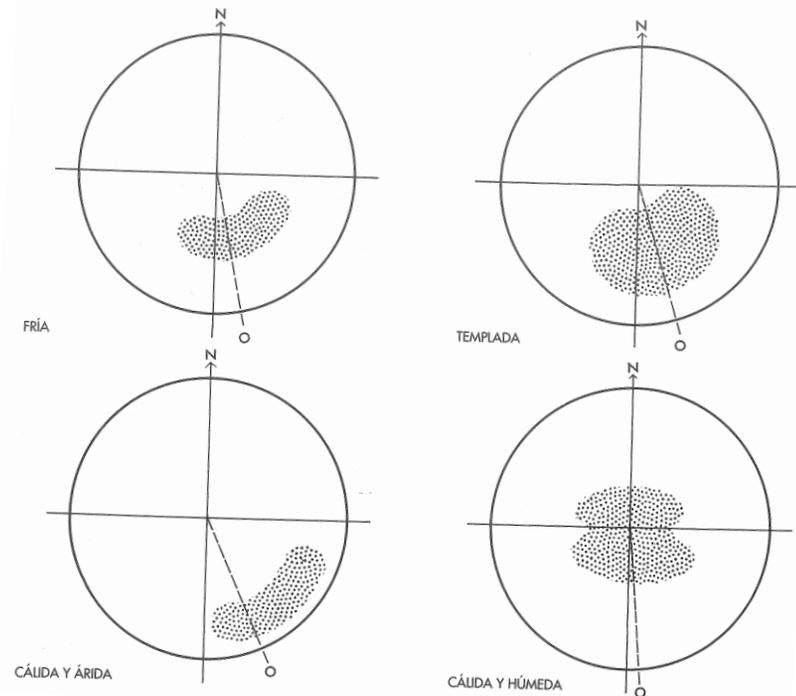


Figura 37. Orientaciones propuestas por Brown, para las cuatro zonas climáticas básicas. Fuente Olgay

Ya que la orientación viene estrechamente ligada a la cantidad de radiación necesaria para lograr los rangos de confort necesarios, o en el caso específico de El Salvador el tomar las medidas correctivas para que esta penetre lo menos posible a los espacios, generándose un elemento fundamental de nuestra identidad arquitectónica, como una arquitectura de sombra.

EL calendario de necesidades climáticas nos da una aproximación de la cantidad de radiación que tenemos durante el día a lo largo de todo el año, ya que las temperaturas trasladadas a ese esquema son de bulbo seco la cual aproxima de manera certera al calor que aporta la radiación, la utilidad de la herramienta de radiación solar disponible no es solo conocer qué cantidad de radiación disponemos en el día, si no en que orientaciones es mayor y en cual es menor. Lo que nos dará una idea de las posibles orientaciones.

Olgay y Brown, han hecho una generalización de las orientaciones más adecuadas para distintas zonas climáticas, las cuales serán verificadas para cada una de las cuatro zonas Bioclimáticas de El Salvador, inclusive si estas generalizaciones fuesen valederas para todo El Salvador, su uso será distinto según las necesidades climáticas de la zona en cuestión.

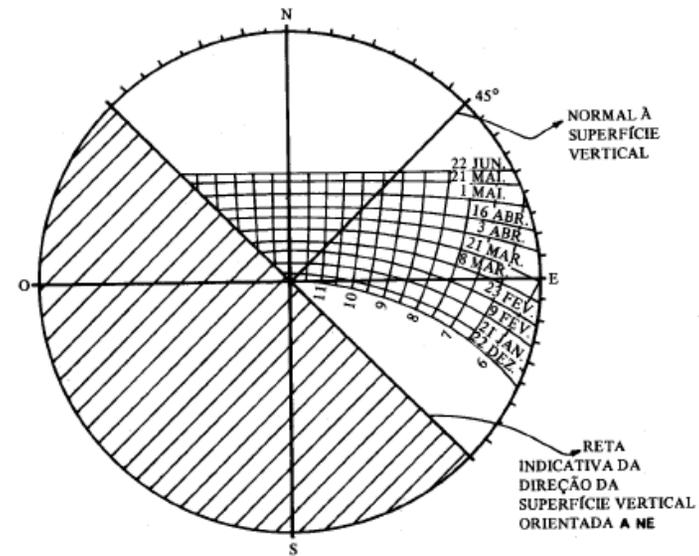
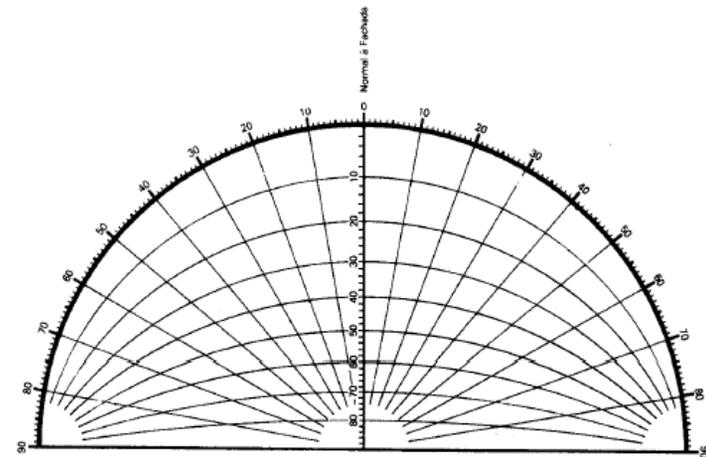


Figura 38. Utilización de la Gráfica solar para definir la mejor orientación en base al asoleamiento. Fuente: Morillón



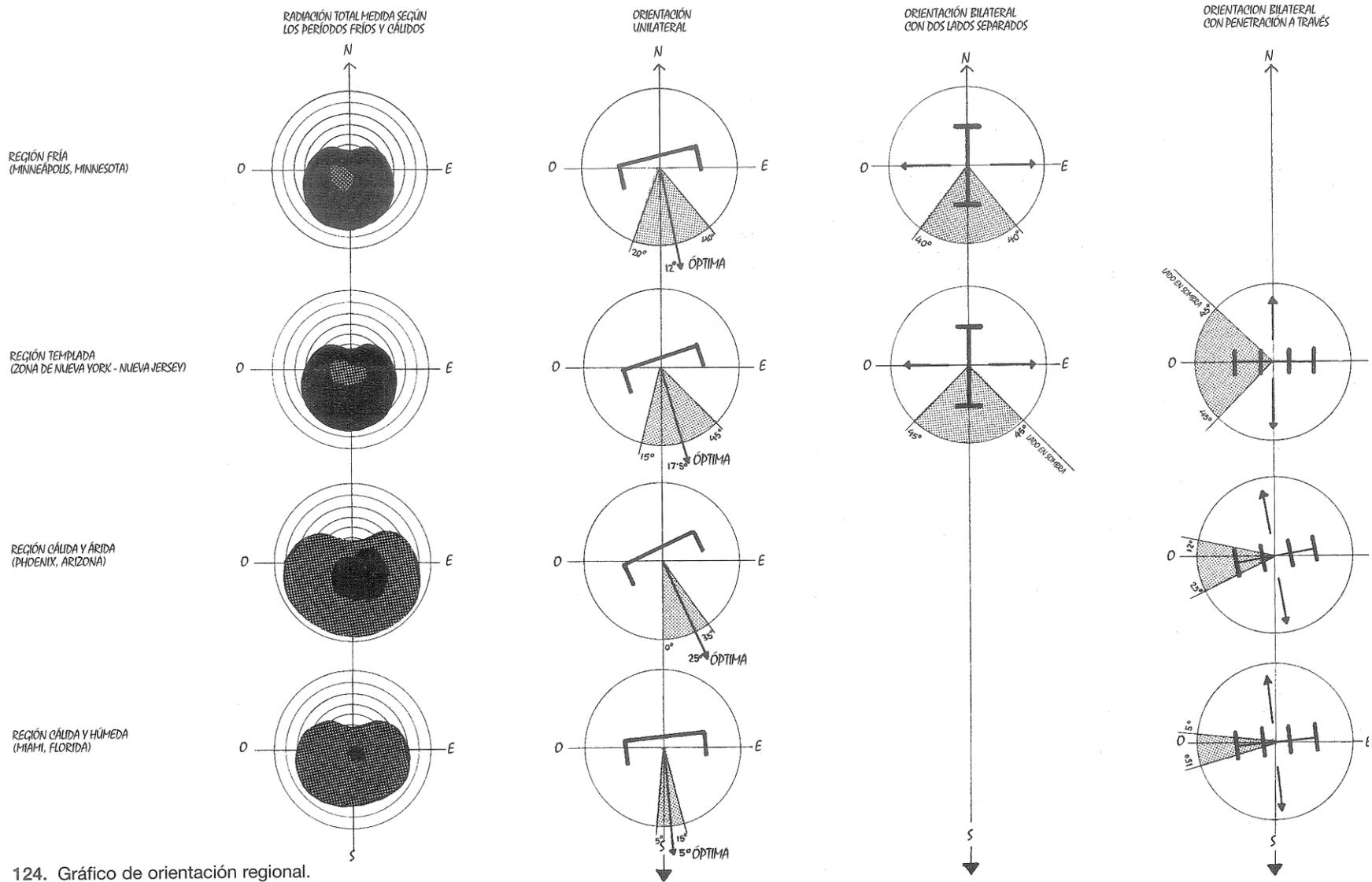


Figura 39. Orientaciones propuestas por Olgyay para cuatro zonas climáticas de EEUU. Fuente Olgyay

4.1.6 Rosa de Vientos

La disponibilidad de vientos es un recurso valioso que el diseñador o proyectista debe conocer o manejar, los datos deben ser obtenidos de estaciones meteorológicas cercanas al sitio, teniendo la consideración que la velocidad del viento posee magnitudes menores a menor altura, por tanto el dato obtenido de la estación meteorológica variará a la magnitud real del sitio, o la altura que la percibe el usuario.

Es por ello imprescindible que el diseñador se familiarice con el comportamiento del viento frente a los obstáculos, en que partes se da una aceleración del mismo y el patrón de fluido que posee, esto se adquiere con la práctica y la experimentación del viento en diferentes formas, ya autores han avanzado en eso, en base a estudios de túneles de viento.

Puede estimarse la velocidad que se obtendrá en el campo, basándose en el dato obtenido de la estación meteorológica, tomando en cuenta el entorno que se tiene en el sitio. En El Salvador, son pocas las estaciones meteorológicas que poseen datos de dirección y magnitud del viento, el SNET nos brinda un mapa con las Elio termas mensuales en donde se ve la magnitudes y sus direcciones, estos datos cruzados con la zonificación bioclimática de El Salvador nos dará una idea del rumbo de los vientos así como de sus magnitudes durante todo el año.

Para este caso específico del análisis de los vientos no nos es útil un promedio de vientos ya que es un recurso cambiante por tanto analizaremos mes a mes para ver el comportamiento de este recurso. Aunque la rosa de vientos se generará por el comportamiento anual.

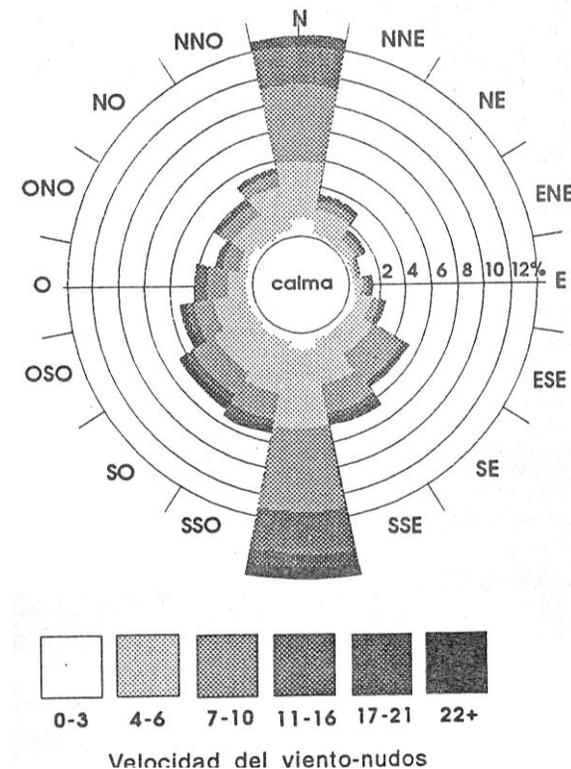


Figura 40. Rosa de vientos
Fuente: Brown

In situ puede graficarse o simularse el comportamiento de estos vientos, retomando los datos climatológicos, ya que los accidentes naturales y construidos, generan cambios de dirección y magnitud, en el emplazamiento.

Para la reducción de la magnitud resultado de la toma de datos de la estación meteorológica a la altura del usuario, existen gráficos que facilitan la conversión aproximada⁹⁷

Conociendo la cantidad de viento disponible en las distintas épocas del año, es posible considerar cuando este debe de ser inducido dentro de la vivienda o alejado de esta, cuando y en que direcciones tendremos vientos fuertes que puedan ser encausados para el aprovechamiento de nuestro proyecto.

Importante y valioso son estos datos, en la planificación ya que permitirán intuir o simular la trayectoria de vientos tanto en planta como en elevación, para garantizar una buena ventilación. Inclusive puede partir de un estudio de los suelos en la planificación, la restricción de alturas o recomendaciones por parte del ente planificador, para garantizar que un proyecto determinado no está perjudicando al resto de construcciones y si lo hace, como tomar medidas correctivas para que se garantice la buena ventilación del espacio, tan importante en climas como los de El Salvador.

⁹⁷ Olgyay, Victor, op cit, pág. 39

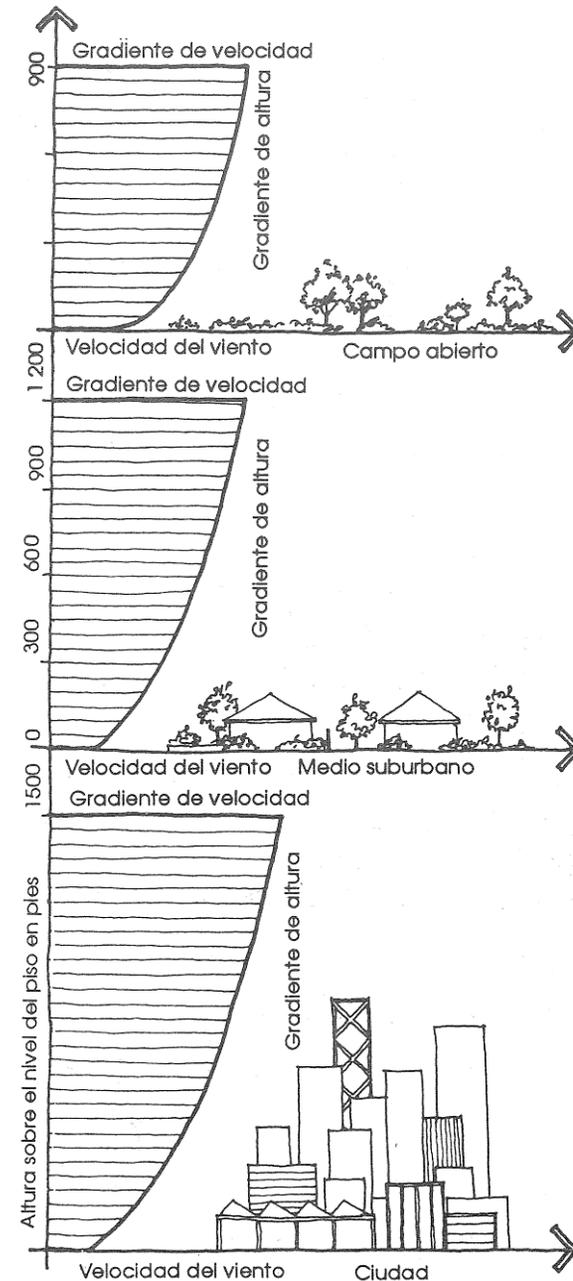


Figura 41. Diagramas para convertir los datos climatológicos del viento al sitio según su altura. Fuente Brown

Koenigsberger y Brown nos brindan esquemas bastante comprensibles de cómo actúa el viento en tres estadios distintos, como son campo abierto, pequeñas construcciones, probablemente poblados pequeños y ciudades con edificios altos, Brown es un poco más gráfico que Koenisgberger, ayudando a entender de manera generalizada como es el comportamiento del viento frente a obstáculos construidos o naturales, sin embargo es de acotar que ambos contemplan ciudades con altos edificios y con una alta densidad, fenómeno que aún no se da en nuestro país de manera generalizada y dónde aún los altos edificios, como respuesta a la saturación urbana no es una respuesta cotidiana, por tanto hay que poner especial atención en el porcentaje de incremento o disminución que se hará de los datos del centro meteorológico.

Ilustraremos diversos ejemplos en elevación y en planta, con el fin de que nos familiaricemos con el comportamiento del viento, para poder elaborar, cuando el diseñador lo requiera, simulaciones de viento de su proyecto específico, recordemos que el viento es un fluido y debe tenerse muy en cuenta la característica de continuidad del mismo, no aumenta ni disminuye la cantidad del viento que se acerca a un obstáculo y la que lo sobrepasa, lo único que cambia es la velocidad con que se comporta con respecto al obstáculo que encuentra.

El recurso viento es algo que como diseñadores debemos de tener en cuenta, garantizar la ventilación dentro de los espacios es vital, para obtener el confort en zonas climáticas

tropicales como la que tenemos en nuestro país, debe ponerse especial atención al entorno y considerar las implicaciones que nuestro proyecto pueda tener para obstruir la circulación del viento a los proyectos circundantes, ya que no existen por hoy en el país una institución que garantice y verifique que un proyecto no perjudicará a otro en materia de viento.

Aún así el entorno puede modificarse para inducir viento de diversas maneras.

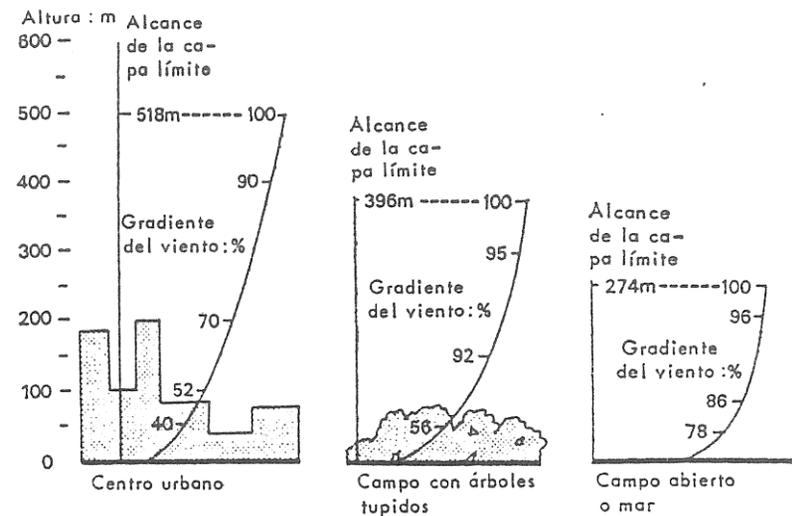


Figura 42. Diagramas para convertir los datos climatológicos del viento al sitio según su altura. Fuente: Koenisgerberger

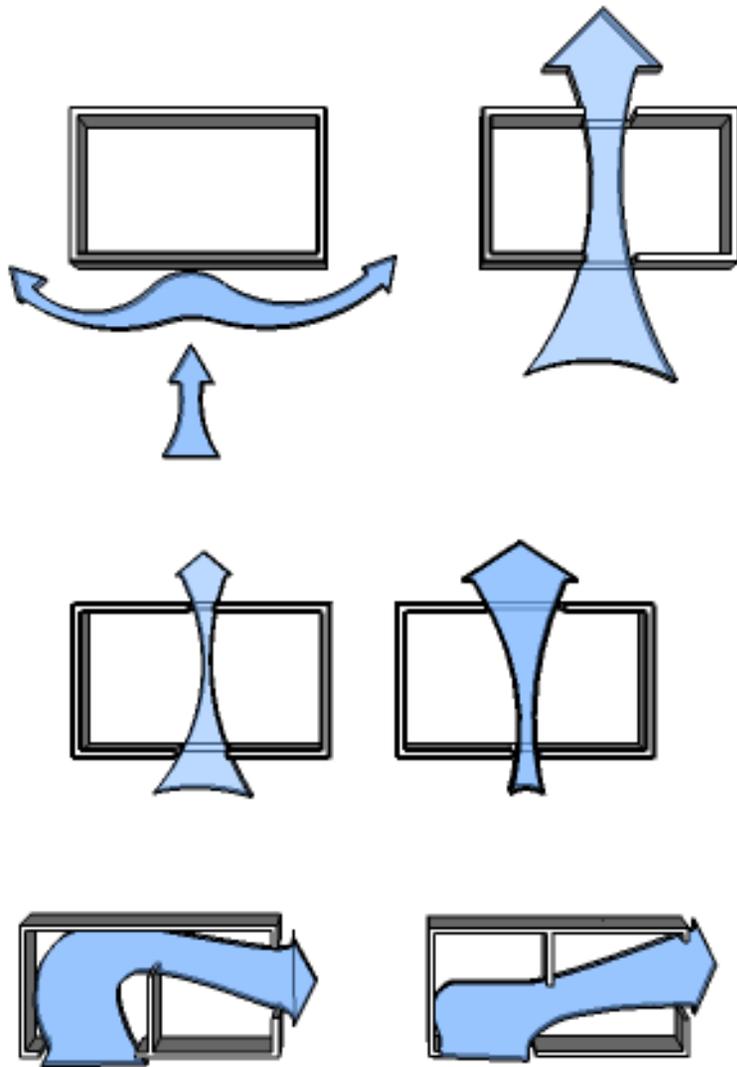


Figura 43. Análisis del comportamiento de los vientos en planta
Fuente: Propia en Base a esquemas de Deffis Caso

El comportamiento del viento al pasar por distintas aberturas generadas en las fachadas que poseen diferencia de presiones para facilitar la ventilación cruzada, el viento sigue leyes básicas de la dinámica de fluidos, las cuales pueden predecirse con la práctica o realizando simulaciones del mismo, para graficar su comportamiento ante los cerramientos.

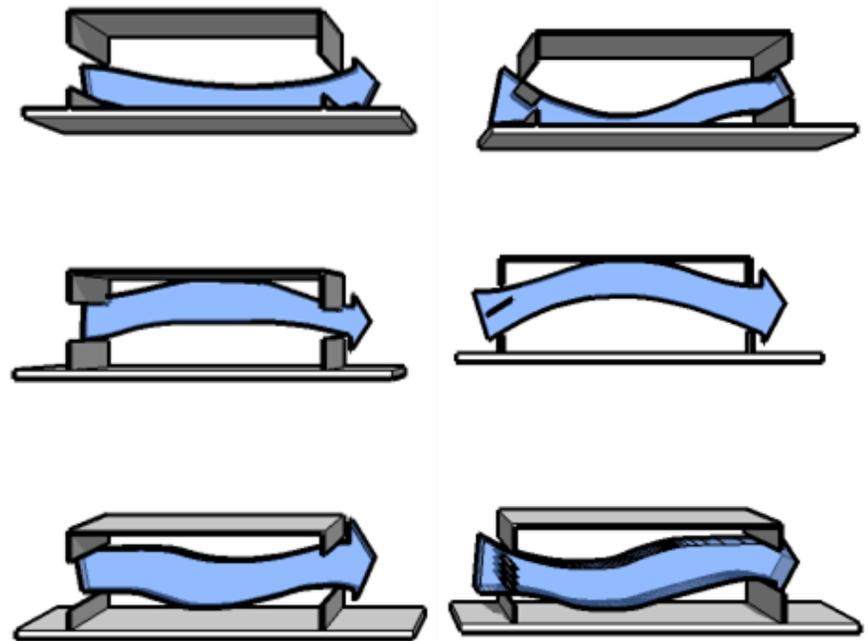


Figura 44. Análisis del comportamiento de los vientos en elevación.
Fuente: Propia en base a esquemas de Deffis Caso

Paralelo al estudio en planta es necesario el estudio en elevación, el primero nos muestra la distribución del aire en el espacio y de forma gráfica la magnitud con la que entra, el análisis en elevación nos muestra cómo afectará al usuario, si este recibirá el viento ya que dependiendo de a qué altura circule el usuario percibirá el efecto del viento y lo ayudará a minimizar el efecto de las altas humedades que tenemos en nuestro país.

La altura de los vanos, así como la presencia o ausencia de aleros u otros elementos modificarán la cantidad y la distribución del viento.

Existe software que realiza el modelado tridimensional del viento, pero para un análisis intuitivo y partiendo que no siempre se requerirá de las herramientas tanto tecnológicas como físicas (túneles de viento) es importante que el proyectista conozca del comportamiento de este fluido.

Hemos visto el comportamiento del viento en planta y en elevación, haciendo énfasis en que los elementos externos condicionan la velocidad y la magnitud del viento que llegará al proyecto, es por ello que al comprender el comportamiento del viento ayudará al proyectista a manejar el entorno preferiblemente a través de elementos naturales para minimizar, encausar o potenciar las corrientes del viento que se verifican en

el sitio, de estos que Figura

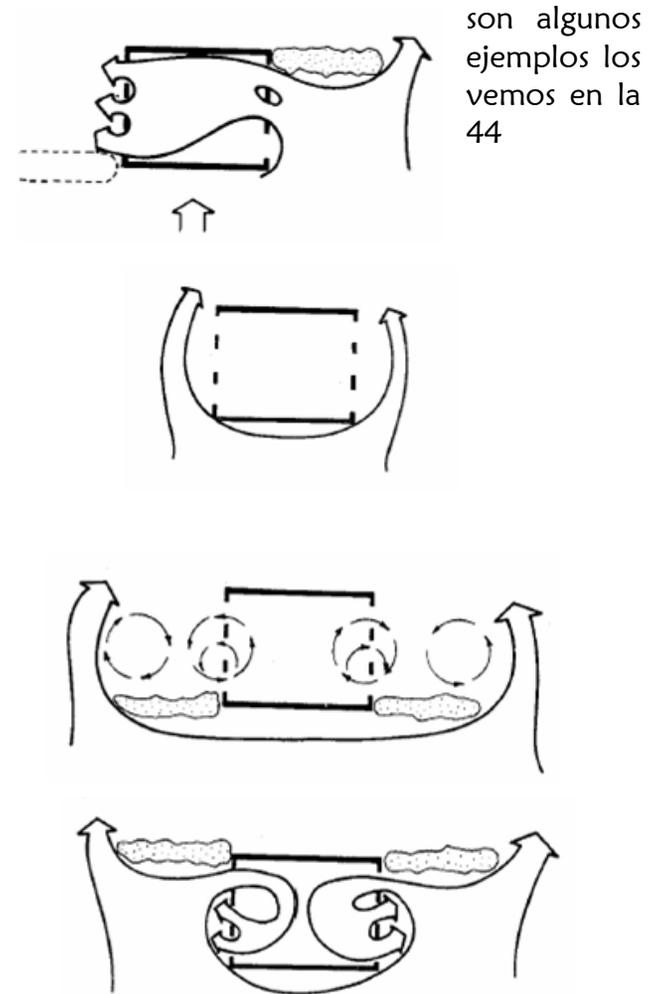


Figura 45. Análisis del manejo de barreras naturales para el encauzamiento del viento. Fuente Deffis Caso

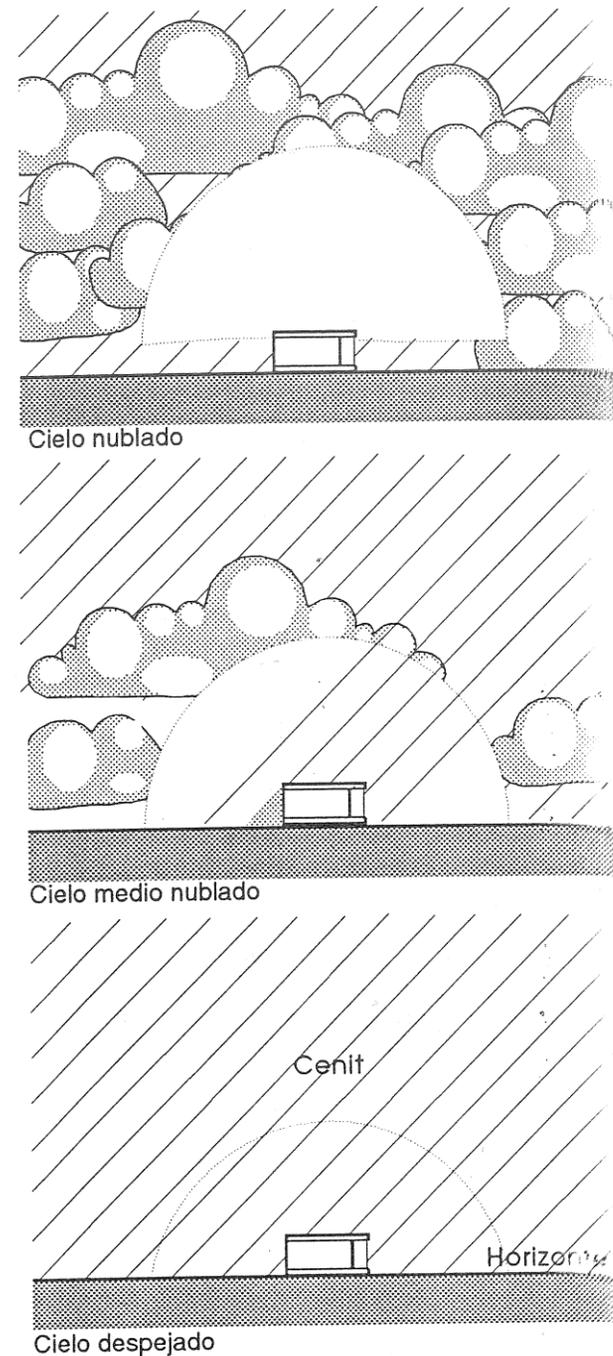
4.1.7 Disponibilidad de Iluminación.

La disponibilidad de iluminación, recurso importante para garantizar el buen funcionamiento del espacio, la cantidad de iluminación necesaria vendrá dada por dos condicionantes, la natural y la funcional, la primera definida por la latitud en la que se ubica nuestro país, el cual se encuentra en una de las zonas del planeta que posee mayor cantidad de horas de luz al día, esta condición puede verse modificada en el sitio por el entorno natural y el entorno construido, la segunda condicionante viene determinada, por las necesidades inherentes del espacio proyectado, ya sea este una vivienda, un hospital, un teatro, un cine o un museo, es esto lo que finalmente la cantidad de luz que necesitaremos y las estrategias a utilizar para controlarla.

En El Salvador, el proyecto SWERA, arroja importantes datos sobre la disponibilidad de este recurso, así como el mapeo necesario para poder analizar cada zona establecida en este estudio, cruzando la información de la disponibilidad del recurso, con el de las distintas zonas, se tendrá una idea clara, de la cantidad de horas luz al día por cada mes del año.

Así como el recurso viento disponible en cada zona, si bien es cierto SWERA tenía como fin, establecer el potencial eólico y fotovoltaico del país, los resultados son de gran beneficio, para el proyectista.

Figura 46. Gráfico que muestra las distintas condiciones del cielo según la cantidad de nubosidad, la cual condiciona la iluminación. Fuente Brown



Paralelo a esto es necesario conocer las condiciones del cielo, el cual definirá si la radiación es total, directa o difusa, , esto puede llevarse a cabo mediante complicados cálculos estadísticos o mediante formas gráficas, Olgyay propone una serie de gráficos de su propia elaboración, el cual permite conocer para cualquier orientación, los efectos de los tres tipos de radiación⁹⁸

El estado del cielo, datos obtenidos del SNET, es necesario, para conocer la cantidad de días despejados, medio nublados y nublados, algunos autores como Puppó, proponen, para este análisis manejar el cielo por octavos y plantearlo como nublado, medio nublado o despejado, La Dirección de Meteorología del SNET, calcula estos mismos estados, del cielo pero por décimos de cielo cubierto, lo cual para efectos de análisis, no es de relevancia, ya que al final se definen tres estados de cielo.

En la gráfica se muestra un ejemplo de la clasificación del cielo por sus condiciones de nubosidad para la ciudad de Salem, esto sirvió para ver qué porcentaje del tiempo se contaría con una buena iluminación natural, en nuestro país esta se da casi todo el año, pese a poseer cielos nublados en la época lluviosa, sin embargo está garantizada una buena iluminación natural, la mayor parte del tiempo.

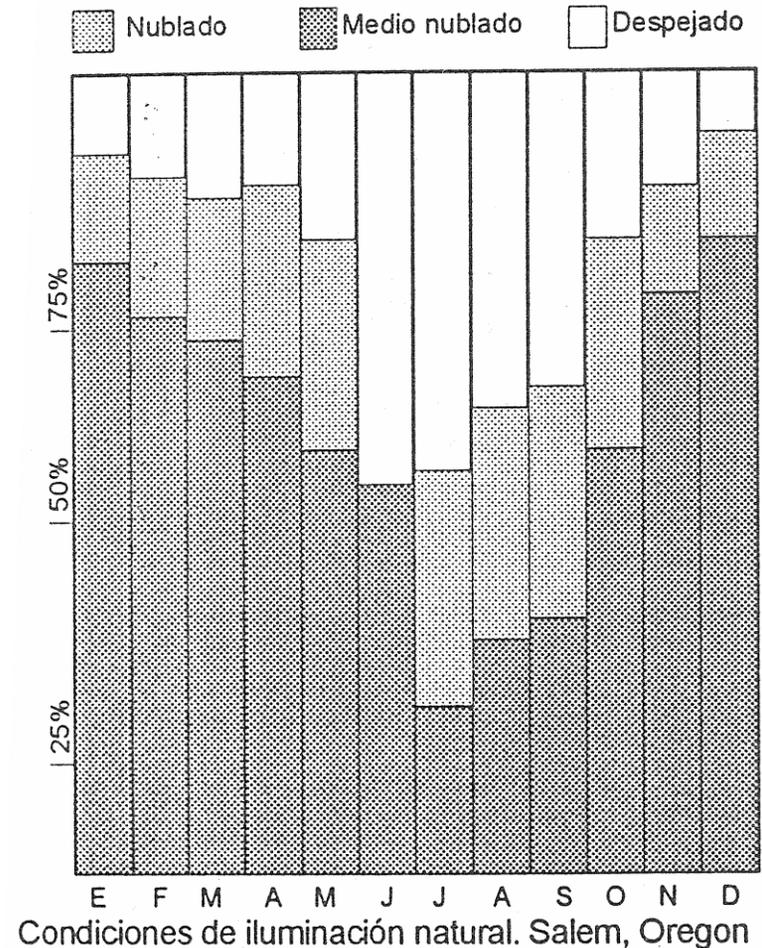
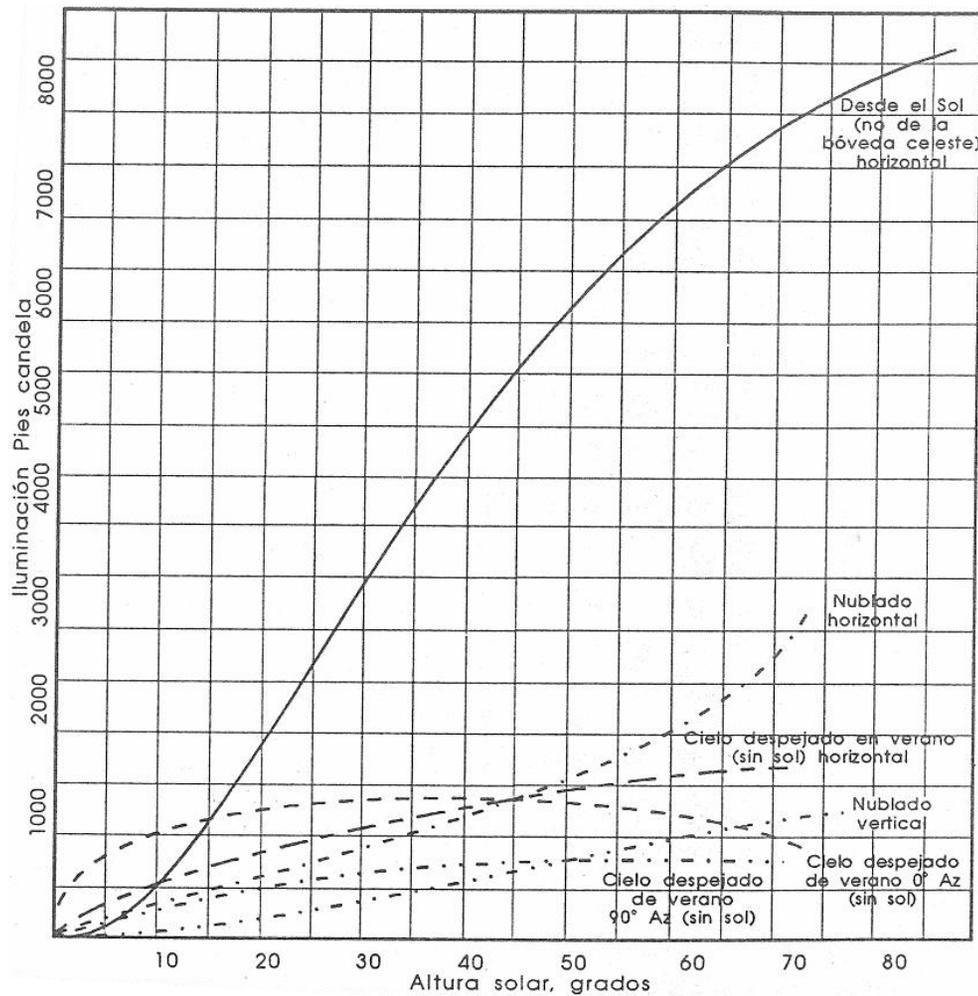


Figura 47. Gráfico que muestra el porcentaje de días despejados en Oregon, Fuente; Olgyay

⁹⁸ Olgyay, op cit, pág. 37



El cielo nublado es tres veces más brillante en el cenit que en el horizonte y la iluminación es igualmente distribuida alrededor del cenit. Por esto lo alto de la bóveda celeste es la fuente de mayor iluminación.⁹⁹

El cielo despejado es menos brillante, sin incluir el sol, que el cielo nublado, la distribución de la luz del cielo despejado, con excepción del sol y del área inmediata circundante, es opuesta a aquella de cielo nublado, tres veces más brillante en el horizonte que en el cenit. La iluminación de un cielo despejado, varía con la posición del sol, la estación y la cantidad de vapor de agua de la atmósfera.¹⁰⁰

Un cielo medio nublado, posee la luz directa y reflejada de las nubes disponibles al mismo tiempo. Los grados de nubosidad y humedad de los trópicos son bastante elevados lo que contribuyen a reducir los saltos térmicos durante el día y obtener temperaturas constantes durante todo el año.

⁹⁹ Brown, G. Z, op cit

¹⁰⁰ idem

4.2 HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN

Al igual que las herramientas de análisis, cuyo fin primordial es brindar al proyectista una idea general del entorno que ocupara el proyecto a nivel macro regional, como micro regional, organizando los datos climáticos de forma que tengan una relación o aplicación directa al diseño arquitectónico, de igual manera existen una serie de herramientas cuyo fin es estimar las aportaciones de calor interna, ya sean estas del usuario, equipo o iluminación artificial, e inclusive hasta las aportaciones hechas por los materiales a utilizar, conociendo las condiciones externas, conocer estas aportaciones permite al proyectista tener una aproximación del futuro comportamiento del proyecto y/o evaluarlo una vez construido. Los datos que brindan las siguientes herramientas que nos permiten conocer los aportes de calor, están basadas en normas internacionales o investigaciones de campo de otros autores, dichos datos como primer acercamiento del proyectista, nos serán de utilidad, aunque desde ya, nos brinda un panorama de un área del diseño bioclimático que será necesario darle vigencia y aplicabilidad a nuestras latitudes, con el fin de ratificarlas, modificarlas o ampliarlas para que tengan plena vigencia a nuestra realidad.

Estas herramientas de evaluación son:

- **Ocupación.**
- **Iluminación Eléctrica.**
- **Equipo.**

4.2.1 Ocupación

Como vimos ya, nuestro cuerpo genera calor, y una persona en total reposo, produce un coeficiente de calor llamado, coeficiente basal, que es el calor producido por nuestro cuerpo, al realizar los procesos para mantenernos con vida, por tanto la ocupación, tendrán un lugar primordial para el análisis de los aportes de calor del proyecto y las estrategias de climatización para llevarlo a los rangos de confort.

El uso del espacio estará directamente relacionado en el análisis de estas herramientas, el cual nos indicará la actividad y la ocupación aproximada que tendrá el mismo.

Según G.Z. Brown, el calor y la humedad producida por los ocupantes, está directamente relacionada con su sexo, su edad, su ocupación entre otros,¹⁰¹ y menciona que a la hora de evaluar solo se tomarán en cuenta la ganancias de calor sensible, la cual aumenta la temperatura del aire, se tomará en cuenta sólo esta debido a que la mayoría de sistemas de enfriamiento pasivo, no pueden eliminar el vapor de agua del aire, por tanto no se tomarán en cuenta.

A esta carga adicional se le llama “calor latente” y es la aportada por la humedad producida por el ocupante y

¹⁰¹ G.Z. Brown, Op cit

que provoca que el aire pueda enfriar conectivamente al ocupante al tener menor capacidad de absorber humedad.

La aportación de calor sensible del usuario se medirá en BTU (unidad térmica británica) que se obtiene del factor de ocupación por la ganancia calorífica de cada persona y se expresará en BTU/hr.

$$F_o \times G_{cs} (N) = AT_{cs}$$

Donde:

F_o= Factor de Ocupación.

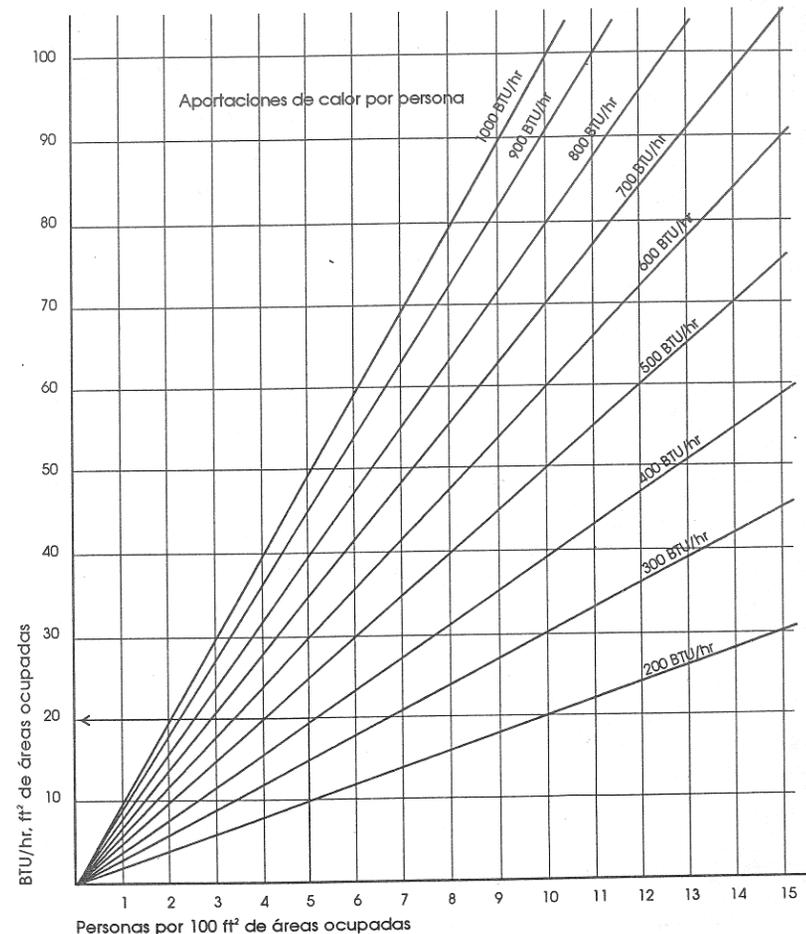
G_{cs}= Ganancia de Calor Sensible.

N= Número de ocupantes.

AT_{cs}= Aportación Total de calor sensible.

Dicha ocupación podría analizarse, bajo dos condiciones, tomando las horas pico de ocupación o las horas de ocupación promedio, la cual nos indicaría el comportamiento promedio, del calor aportado por el usuario, como promedio en todo el día, aunque sería, más oportuno, evaluarlo en sus horas de ocupación máxima, para diseñar las medidas en las condiciones más desfavorables, y siendo la arquitectura bioclimática, una arquitectura cambiante en el rango de confort que ofrece, sería lo más apropiado, recordemos que una temperatura estable, por medios pasivos no la

obtendremos nunca, pero si temperaturas en un rango aceptable, que nuestro cuerpo pueda aceptar como confortables.



4.2.2 Iluminación eléctrica.

Pese a que el Diseño bioclimático, busca primar la utilización de luz natural frente a luz artificial, es innegable para el proyectista conocer que según el uso del proyecto y las horas luz disponibles por día deberá usarse parcial o totalmente luz artificial.

Es por ello que es necesario conocer como la iluminación artificial aportara calor y en qué cantidades.

El gráfico para conocer la cantidad de calor que aporta la iluminación eléctrica es necesario conocer el nivel de iluminación que necesitamos en nuestro espacio y este se encuentra relacionado con la ganancia de calor en BTU/hr mediante alguno de los diferentes tipos de iluminación utilizada.¹⁰²

4.2.3 Equipo.

De la misma forma, que las personas y la iluminación son fuentes de calor, de la misma manera el equipo utilizado en el espacio generará calor, y este será un aporte importante, hoy en día que la mayoría de espacios, habitados por el hombre, poseen equipos que ayudan a realizar nuestras actividades diarias, G.Z. Brown, nos da una tabla donde se enlistan espacios específicos, sin embargo el determinar el aporte de cada equipo sería de

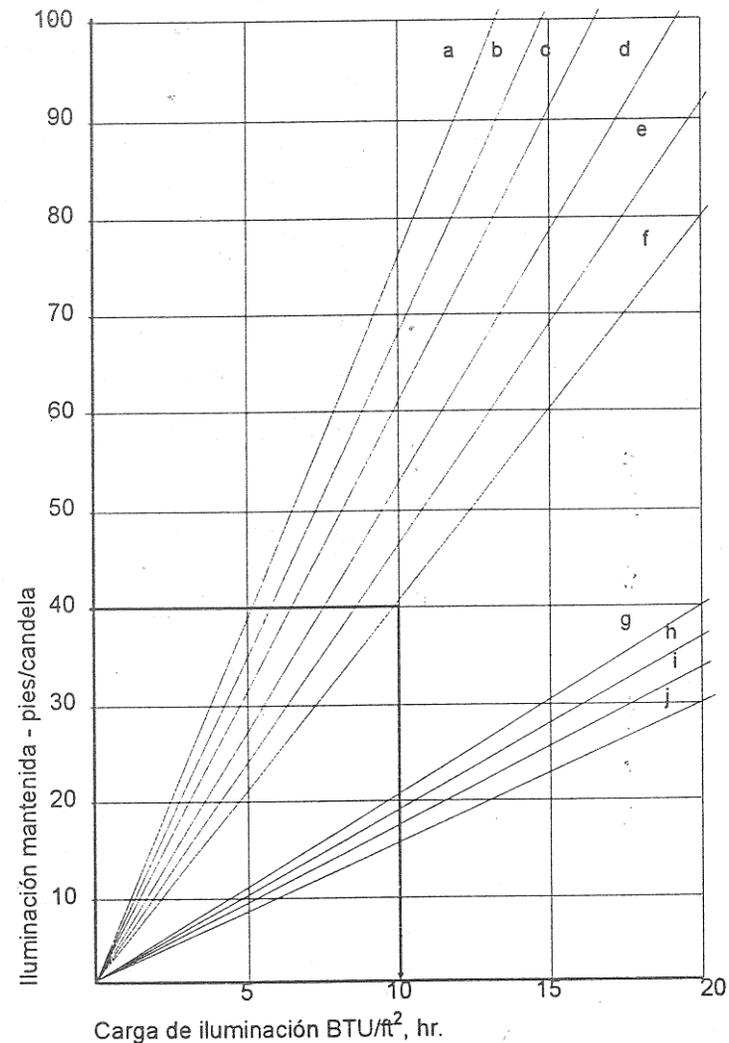


Figura 50. Aportes de calor por la iluminación existente Fuente: Brown

¹⁰² G. Z. Brown op cit.

mayor utilidad al diseñador, ya que los espacios no serán en todo caso estándar, y en el programa de necesidades, puede determinarse la cantidad de equipo que necesitará cada espacio.

Teniendo un listado de la cantidad de calor que genera cada equipo, se simplificará y se potenciarán los datos de ganancias de calor, que al igual que la ganancia de personas, puede calcularse una ganancia total por espacio y otra por proyecto.

$$\Sigma G_{eq} = E_{q1}(G_{eq1}) + E_{q2}(G_{eq2}) + \dots + E_{qn}(G_{eqn}).$$

Definidas las Herramientas de diseño y conociendo su funcionamiento es imprescindible darles una practicidad a los datos ingresados en ellas, la interpretación de esta información nos ayudará a tomar las estrategias de diseño adecuadas para generar confort en el espacio proyectado.

Como clasificación general climática, definimos en nuestro marco conceptual, que El Salvador pertenece a la clasificación de climas cálidos-húmedos, una clasificación bastante amplia pero conveniente para los fines que necesitamos, el plotear los valores de humedad relativa máximas y mínimas, así como el de las Temperaturas máximas y mínimas en la carta bioclimática nos permite conocer el comportamiento de las distintas zonas Bioclimáticas de nuestro país, estas condiciones climáticas que arrojan las distintas cartas, ubican a la mayoría de municipios de El Salvador en esta clasificación general.

Por tanto podemos definir con esto, líneas de estrategias de diseño generales, para nuestro país, aclarando que serán utilizadas según las necesidades particulares del sitio, pero que servirán al proyectista como un respaldo de las posibilidades que tendrá para conseguir el confort térmico, según las distintas variabilidades climáticas de nuestro país.

Podemos así definir las siguientes Estrategias de Diseño Generales.

➤ Control Térmico

1. Enfriamiento.

➤ Control de Humedad

1. Deshumidificación.

➤ Control del Viento

1. Filtración.
2. Encauzamiento.

➤ Control o Captación Solar

Estas serán aplicadas a cada una de las zonas según lo necesiten y basándose en la información obtenida de las cartas bioclimáticas de cada una de ellas, vamos entonces a definir los municipios en los que utilizaremos algunas herramientas que nos brindarán las estrategias de diseño necesarias, previo al estudio de cada zona definiremos estrategias puntuales de diseño urbano que generarán el contexto en el cual se insertará cada una de las zonas.

5.1 ESTRATEGIAS URBANAS

La planificación urbana es de mucha importancia a la hora de buscar la eficiencia del diseño bioclimático, ya que si la planificación urbana considera las condiciones naturales del sitio donde se desarrollará el crecimiento urbano e inclusive se toman en cuenta para la planeación del crecimiento de la misma, garantizará que el diseño bioclimático sea más congruente a la hora de llevar a cabo, es por ello que tomaremos en cuenta algunas condicionantes a la hora de definir las estrategias de diseño, entre estas se tomarán en cuenta: el sitio, la orientación, el trazo, la densidad y el paisaje.

Sitio.

Se recomiendan las partes elevadas para aprovechar los vientos dominantes

Orientación.

Preferir las pendientes hacia el Norte y el Oriente, para recibir menos radiación.

Trazo

El trazo de calles con acceso a los espacios habitados debe preferirse al poniente para que facilite la orientación nortesur.

Densidad

El dejar espacio entre los proyectos de edificación facilitará la ventilación y garantizará que el recurso esté disponible para todos.

Paisaje

Incorporación de vegetación como barreras para canalizar el viento y generar sombras para la protección del espacio proyectado.

La disposición debe ser más orgánica que rígida, aprovechando la topografía natural y las vistas.

5.2 ESTRATEGIAS ARQUITECTÓNICAS

Definidos las estrategias generales para el diseño urbano podemos entrar al detalle de las estrategias por cada una de las zonas.

El análisis de la carta bioclimática se ha practicado para cada una de ellas, eligiendo un municipio de cada zona, el que mayor recurso de información climática posee.

El Salvador posee 25 estaciones meteorológicas principales en el país, de estas no todas registran todos los datos que le interesan al diseñador, muchas de ellas los registran pero estos no son procesados, como es el caso de las variaciones de temperatura o humedad relativa diaria, es por ello que estos municipios fueron escogidos por la cercanía de estaciones que brindaran los datos climáticos necesarios para su análisis.

De cada zona climática se hará una evaluación a través de la carta bioclimática de Olgyay¹⁰³ para definir en parámetros generales los requerimientos de climatización, esto servirá de base para elaborar el calendario de necesidades climáticas¹⁰⁴ para posteriormente conocer la disponibilidad de recurso viento¹⁰⁵ a través de la rosa de vientos y la disponibilidad de radiación solar por medio del mapeo de intensidad y cantidad de horas luz¹⁰⁶.

Esto nos ayudará en primer lugar a establecer las estrategias generales con las que se puede abordar las primeras etapas del diseño, segundo poder apreciar la diferencia que existe en cuatro municipios de diferentes zonas, en cuanto a su comportamiento climático y por tanto a las estrategias necesarias, en las variaciones térmicas que se verifican a lo largo de todo el año, que porcentaje del tiempo, se encuentran en la zona de confort y qué cantidad de tiempo se encuentran fuera de esta ya sea por necesidad de viento y sombra o por la necesidad de calor.

Los municipios seleccionados para realizar el análisis fueron:

Municipio	Zona
Acajutla	A ₃ B ₁
Ilopango	A ₂ B ₂
San Ignacio	A ₁ B ₂
Juayúa	A ₂ B ₁

“...apreciar la diferencia que existe en cuatro municipios de diferentes zonas, en cuanto a su comportamiento climático y por tanto a las estrategias necesarias, en las variaciones térmicas que se verifican a lo largo de todo el año y que porcentaje del tiempo, se encuentran en la zona de confort y qué cantidad de tiempo se encuentran fuera de esta ya sea por necesidad de viento y sombra o por la necesidad de calor..”

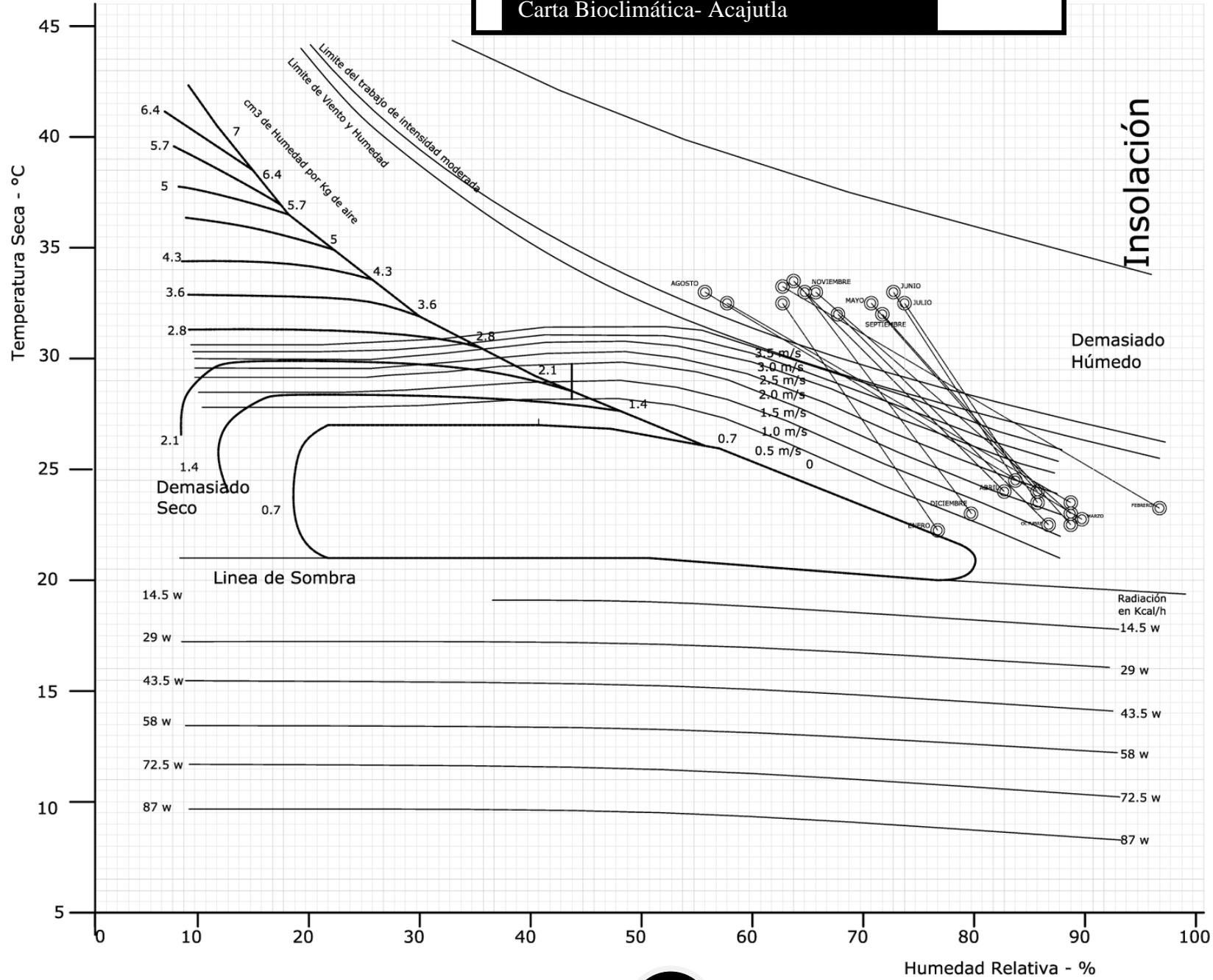
¹⁰³ En base a datos Climatológicos proporcionados por SNET

¹⁰⁴ ídem

¹⁰⁵ En base a datos obtenidos por el proyecto SWERA

¹⁰⁶ ídem

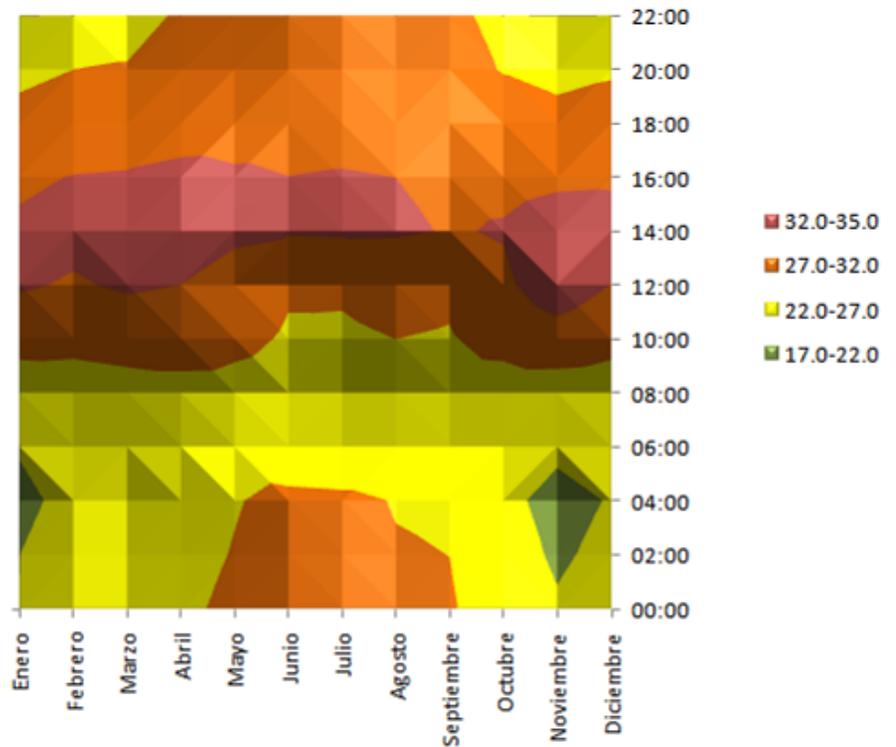
Carta Bioclimática- Acajutla



El ploteo de los datos máximos y mínimos de Temperatura y Humedad relativa, dejan entrever claramente que durante todo el año Acajutla está fuera de la zona de confort, aunque buena parte del año puede ser llevado a la misma con la buena utilización de sombra y viento, es decir que los requerimientos de sombra son todo el año, así como de viento en distintas magnitudes.

La gráfica muestra claramente que las temperaturas máximas de todo el año, no pueden ser contrarrestadas con viento y sombra, por tanto serán necesarios sistemas híbridos o complementarios para poder satisfacer las necesidades climáticas.

Recordemos también que la sensación térmica posee un fuerte componente de aclimatación al sitio, por lo tanto es de esperarse que los residentes estén acostumbrados a sentirse confortables en límites un poco superiores a los establecidos, esto debe ser retroalimentado con una investigación que busque establecer los límites de confort, local, al menos para cada una de las zonas.



En el cuadro de necesidades climáticas podemos observar que existe una muy buena cantidad del tiempo que la temperatura fluctúa entre los 22°C y los 27°C, que es el rango que hemos definido como confortable, sin embargo el cuadro de necesidades climáticas nos muestra sólo la variación de la temperatura a lo largo de un día promedio, y nos sirve para saber que disponibilidad del recurso sol existe.

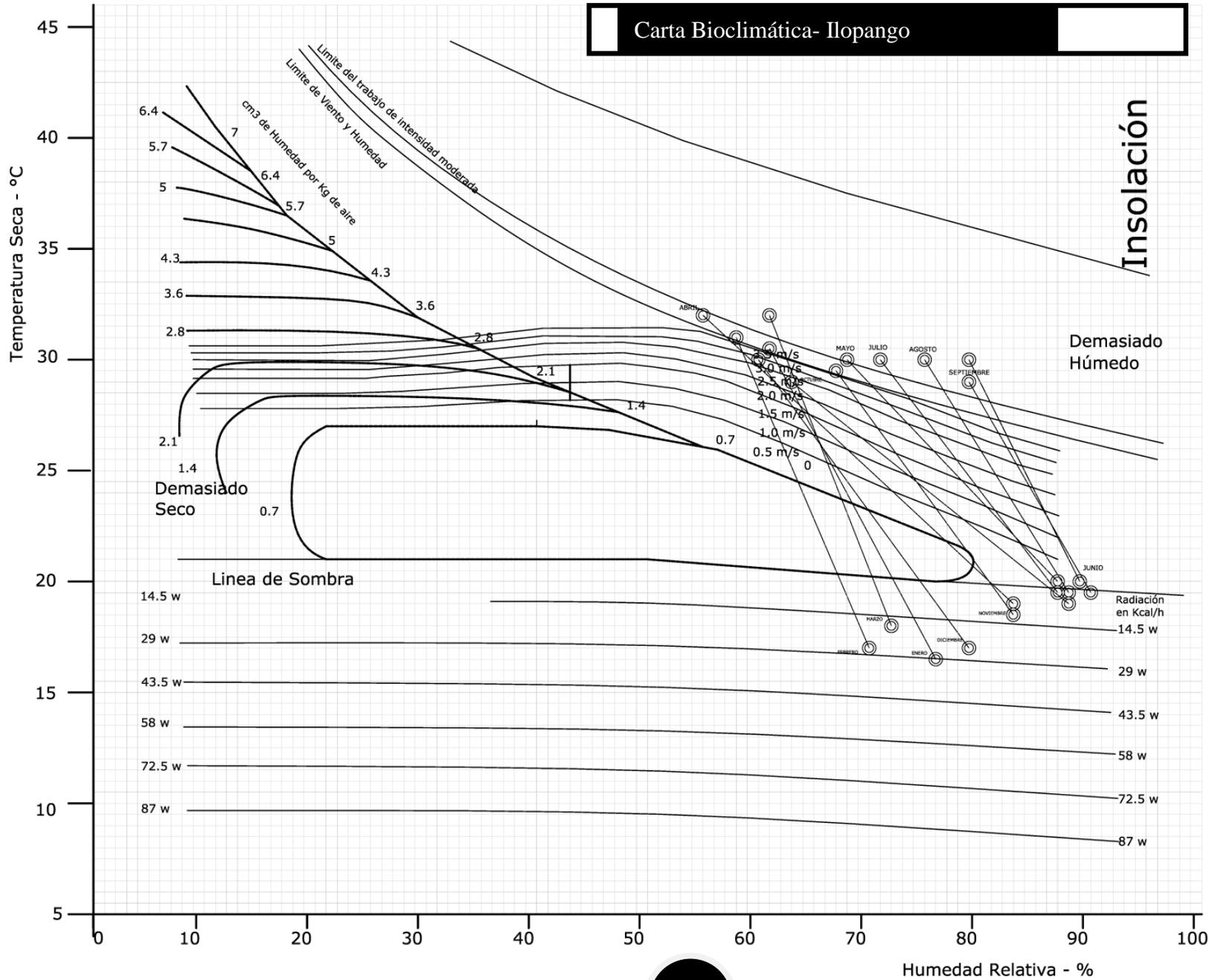
El rango de temperatura esta dentro del rango confortable desde horas de la madrugada hasta aproximadamente las 10:00am, sin embargo esta no puede ser totalmente confortable debido a los altos contenidos de

Humedad, los cuales según la carta bioclimática serán corregidas por el viento.

En el país no existen registros de viento del municipio de Acajutla, pero podemos asumir que los vientos dominantes son las de una región costera, de la zona costera al valle por el día y en el sentido contrario por la tarde.

Es decir vientos dominantes con rumbo norte y sur.

Carta Bioclimática- Ilopango

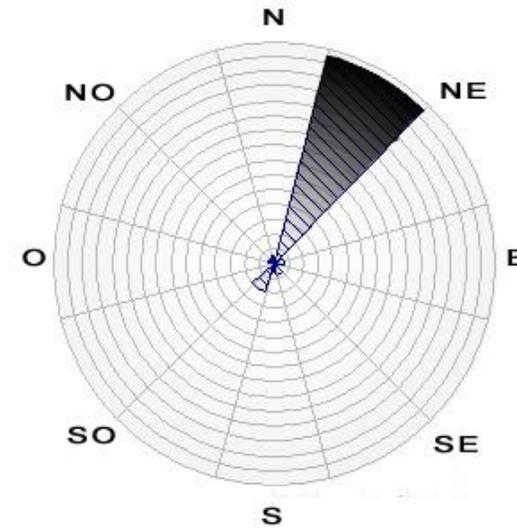
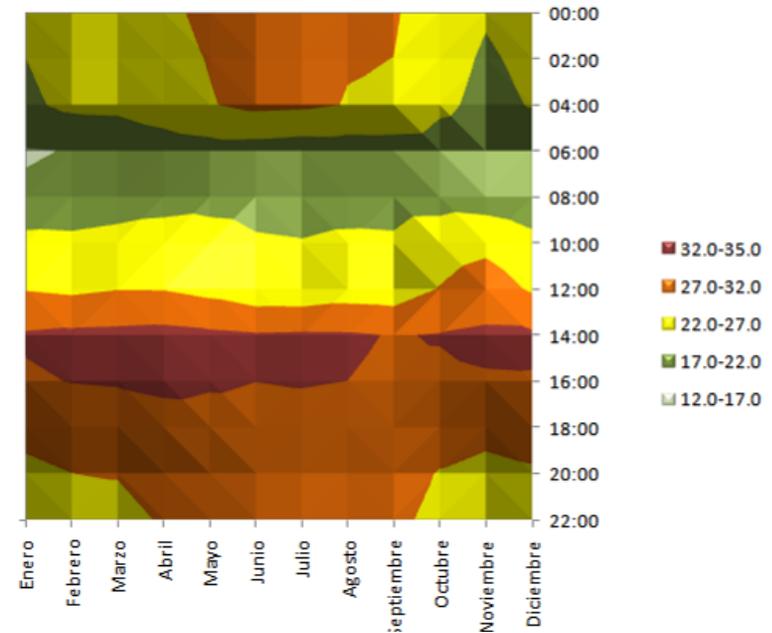


El gráfico del municipio de Ilopango pertenece a la zona donde se encuentra la mayoría de municipios del país, por tanto se podría inferir que el comportamiento de los mismo variará pero en rangos muy pequeños el comportamiento general. Durante todo el año, el tiempo que permanece en la zona de confort es bastante pequeño aunque los períodos del año en que se encuentran fuera de la zona de confort pueden ser corregidas por medios pasivos, la principal estrategia será potenciar el enfriamiento por vientos debido a los altos contenidos de humedad que se presentan.

La carta nos muestra que hay momentos durante el año en que son necesarias alguna cantidad de calor por radiación aunque, probablemente estos momentos se presenten en horas de la noche y de la madrugada donde el recurso sol no esté disponible, sin embargo colectores de calor que irradian las cantidades necesarias pueden ser concebidos como una estrategia. La carta bioclimática nos indica la medida correctiva, pero la estrategia para tenerla disponible en el momento necesario es tarea del proyectista.

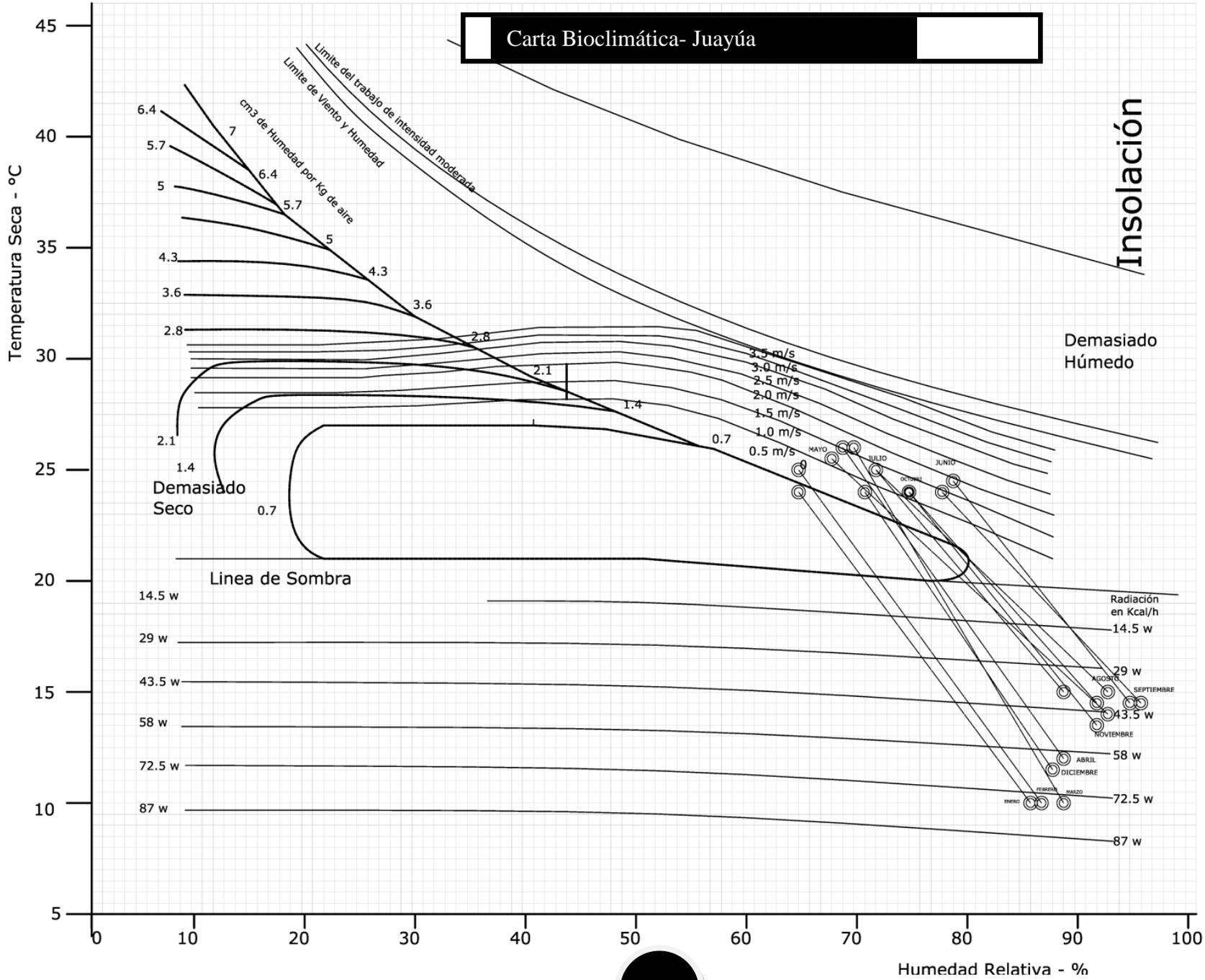
En el cuadro de necesidades bioclimáticas apreciamos claramente que existen períodos de tiempo donde la temperatura está dentro o por debajo del rango de confort, esto ocurre prácticamente durante todo el año, entre la madrugada y aproximadamente el medio día, la temperatura se encuentra dentro del rango de confort, una vez más es la humedad la que no permite que esta sensación de confort sea percibida, ya que los fuertes contenidos de humedad limitan que el usuario intercambie calor por evaporación.

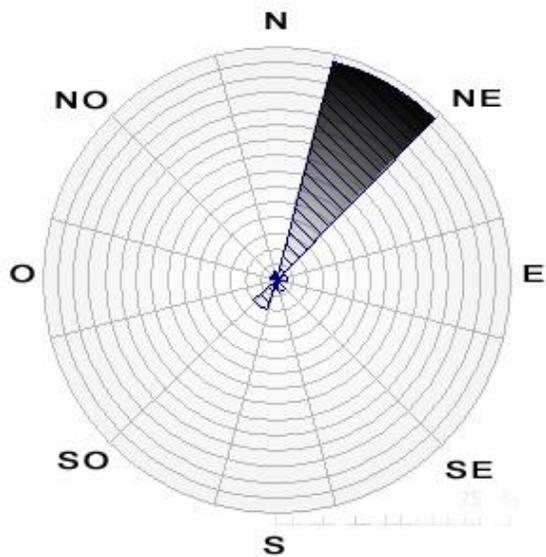
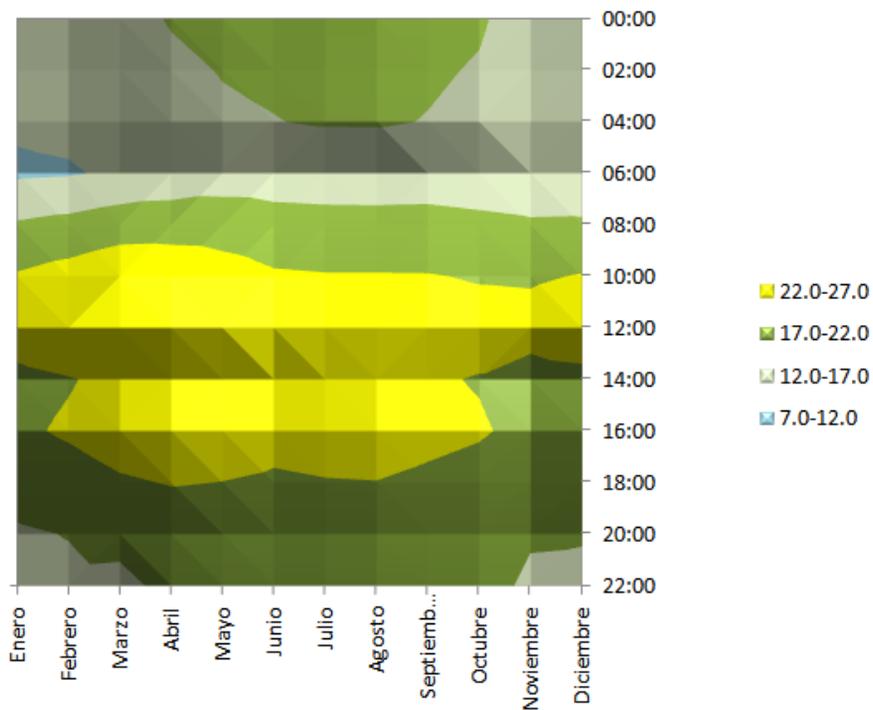
En la rosa de vientos para Ilopango¹⁰⁷ los vientos son predominantemente NNE durante todo el año, en magnitudes considerables



¹⁰⁷ Tomada de los Resultados del proyecto SWERA

Carta Bioclimática- Juayúa





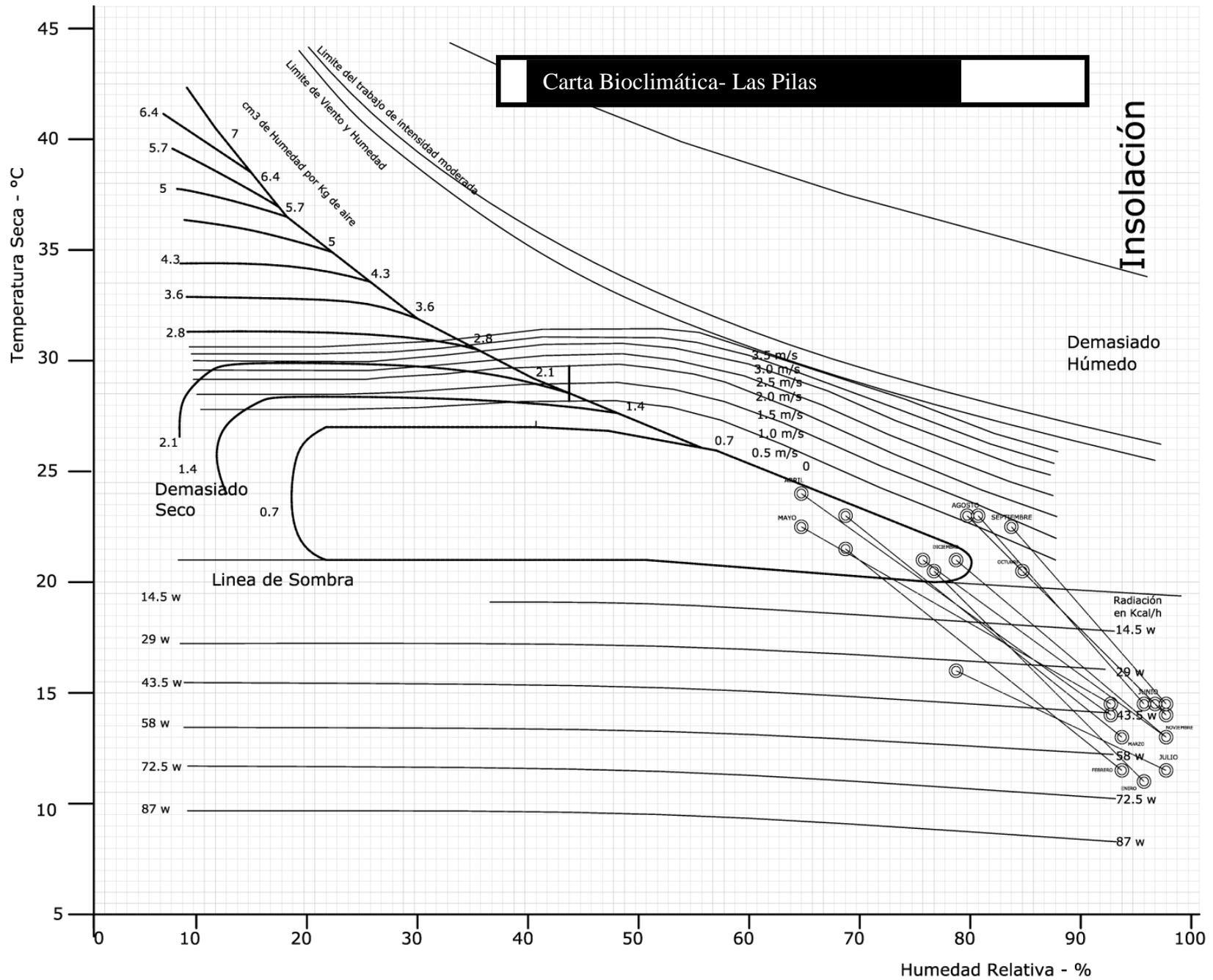
El municipio de Juayúa pertenece a una de las zonas que poseen menor número de municipios y su comportamiento difiere de la mayoría de municipios en las fuertes cantidades de humedad y registros de temperatura ligeramente menores.

La cantidad de tiempo en la que se encuentra dentro de la zona de confort es relativamente poco durante todo el año y podemos observar claramente que la necesidad principal será la de calor, aunque con fuertes contenidos de humedad, por lo tanto la ventilación será siempre importante o mecanismo de des humidificación, las bajas temperaturas que pueden llegar a verificarse ayudan a que la humedad no sea tan incómoda como en zonas de altas temperaturas, Básicamente las estrategias radicarán en la ganancia de calor de forma directa, indirecta o aislada y en aprovechar el recurso viento en las horas del día en que sea necesario.

Juayúa permanece dentro de la zona de confort, o bajo esta durante todo el año, sin embargo en períodos específicos, sobre todo durante los períodos de la tarde, la humedad puede llegar a ocasionar que la percepción del usuario no sea esta y es allí cuando necesitaremos contrarrestar esta sensación con vientos.

La disponibilidad del viento queda clara con la rosa de vientos, que al igual que en la mayoría de municipios de El Salvador son predominantemente del Norte.

El resto del tiempo será necesario captar radiación y almacenarla ya que según el calendario climático el municipio registra temperaturas bajas durante horas que el calor por radiación solar no es posible.



El municipio de San Ignacio es uno de los municipios del país donde se registran las temperaturas más bajas, encontrándose otros municipios, sólo en Morazán y en el mismo Chalatenango.

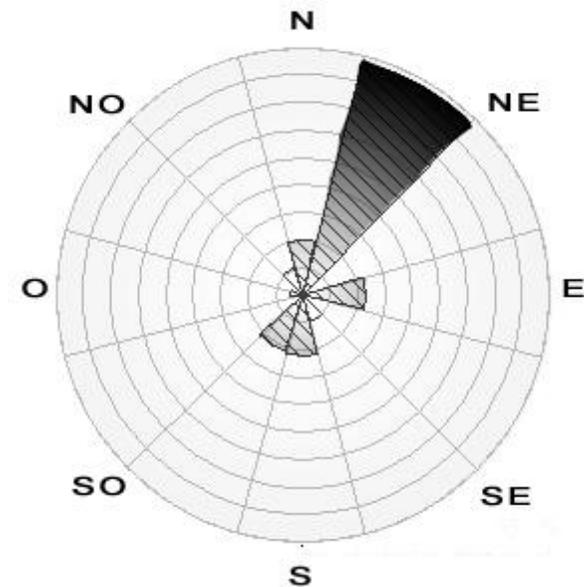
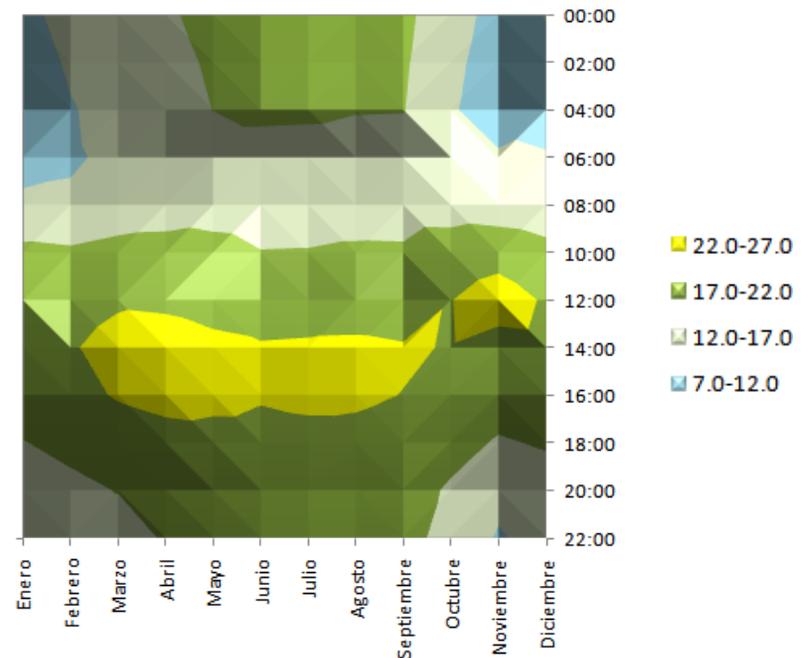
Los requerimientos climáticos son básicamente de ganancias de calor y en menor medida de vientos, por el contrario, tendrá que protegerse de este para disminuir los efectos de las bajas temperaturas.

En algunos tramos del año, la temperatura se encuentra en la zona de confort, probablemente en horas donde la radiación solar es mayor y las bajas temperaturas pueden ser toleradas por las ganancias de calor por medio de la radiación.

Los fuertes contenidos de humedad siguen siendo una condicionante, es por ello que a pesar de verificarse bajas temperaturas, seguimos perteneciendo a climas tropicales, por los fuertes contenidos de humedad y las marcadas épocas lluviosa y seca.

Según el calendario climático las horas en las que podemos ubicar la temperatura dentro de los rangos de confort establecidos es muy poca, generalmente a horas del medio día donde el efecto de calentamiento de los rayos del sol ha hecho su efecto.

El potenciar la captación solar y el almacenamiento de la misma es fundamental, así como el viento para reducir la humedad de los espacio, recurso que debe ser tratado con mucho cuidado ya que las bajas



temperaturas y vientos dentro de los espacios, puede llegar a incomodar al usuario.

5.2.1 Control térmico

El Control Térmico como tal buscará almacenar calor para aprovecharlo en hora necesarias o restringirlo debido a las altas temperaturas que se registran.

En El Salvador, la mayor parte de los municipios de el país, poseen temperaturas máximas fuera de los límites de confort, por tanto se primará el enfriamiento del espacio, antes que el calentamiento del mismo.

Morillón¹⁰⁸ menciona que controlar el calentamiento de un espacio, implica el control de elementos como el espacio a ser enfriado, un enfriadero o sumidero de calor que permita disipar el calor, generalmente el cielo o el suelo y finalmente un disipador de calor, para las horas en que el sumidero no esté disponible.

El sumidero de calor o enfriadero, funcionará principalmente en horas nocturnas cuando el calor almacenado pueda ser transferido al espacio exterior y no a los espacios de nuestro proyecto, o bien puede ser transmitido al suelo directamente generando suelos radiantes.

Los intercambios de calor entonces se darán entre el sumidero y el espacio, o el almacén y el sumidero.

La única desventaja de los climas cálidos húmedos es que la transferencia de calor directa al cielo dependerá de las condiciones del cielo, ya que esta transferencia de

¹⁰⁸Morillón Gálvez, David, Introducción a los Sistemas Pasivos de Enfriamiento, UNAM, Guadalajara, Jalisco, México, 2002

calor es factible con cielos despejados, donde las nubes no obstaculicen la transferencia de calor al espacio.

Es entonces que un sistema de enfriamiento directo es poco factible, y puede utilizarse un sistema de enfriamiento indirecto que como dice Morillón, ocurre cuando el espacio es enfriado por la transferencia de calor hacia una superficie que a su vez está siendo enfriada por su capacidad de almacenamiento térmico.

La clasificación que realizó Elke Hinz¹⁰⁹ basada en los cuatro factores básicos que pueden afectar directamente el bienestar térmico de los usuarios: Temperatura del Aire, Humedad, Movimiento del Aire y Radiación.

Hinz realizó una comparación entre el edificio y el hombre proponiendo que de la misma manera que el hombre realiza los intercambios de calor con su entorno de igual manera puede hacerlo un edificio.

Estableceremos cuatro tipos de estrategias de enfriamiento por intercambio de calor.

Estas nos ayudarán a combatir las sensaciones de disconfort del usuario, el enfriamiento es la principal estrategias de climatización en nuestro país, la mayoría de municipios la necesitan en buena parte del tiempo, debido a las altas temperaturas.

El viento será de vital importancia en estas estrategias, por tanto conocer su comportamiento y los fenómenos físicos que lo inducen es importante.

¹⁰⁹ Fajardo Velasco, Luis Francisco, Desempeño Costo-Beneficio de dos sistemas de climatización en cubiertas para climas cálidos sub-húmedos, Caso Coquimatlán Colima, Universidad de Colima, 2005

Enfriamiento por conducción, convección, radiación y evaporación.

De estos es aplicable mayormente el conductivo y el convectivo, el radiativo como dijimos antes dependerá de las condiciones del cielo y teniendo nuestro país a lo largo de todo el año fuerte nubosidad, se aplicará teniendo mucho cuidado del análisis climático del sitio.

La estrategia de enfriamiento evaporativo es quizás la menos aplicable a climas Húmedos ya que la cantidad de

humedad que acepta el aire es muy poca para poder utilizarla como un poso térmico de transferencia de calor.

La estrategia de enterrar el proyecto y utilizar el suelo como poso de radiación ha sido utilizado de diversas formas, además de brindar al proyecto un abrigo térmico reduciendo el impacto directo de la radiación, el proyecto puede estar total o parcialmente enterrado, aunque es de considerar aspectos como la humedad y la ventilación.

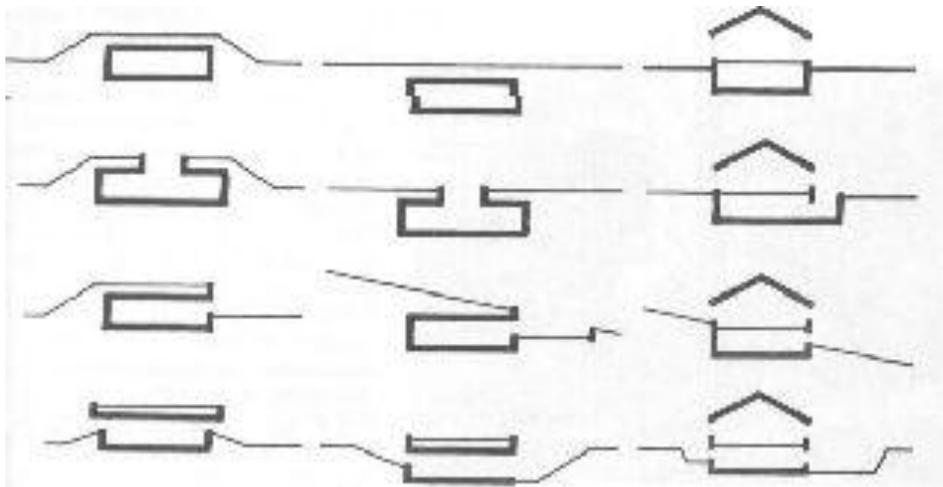


Figura 46. Posibles configuraciones para proponer un proyecto que utilice el suelo como medio de atenuación de la radiación Fuente: Deffis Caso

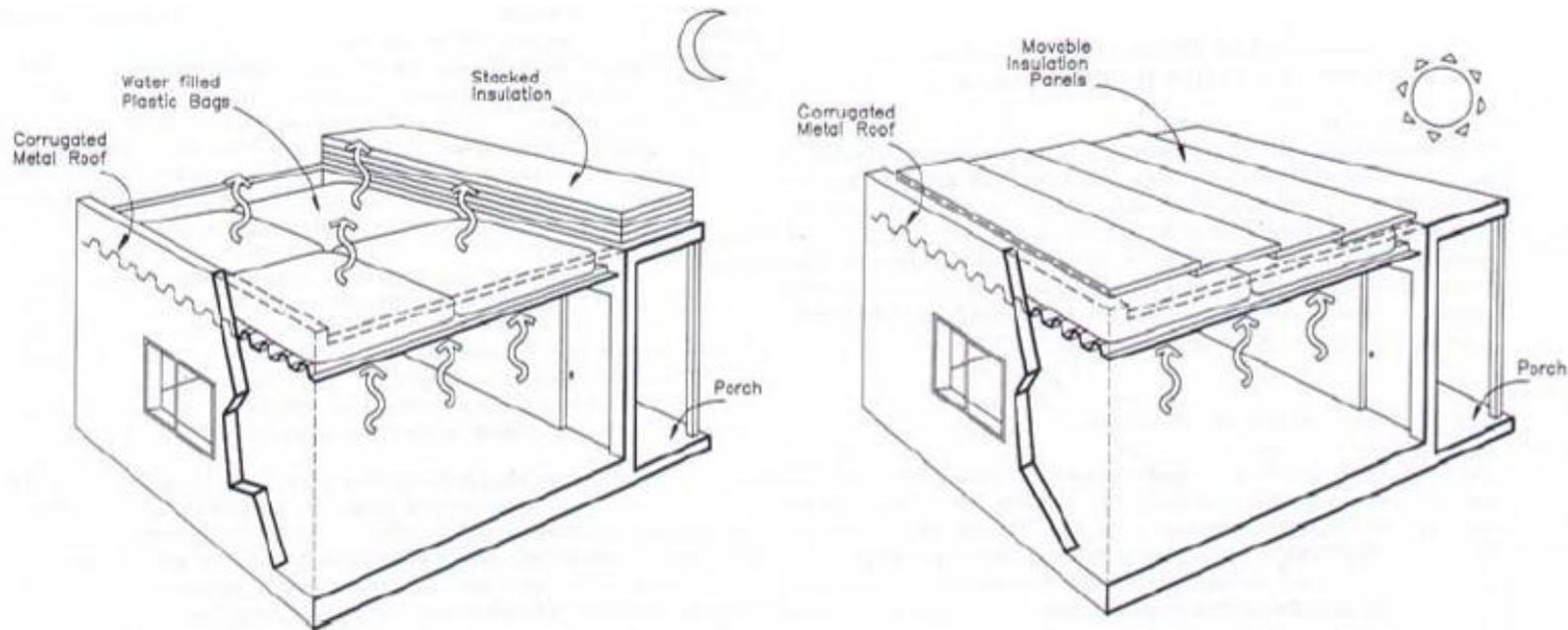
Enfriamiento Conductivo

Proceso mediante el cual se transfiere calor entre partes de un sólido, o sólidos en contacto que presentan un gradiente de temperatura.¹¹⁰

Entre las estrategias de enfriamiento por conducción podemos mencionar: Los techos colectores y los techos estanque.

¹¹⁰ ídem

Figura 51. Ejemplo de radiación convectiva, utilizando como poso térmico, el aire contenido entre los dos techos. Fuente: Morillón



Ambos funcionan a partir del principio de coleccionar el calor en el techo mediante un material con gran masa térmica, para que pueda acumular el calor durante el día y radiarlo al espacio durante la noche.

Ambos sistemas poseen la peculiaridad de poseer una doble capa, la primera que es necesario que sea móvil y que permitirá que el material radie el calor al espacio y la

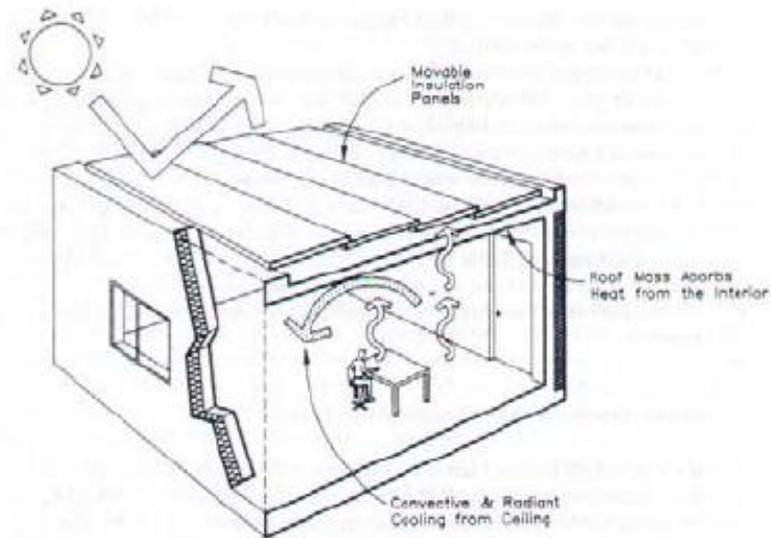
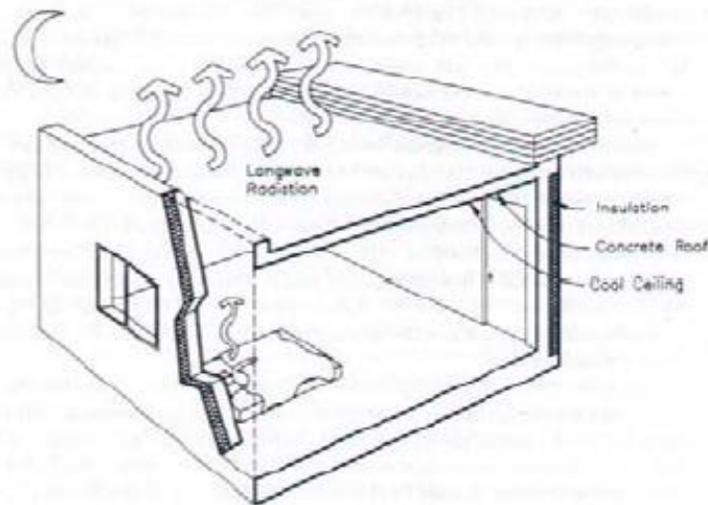
segunda que sostendrá este material colector, entre los más utilizados es el agua o el concreto mismo, aclarando que en este último existirá entre ambas capas un lecho de aire que amortiguará la transmisión de calor.

El principio es el mismo que el de un invernadero, en lo que se refiere al espacio que almacenará el calor, la

diferencia estriba en que el calor almacenado no se

distribuirá en el espacio habitado sino al espacio exterior.

Figura 52. Ejemplo de radiación convectiva, utilizando como poso térmico, el aire contenido entre los dos techos Fuente Morillón



El calor al ascender al espacio, genera una zona de baja presión, la que facilita el movimiento del aire sobre el techo, mejorando la pérdida de calor del material durante la noche.

Como lo menciona el Arq. Bruno Stagno, la arquitectura pasiva es para gente activa y deberá ser controlada por el

usuario, para poder desplegar las partes móviles del techo y hacer realmente eficiente el sistema.

El sistema de conducción por las condiciones de nuestro país, es insuficiente como tal, debido a los altos contenidos de humedad del aire, lo que

genera durante todo el año, nubosidad parcial o total, impidiendo que el calor sea radiado al Sin embargo según sea el sitio puede ser utilizado como sistema complementario en ocasiones del año que las condiciones del clima lo permitan o buscar que el poso térmico conduzca el calor a otro elemento de mayor masa térmica que él mismo como por ejemplo el suelo utilizando la estrategia de suelo radiante.

La estrategia de suelo radiante, utiliza el mismo principio que el de los techos estanque, con la diferencia que lo transmite al suelo y no al espacio, esta condición puede darse, según la topografía que tengamos en el sitio, para que la descarga de calor se directa.

Si la topografía no lo permitiese, siempre puede conducirse el calor a otro espacio, lo que generará dentro de nuestro proyecto, los llamados espacios tapón, cuya

espacio directamente.

función es almacenar o recibir el calor almacenado por otro espacio, en las horas que este no se utiliza.

Para el uso de esta estrategia es de vital importancia planificar el uso de los espacios no solo en la relación que estos poseen, ni en su uso, si no el tiempo en el que estos son utilizados, limitando la estrategia al uso del proyecto que tengamos.

Estos espacios tapón son de vital importancia y entra allí la funcionalidad del proyecto y del ingenio del proyectista para resolver los distintos horarios del proyecto, otro carácter sustentable del mismo.

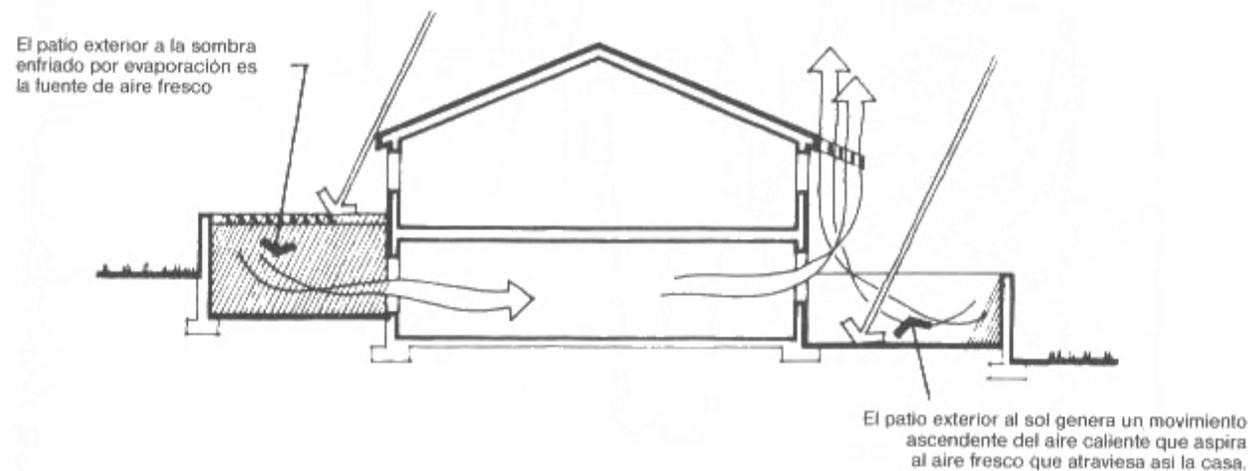


Figura 53. Ejemplo de espacios tapón en una vivienda.

Enfriamiento Convectivo

Proceso mediante el cual un cuerpo pierde calor al pasar un fluido a menor temperatura.¹¹¹

Hay diversas maneras de obligar al aire a que circule por un espacio determinado para que este cumpla el papel del fluido que se llevará el calor de un espacio.

No es indispensable que sea el aire el fluido que refrescará el ambiente, puede ser perfectamente agua, aunque esta debe canalizarse por otros medios, y si la fuerza que impulsa al fluido no es la gravedad, tendría que recurrirse a una fuerza mecánica que la haga circular, si bien es cierto puede recurrirse al bombeo con energías alternativas no deja de ser un gasto más.

Sin embargo el aire, puede conducirse aprovechando el movimiento convectivo que este tiene, conociendo cómo se comporta este fluido es más práctico que sea el aire, el que enfríe el espacio y ayuda mejorar la sensación de confort en el usuario.

Inducir el movimiento del aire puede realizarse por diferentes métodos, los cuales buscan aprovechar la diferencia de presiones causadas por el ascenso del aire caliente.

Algunos ejemplos de esto son el uso de chimeneas solares, muros trombe, monitores entre otros.

La Ventilación Cruzada, es de las estrategias más conocidas y utilizadas de enfriamiento convectivo, pero valdría la pena saber que tan eficientemente lo hemos estado utilizando.

La Ventilación cruzada debe considerar que las condiciones de radiación y exposición al viento sean distintas en ambas fachadas, así, una debe ubicarse a barlovento y la otra a sotavento y para que sea más eficiente que esta última reciba sol y la primera no.

Otra de las estrategias más conocidas es el efecto chimenea, basándose en el principio de las diferencias de densidades en el aire frío y en el aire caliente, buscando este último salir por la chimenea y logrando la renovación aire interior.

¹¹¹ ídem

El muro Trombe, si bien es cierto es una estrategia de colección y almacenamiento de calor, la cual no tiene mucha aplicación en nuestras latitudes, puede ser utilizado para acelerar el calentamiento del aire en una cámara, para que este salga y genere la renovación del aire interno, actuando como un potenciador de este fenómeno y no como solución en sí mismo.

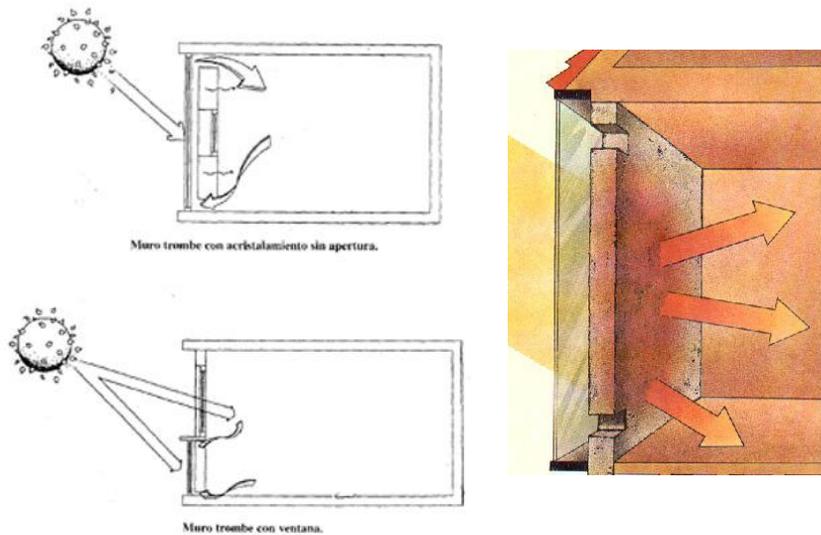


Figura 54. Ejemplo de utilización del muro Trombe

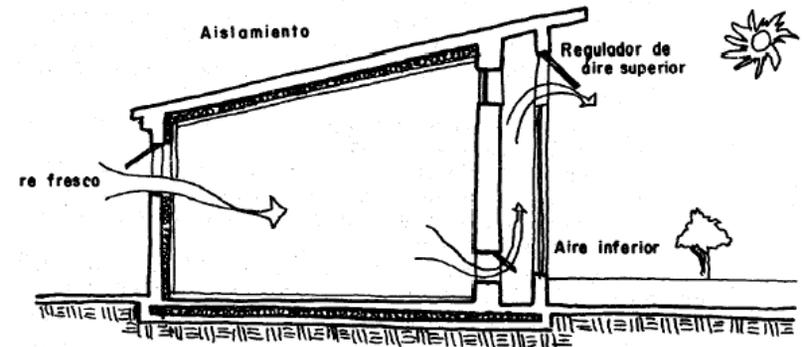


Figura 55. Ejemplo de aprovechamiento de efecto chimenea para forzar la renovación de aire interna.

El efecto chimenea puede plantear la entrada de aire en la fachada de barlovento tanto a baja como a media altura, siendo mucho más efectiva a media altura, recordemos que los vanos o ventanas no necesariamente deben cumplir las funciones de ventilación e iluminación, perfectamente estas funciones pueden estar diferenciadas en elementos distintos.

La estrategia de la Cámara solar, trabaja con el concepto de invernadero, colocado sobre el techo del espacio, una cámara con una superficie de color oscuro protegida por una cubierta de cristal, al calentarse el aire y disminuir su densidad se genera un efecto de succión del aire contenido en el espacio bajo la cámara solar y fuerza la renovación y movimiento del aire generando confort.

Los aspiradores estáticos son los que se fundamentan en el efecto Venturi, el cual genera una depresión en el interior del espacio, al pasar por este aspirador el aire frío exterior, barriendo el aire caliente que por su baja densidad tiende a subir, un ejemplo de estos son los monitores en naves industriales.

En todas estas estrategias es el aire el fluido que se encarga de refrescar el espacio, sirviendo de poso térmico, y forzado por fenómenos físicos, que son los mismos que originan el movimiento de los vientos a escala planetaria.

El patio es quizás una estrategia utilizada, no sólo en el país si no en casi toda Latinoamérica, el concepto de patio central, con la distribución del espacio alrededor de él, ha sido utilizada empíricamente para generar un microclima que mejore las condiciones de habitabilidad de los espacios que lo circundan, sin embargo es una estrategia que no solo posee características de enfriamiento si no de iluminación.

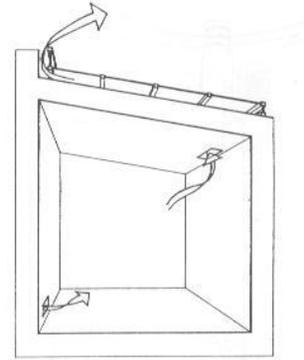


Figura 56. Ejemplo de Cámara solar para inducir la salida de aire caliente.

Con una fuente de agua al centro esta permite refrescar el aire y distribuirlo a más baja temperatura que en el exterior, sin embargo el uso de agua como elemento enfriador del aire hemos concluido, que en climas húmedos no es lo más conveniente.

Actualmente el patio deja de ser, muchas veces un espacio habitable y útil por el usuario, debido a sus dimensiones en viviendas, convirtiéndose en un área de riqueza visual, pero manteniendo su función de brindar ventilación y enfriamiento del aire que por él se distribuye a los espacios que lo colindan.

Por último la ventilación subterránea, busca introducir mediante ductos el aire exterior al interior, conduciéndolos a través de ductos enterrados, en elementos más fríos que la temperatura ambiente, con el fin de inducir a la vivienda aire más fresco que ayude a conseguir el confort del espacio y del usuario.

Este recurso debe ser utilizado bajo mucho cuidado ya que en condiciones muy húmedas del suelo lo que conseguiríamos es incrementar la humedad del clima interior y logra mayor disconfort.

5.2.2 Control de la humedad

El control de la humedad en nuestras latitudes es de vital importancia para conseguir el confort requerido.

El exceso de humedad en el ambiente puede reducir la capacidad de perder calor por radiación y hace imposible hacerlo por evaporación, es así que encontrar la forma de deshumificar el ambiente es vital.

La forma más sencilla es a través de la ventilación, sentando esto, y considerando que veremos las estrategias de ventilación natural, más adelante, pasaremos a mencionarlas y definir las.

La más importante es conocer y evitar en lo posible agentes que aporten humedad al ambiente, entre estos se

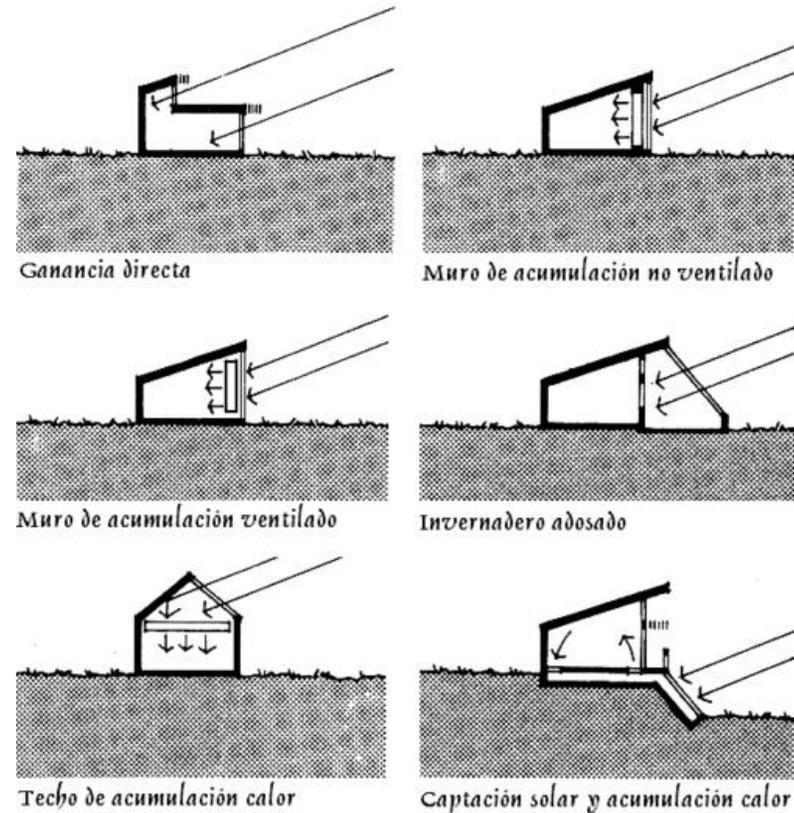


Figura 57. Ejemplo de ganancias de calor para diferentes formas y usos

encuentra: Los ocupantes del edificio y algunos espacios como Cocinas y Baños.

Después de esta son dos las estrategias básicamente disponibles, una es la condensación sobre superficies que han sido enfriadas por un sistema híbrido o mecánico y la utilización de desecantes.

Sistemas de des-humidificación por Desecantes.

Este sistema trabaja, aprovechando la diferencia de condiciones de viento y soleamiento en las fachadas, por la mañana en una de las fachadas ingresa el aire caliente húmedo, haciendo contacto con el material desecante, e ingresando a la vivienda con menor humedad que en el exterior, en la fachada opuesta, que es la que por la mañana recibe el soleamiento, el material desecante es secado por la acción del sol, para en la tarde observar un comportamiento invertido de las fachadas.

Otros sistemas de des-humidificación que presenta Morillón¹¹² son:

- Sistema de enfriamiento por Desecantes
- Sistema de lecho dual por des-humidificación de Moore

¹¹² Morillón Gálvez, David, op cit.

➤ Des-humidificación Solar Pasiva.

Otra manera de lograr una des humidificación del aire es aprovechando la vegetación, cortinas de vegetación pueden lograr la des humidificación por la condensación del aire que pasa por medio de ellas.

5.2.3 Control del viento

Las estrategias de control del viento y encauzamiento del mismo vienen dado por la disposición estratégica de elementos principalmente naturales o en su caso artificiales para lograr que las corrientes de viento propias del sitio, cumplan una función específica para lograr confort dentro del espacio proyectado, esta función puede ser la de ingresar o restringir su acceso al espacio.

Podemos hablar entonces de dos funciones de las barreras naturales, la de obstrucción del viento y la de encauzamiento.

Estrategia de Obstrucción

Reduce el viento por medio de incrementar la resistencia al mismo. El grado de protección depende de las características de la barrera: largo, ancho, alto ¹¹³

¹¹³ Morillón Gálvez, David, op cit

Morillón define tres tipos de barrera, la solida, la abierta y la incompleta.

Estas barreras pueden reducir, en el caso de las solidas hasta un 75% la velocidad del viento, causando una zona de turbulencia por el vacío provocado, el edificio o proyecto debe estar fuera de esta zona.

Las barreras que cumplen la función de obstruir, llamadas rompe vientos o cortinas vegetales, se colocan perpendicularmente a la dirección del viento.

Las barreras naturales cumplen mejor la función de obstrucción que las barreras artificiales, según Olgyay

Estrategias de Encauzamiento.

Es direccionar el viento para lograr un efecto deseado el cual puede ser canalizarlo hacia el espacio proyectado o desviarlo de este.

Otra forma de aprovechar el viento es permitiendo que este refresque por convección los elementos expuestos directamente a los rayos solares.

Es así como vemos aplicaciones de dobles fachadas que permiten un espacio para que el aire pueda circular y reducir la transmisión de calor al interior.

5.2.4 Control solar

Las estrategias de control solar son variadas y constituyen una de las principales herramientas del diseño bioclimático, van desde la correcta orientación, hasta el uso de vegetación o elementos que controlen la incidencia del sol dentro del espacio, todas ellas son complementarias para lograr que el espacio a proyectar sea funcional y confortable.

Elementos de protección solar como corta soles o aleros, dimensionamiento de ventanas y ubicación de las mismas, hasta la utilización de materiales que ayudan a controlar el ingreso solar y los efectos que producen.

Recordemos que el ingreso del sol puede ser un elemento que produce discomfort, no solo por las cantidades de iluminación que penetran en el espacio, si no por la cantidad de calor que esta aporta.

En nuestras latitudes el control solar, es indispensable, al igual que la buena ventilación, si la luz es la que modela el espacio, y en muchas latitudes, el garantizar la luz a los espacios es vital, en el trópico es todo lo contrario, Bruno Stagno habla de una Arquitectura de Sombras.

El Uso de la vegetación como elementos que generan sombra debe ser una estrategia de uso común en los

proyectos tropicales, barreras naturales no solo ayudan a manejar los vientos, ayudan al control solar, limpieza del aire, control de ruidos exteriores entre otros beneficios generando auténticos microclimas en los proyectos.

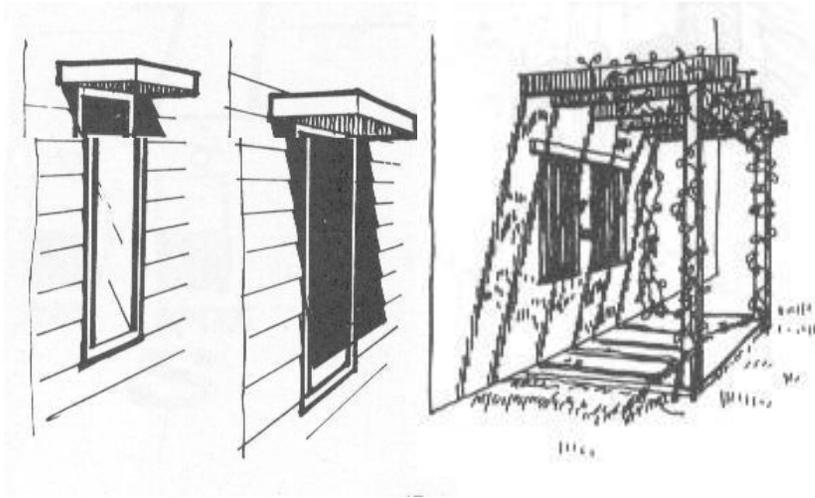


Figura 58. Empleo de pérgolas y aleros para reducir la exposición solar.

La utilización de elementos verticales u horizontales que controlen el ingreso de la luz, es de vital importancia y el Dimensionamiento de los mismos nos lo dan las máscaras de sombra colocada sobre la gráfica de trayectoria solar.

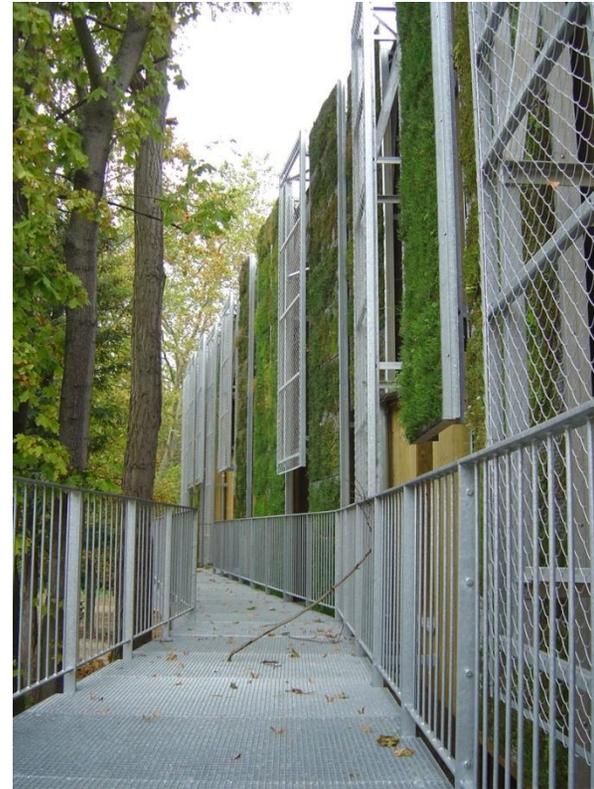


Figura 59. Empleo de uso de vegetación para control solar

Estos elementos pueden ser fijos o móviles, y adecuarse a las necesidades del proyecto, cortasoles, aleros, pérgolas, lonas fijas o retráctiles, son elementos disponibles para el control solar.

GUIA BIOCLIMÁTICA PARA LA ZONA A1B2 (Caso municipio San Ignacio)

GENERALIDADES.



San Ignacio es un municipio ubicado al nor-poniente del departamento de Chalatenango, posee una altura de 1850 m.s.n.m y clasificado según en el SNET como Clima Tropical de

las alturas, como tierra fría.

CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA

Según la relación de Temperatura y Humedad registradas en la Zona, este municipio pertenece a la Zona A1B2.

ZONA A1B2

En esta zona se verifican las temperaturas más bajas durante todo el año en el país, coinciden así mismo con las zonas más altas y las temperaturas durante todo el año son menores de los 22°C son sitios con bastante humedad y todo el año son superiores al 75%.

HUMEDA

Se registran en estas zonas, una humedad relativa mayor al 75% en la mayor parte del tiempo, lo cual será necesario tomar en cuenta en la utilización de estrategias



de diseño. Las humedades máximas y mínimas mensuales nos darán una idea de la fluctuación de esta a lo largo de todo el año.

TEMPERATURA

Las temperaturas en esta zona, son las más bajas registradas en el país. Las mínimas temperaturas registradas necesitarán estrategias de ganancia de calor, para el almacenamiento de estas y ser utilizadas en las horas donde el sol no está disponible. Las temperaturas máximas

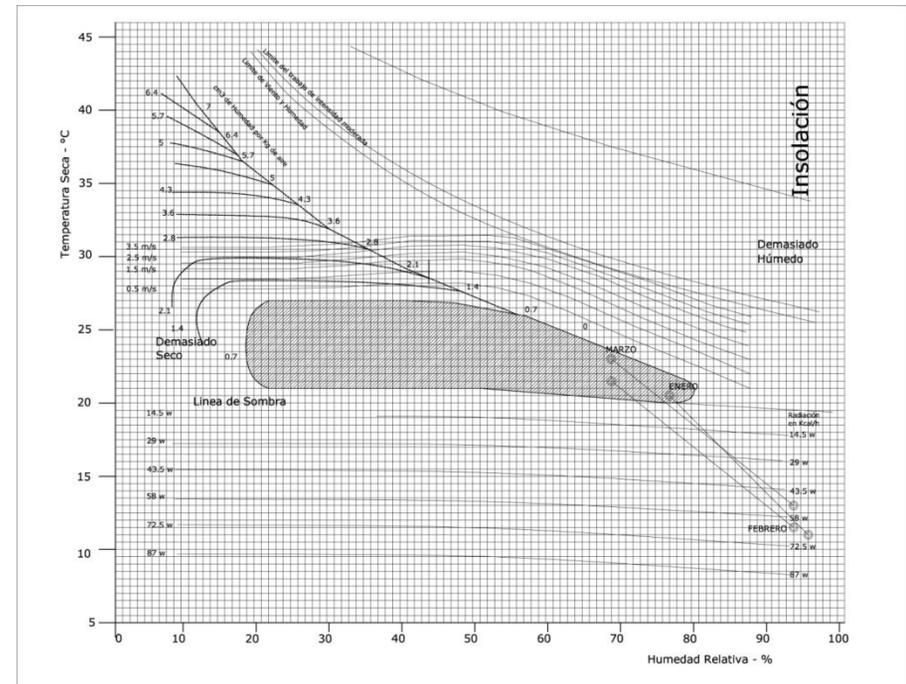
sobrepasan por muy poco el límite superior del rango de confort, fijado para las zonas tropicales en 22°C.

La Carta Bioclimática nos muestra la relación entre las dos principales condicionantes del confort térmico, la humedad y la temperatura, definiendo claramente una zona de confort valiéndose de estas dos variables.

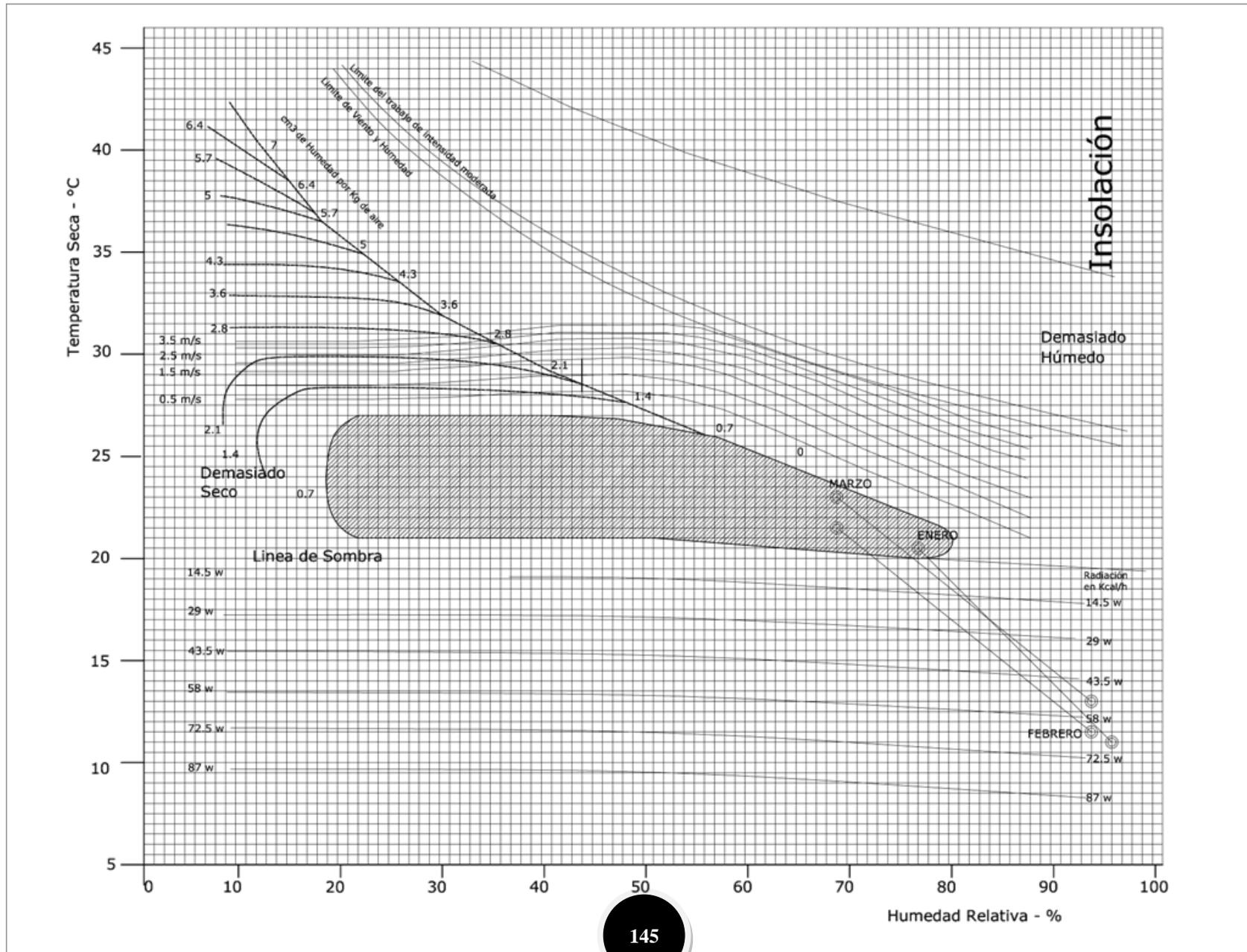
Para conocer claramente el comportamiento térmico durante todo el año en cada zona bioclimática, graficaremos la temperatura máxima con la humedad mínima y la temperatura mínima con la humedad máxima, obteniendo así dos puntos que la unirlos con una recta nos mostrarán la variación del confort durante cada mes del año.

El comportamiento térmico reflejado es sólo un panorama general del comportamiento, en dicha zona y nos mostrará las medidas a tomar en cuenta para contrarrestarlo y si esto es posible por medios pasivos.

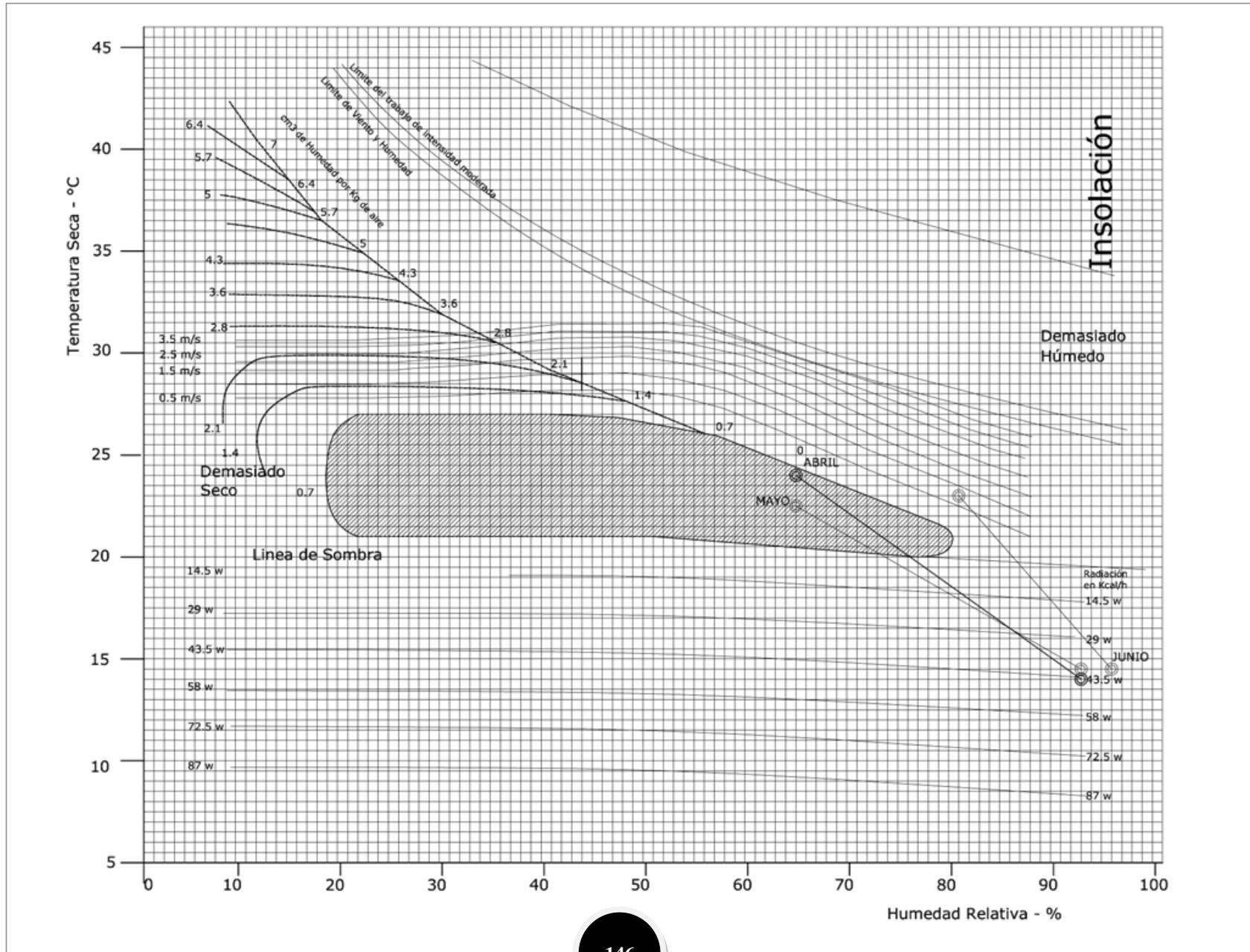
Tenemos en la gráfica, el primer trimestre del año para el municipio de San Ignacio, en este claramente se muestran las temperaturas bajas y las humedades altas, características de nuestra región, las medidas correctivas, se intuyen fácilmente en la carta bioclimática esta es calor para contrarrestar las bajas temperaturas.



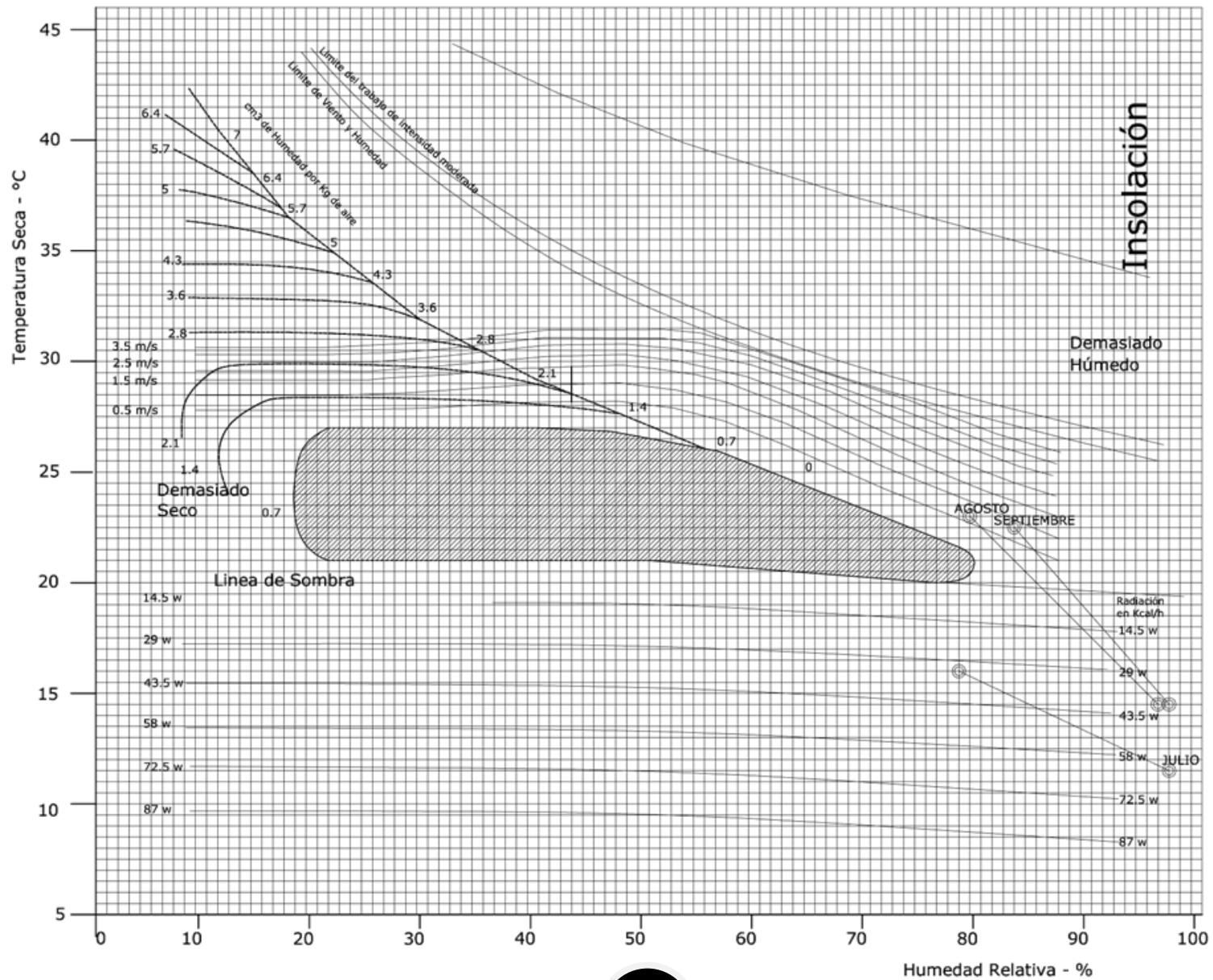
CARTA BIOCLIMÁTICA PRIMER TRIMESTRE



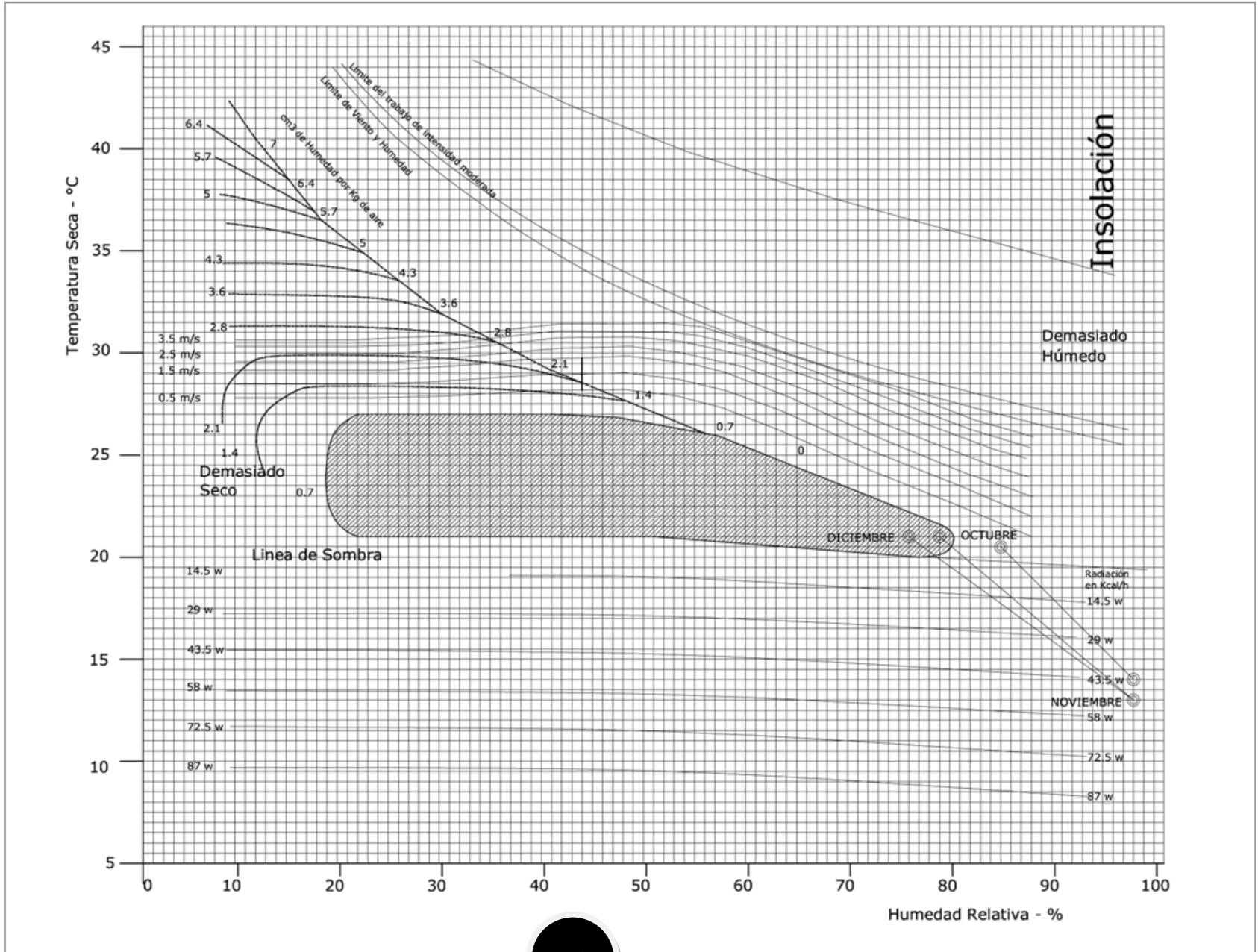
CARTA BIOCLIMÁTICA SEGUNDO TRIMESTRE



CARTA BIOCLIMÁTICA TERCER TRIMESTRE



CARTA BIOCLIMÁTICA CUARTOTRIMESTRE



CUADRO DE NECESIDADE CLIMÁTICAS.

Las zonas sombreadas indican el período durante el año en el que necesitaremos sombra, principalmente en horas del medio día hasta la puesta del sol, es que las temperaturas pueden exceder el límite del confort, aunque será por períodos no muy prolongados. Sin embargo la mayor parte del tiempo, se necesitará calor en el proyecto, el cual durante las horas donde disponemos del recurso sol, no será mayor problema, pero después de la puesta del sol, hasta antes de su salida serán necesarios prever estrategias de captación y radiación del calor almacenado.

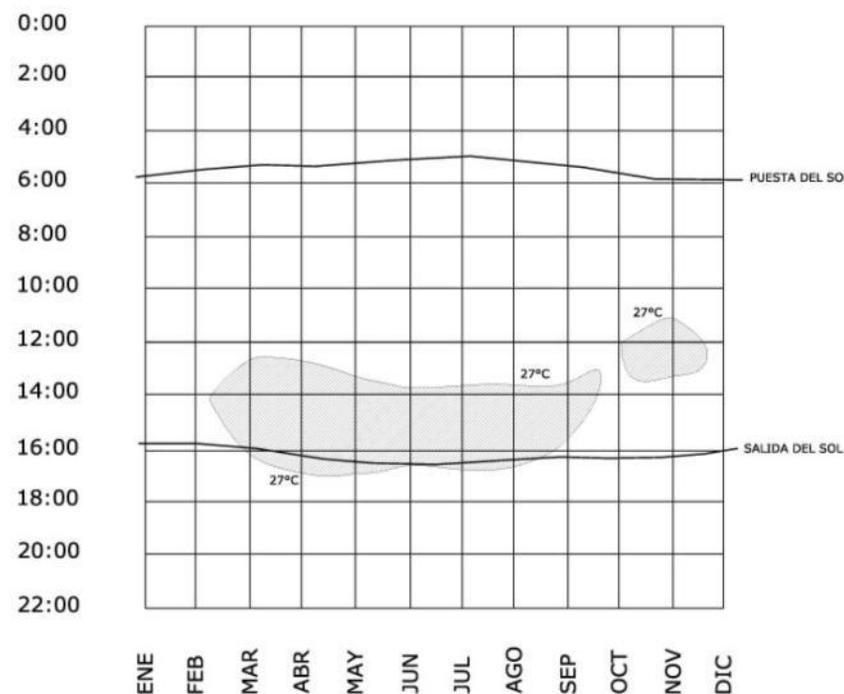
DISPONIBILIDAD SOLAR.

En cuanto al recurso sol, podemos observar que durante todo el año, la disponibilidad de radiación solar, la cual deberá ser aprovechada para generar calor cuando este sea necesario.

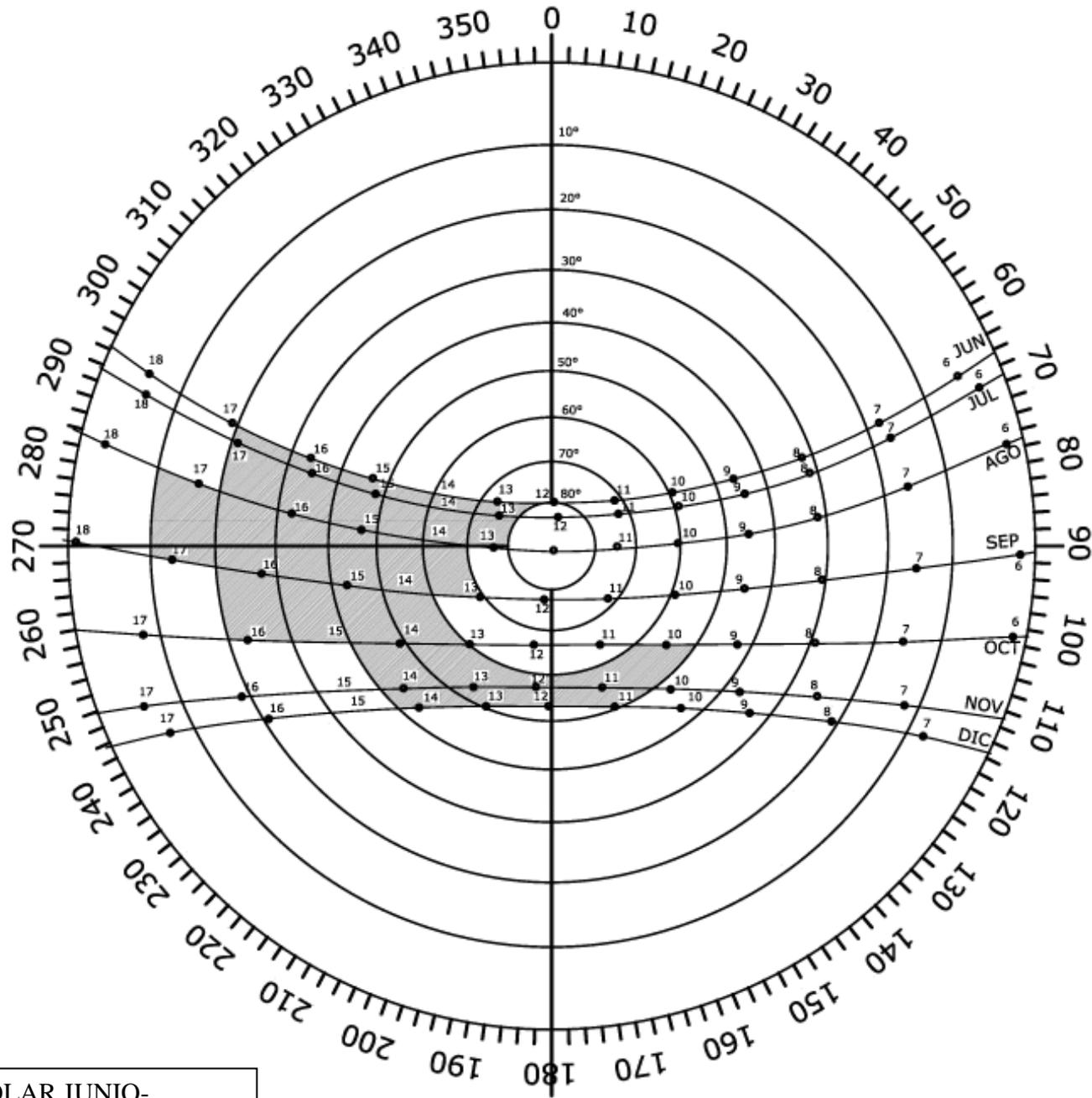
La variación de las horas sol, mensuales, varia considerablemente durante, todo el año, teniendo como mínimo seis hora y media y como máximo hasta casi 9 horas, datos que debemos tomar en cuenta para prever lo efectivas que serán las estrategias a utilizar.

DISPONIBILIDAD DEL VIENTO.

El viento no es un recurso primordial para utilizar en las estrategias de diseño para esta zona, más que canalizarlo para su introducción en el proyecto, la mayor parte del



tiempo deberá ser canalizado, para que no aumente la sensación térmica de frío. Es por ello siempre primordial conocer su dirección predominante y su magnitud, la cual veremos en la rosa de vientos elaborada para cada mes.



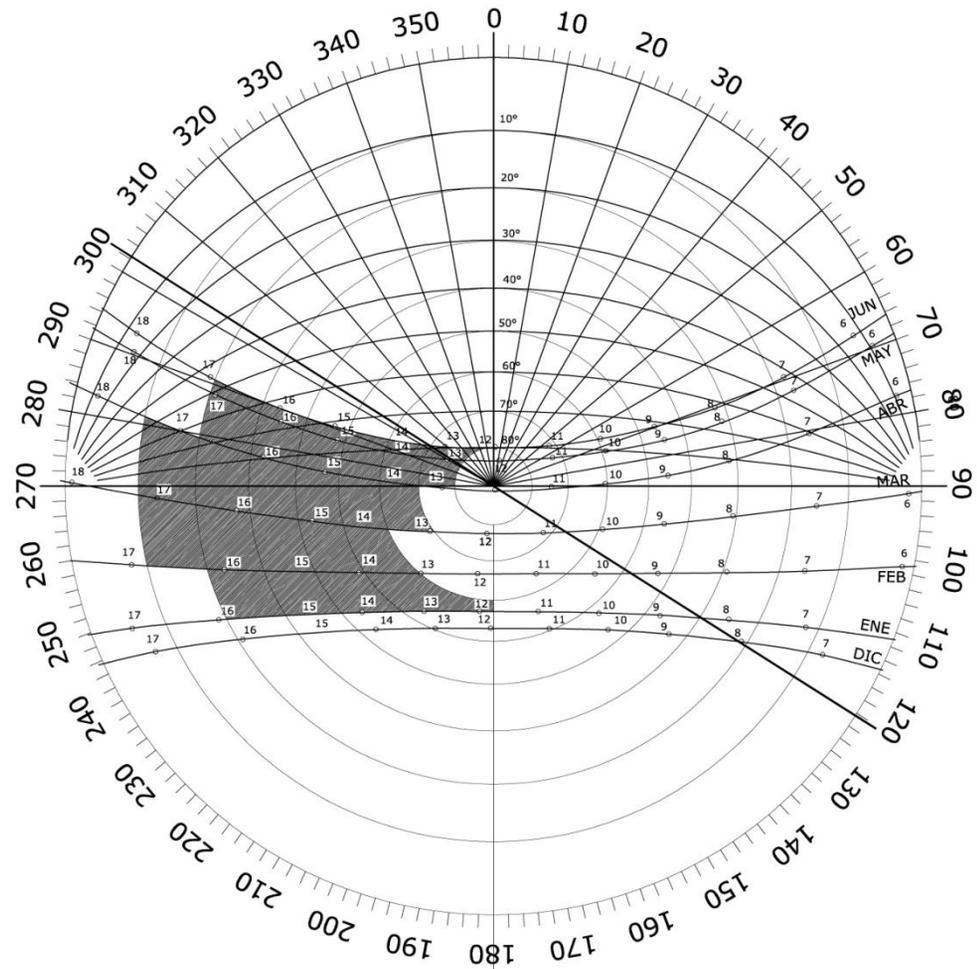
GRAFICA SOLAR JUNIO-DICIEMBRE

Las Gráficas solares nos muestran el recorrido del sol a las distintas horas en un día de cada mes, relacionando horas y meses, podemos fácilmente trasladar el gráfico del cuadro de necesidades climáticas y generar la máscara de sombra lo cual nos permitirá evaluar cuando necesitaremos sombra, la orientación y con qué tipo de protección podemos contar para evitar el asoleamiento excesivo, ya sea este de tipo vertical (parasoles) u horizontal (aleros).

Se buscará la orientación en la que las horas de asoleamiento son menos para cada uno de los semestres en los que se dividen las Cartas Solares.

Para el caso de San Ignacio lo que se buscaré es evitar el asoleamiento de la tarde, y aprovechar las ganancias solares de la mañana para poder captarlas y así almacenarlas para las horas más frías, recordemos que las captación solar es una de las medidas recomendadas por la Carta Bioclimática.

La orientación que garantiza un asoleamiento que no supera los rangos de confort, es decir el sol de la mañana, y que servirá para coleccionar el calor en estas horas y después distribuirlo por la tarde.



En el semestre dos la orientación es consistente y garantiza las medidas correctivas señaladas por la Carta Bioclimática.

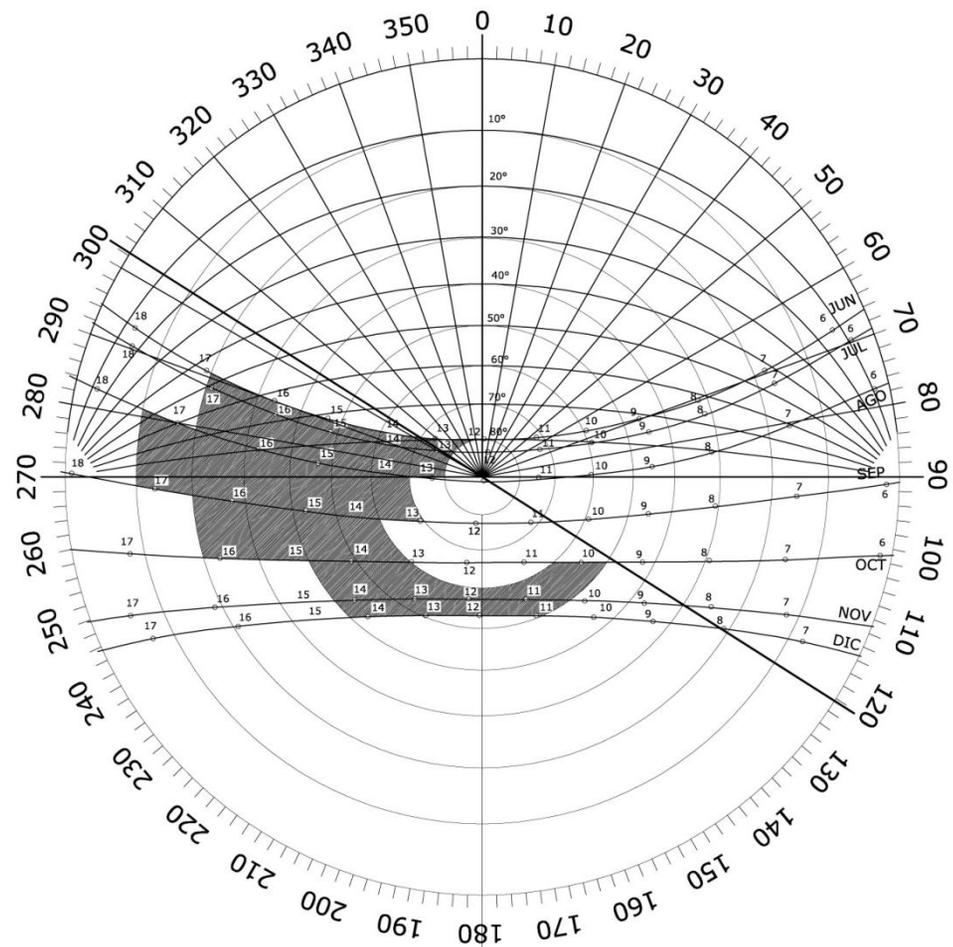
Superpuesto a la gráfica y a la máscara solar está un diagrama que nos indica los grados para poder determinar el ángulo entre el alero y la base de la edificación, que para el caso de San Ignacio no son necesarios, ningún tipo de alero, aunque con un alero con un ángulo de 50°, sería suficiente.

ESTRATEGIAS DE DISEÑO URBANO

Las estrategias generales de Diseño a plantear son el resultado de la interpretación de la información que introducimos a las herramientas.

En el aspecto Urbano estas nos definirán dos aspectos generales, la orientación y la dispersión del proyecto arquitectónico.

Para la zona A1B2, el cuadro de necesidades climáticas nos indica que las horas que necesitaremos sombras son muy pocas, y revisando las temperaturas observamos que aún el promedio de máximas no excede nunca el límite de confort.



Por lo tanto la orientación debe buscar recibir el sol de la mañana para que este pueda ser colectado y llevado al interior en las horas de más bajas temperaturas, cuando el sol ya no nos brinde calor, por medio de la radiación.

Podemos observar en las gráficas la línea superpuesta de la orientación para esta zona, la cual cumple los requisitos del análisis previo.

La carta Bioclimática nos muestra a lo largo del año, que las necesidades de confort estarán en su mayoría en la ganancia de calor, por lo tanto, la ventilación cruzada no será un factor determinante para el confort, contrario a esto, se buscará que no entre directamente al proyecto y para esto, la dispersión urbana será compacta más que dispersa.

ESTRATEGIAS GENERALES DE DISEÑO URBANO

- ORIENTACIÓN: NOR-ORIENTE
- TRAZADO URBANO: COLINDANTES CONTIGUOS.
- CIRCULACIONES: DESPEJADAS PARA RESIVIR ASOLEAMIENTO.

ESTRATEGIAS GENERALES DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO

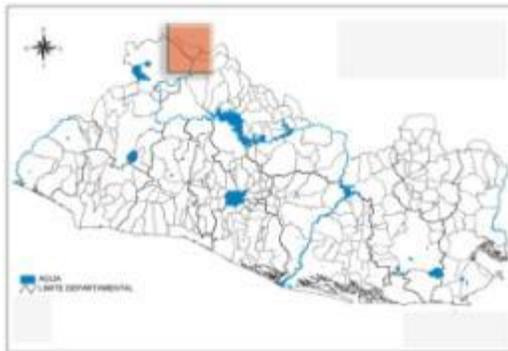
Las Estrategias Arquitectónicas, irán encaminadas principalmente a favorecer las ganancias solares, su captación y distribución dentro del proyecto en las

horas más frías, debido a que las temperaturas en nuestro país no son tan extremas, incluso en estas zonas, debe existir la posibilidad de radiar el calor almacenado fuera del proyecto.

- La protección contra los vientos es la estrategia complementaria, la cual para esta zona, puede lograrse por medio de la vegetación.
- La protección solar es una alternativa, aunque debe ser de tipo móvil, para cuando sea necesaria la ganancia directa.
- La renovación del aire por convección es una buena opción.

GUIA BIOCLIMÁTICA PARA LA ZONA A2B2 (Caso municipio Juayúa)

GENERALIDADES.



Juayua es un municipio ubicado en la zona norte del departamento de Sonsonate, compartiendo un microclima muy particular con los municipios aledaños, producto de su

relieve topográfico.

CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA

Según la relación de Temperatura y Humedad registradas en la Zona, este municipio pertenece a la Zona A2B2.

A2B2

Esta zona es la que menor número de municipios posee a los cuales se les pueda aplicar en su totalidad las generalidades de esta zona, los cuales son solamente cinco, sin embargo existen cuatro municipios más a los que en buena parte de su territorio puede aplicarse las siguientes características, temperaturas máximas mayores 27°C y mínimas menores de 22°C , estos cuatro municipios pertenecen también a la zona A2B1 y tienen la peculiaridad de ser más frescos que los de la mencionada zona pero también más húmedos, registrándose



porcentajes de humedad relativa mayores del 75% en todo el año.

HUMEDA

Se registran en estas zonas, una humedad relativa mayor al 75% en la mayor parte del tiempo, lo cual será necesario tomar en cuenta en la utilización de estrategias de diseño. Las humedades máximas y mínimas mensuales nos darán una idea de la fluctuación de esta a lo largo de todo el año.

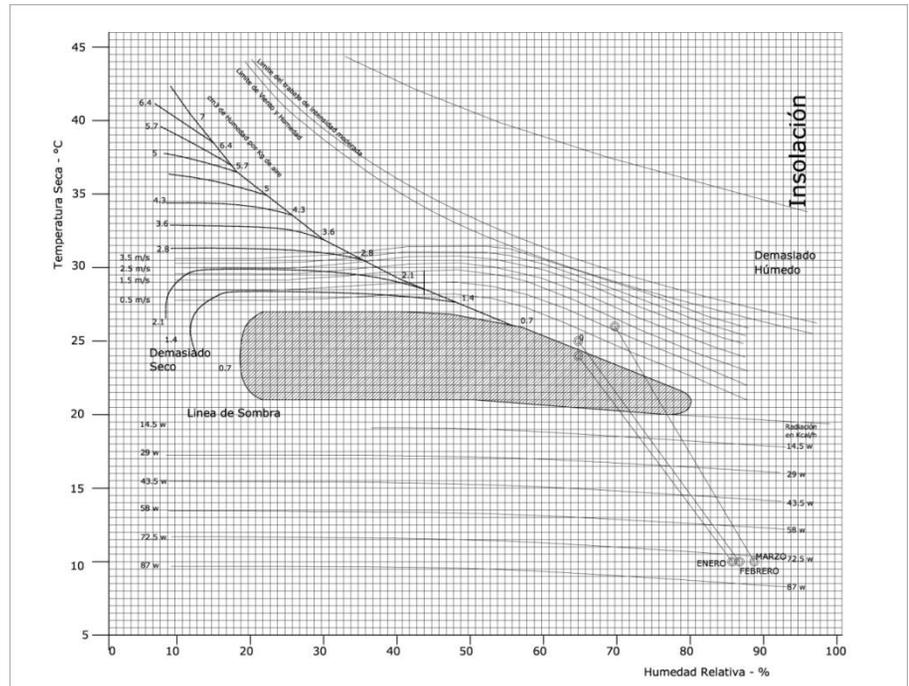
TEMPERATURA

Las temperaturas en esta zona, son las más bajas registradas en el país. Las mínimas temperaturas registradas necesitarán estrategias de ganancia de calor, para el almacenamiento de estas y ser utilizadas en las horas donde el sol no está disponible. Las temperaturas máximas sobrepasan por muy poco el límite superior del rango de confort, fijado para las zonas tropicales en 22°C.

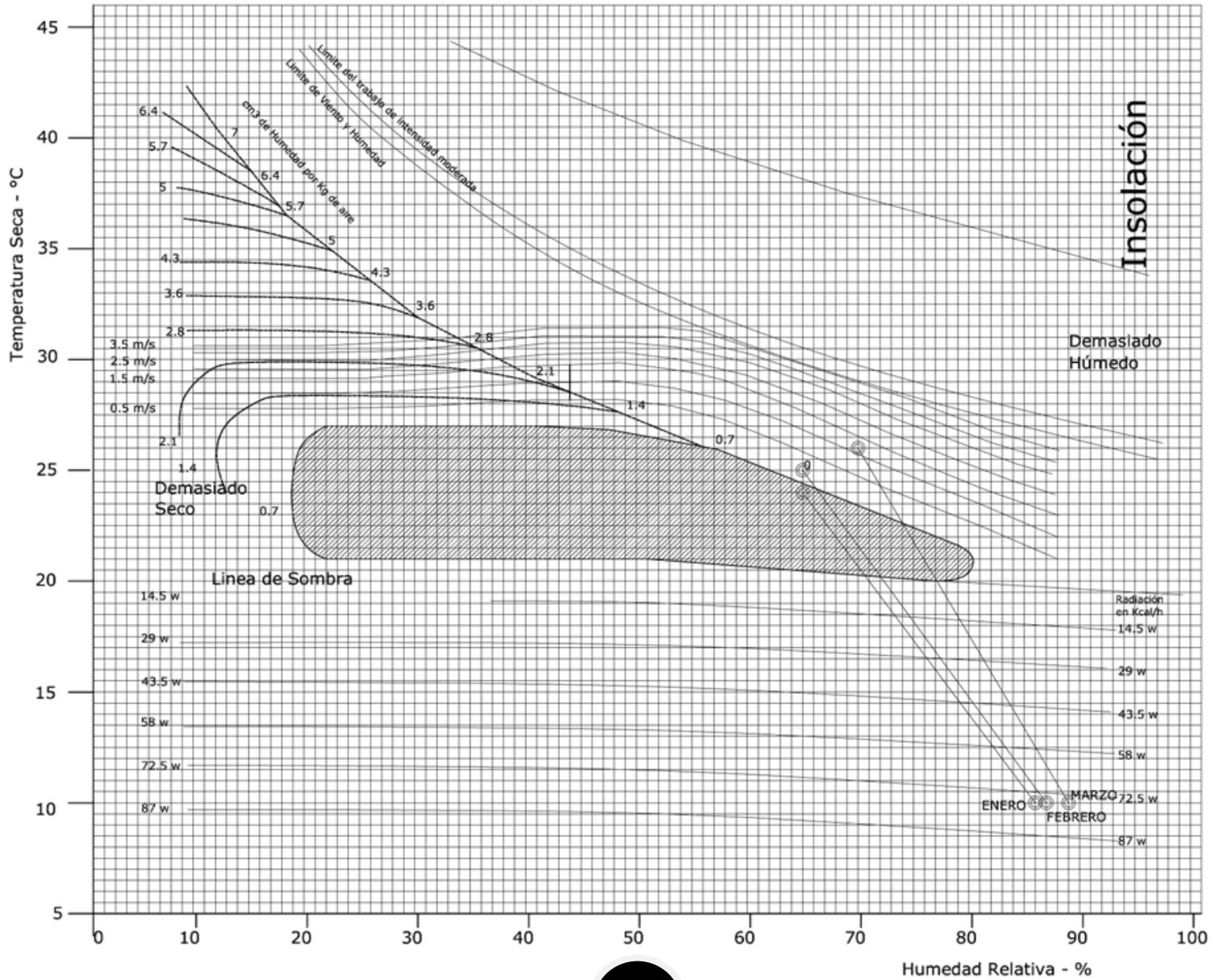
La Carta Bioclimática nos muestra la relación entre las dos principales condicionantes del confort térmico, la humedad y la temperatura, definiendo claramente una zona de confort valiéndose de estas dos variables.

Para conocer claramente el comportamiento térmico durante todo el año en cada zona bioclimática, graficaremos la temperatura máxima con la humedad mínima y la temperatura mínima con la humedad máxima, obteniendo así dos puntos que la unirlos con una recta nos mostrarán la variación del confort durante cada mes del año.

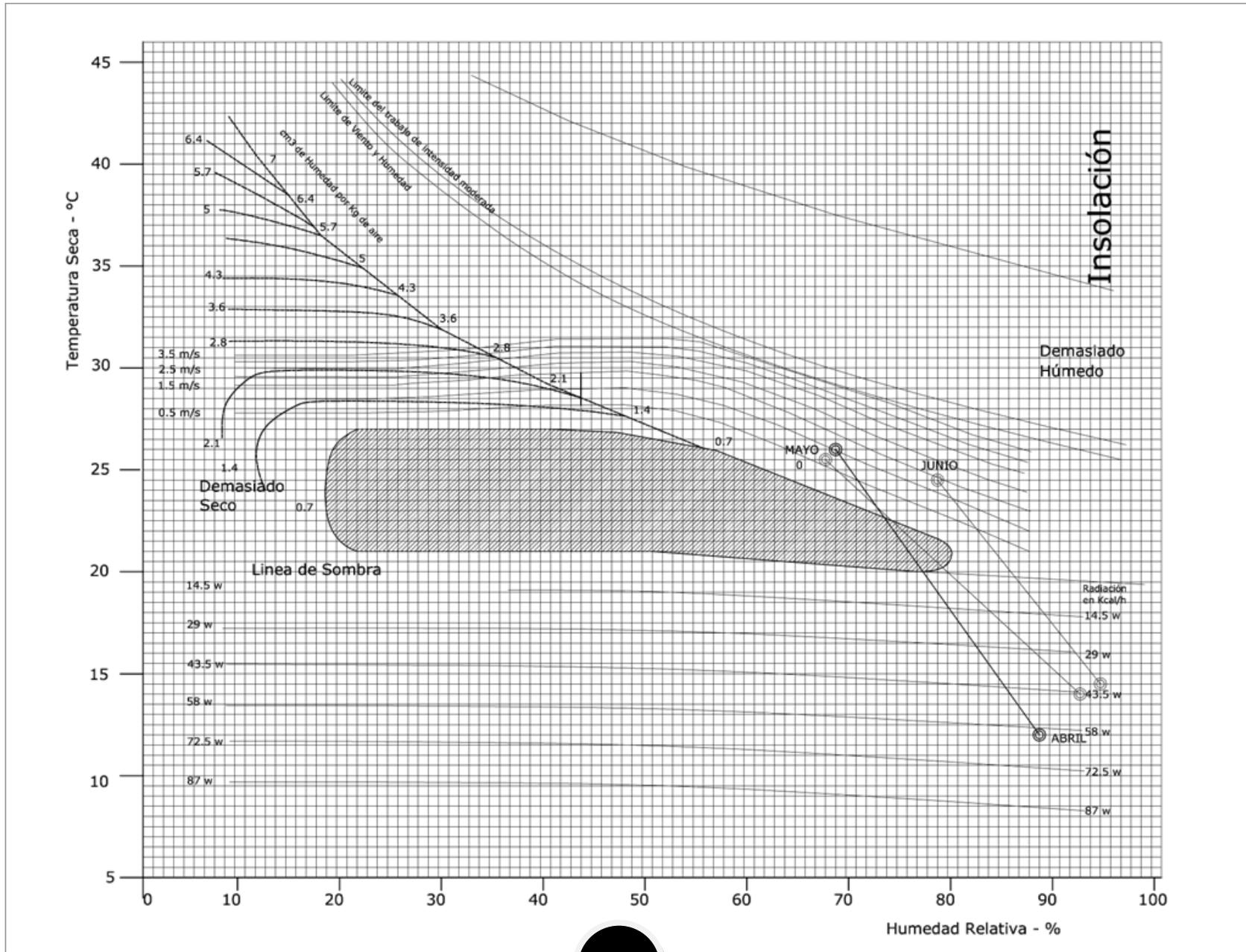
Tenemos en la gráfica, el primer trimestre del año para el municipio de Juayúa, en el podemos conocer de manera intuitiva, que las medidas correctivas serán principalmente dos, ganancias de calor y des-humidificación, el comportamiento específico lo veremos en un día promedio de cada mes en el calendario de necesidades climáticas



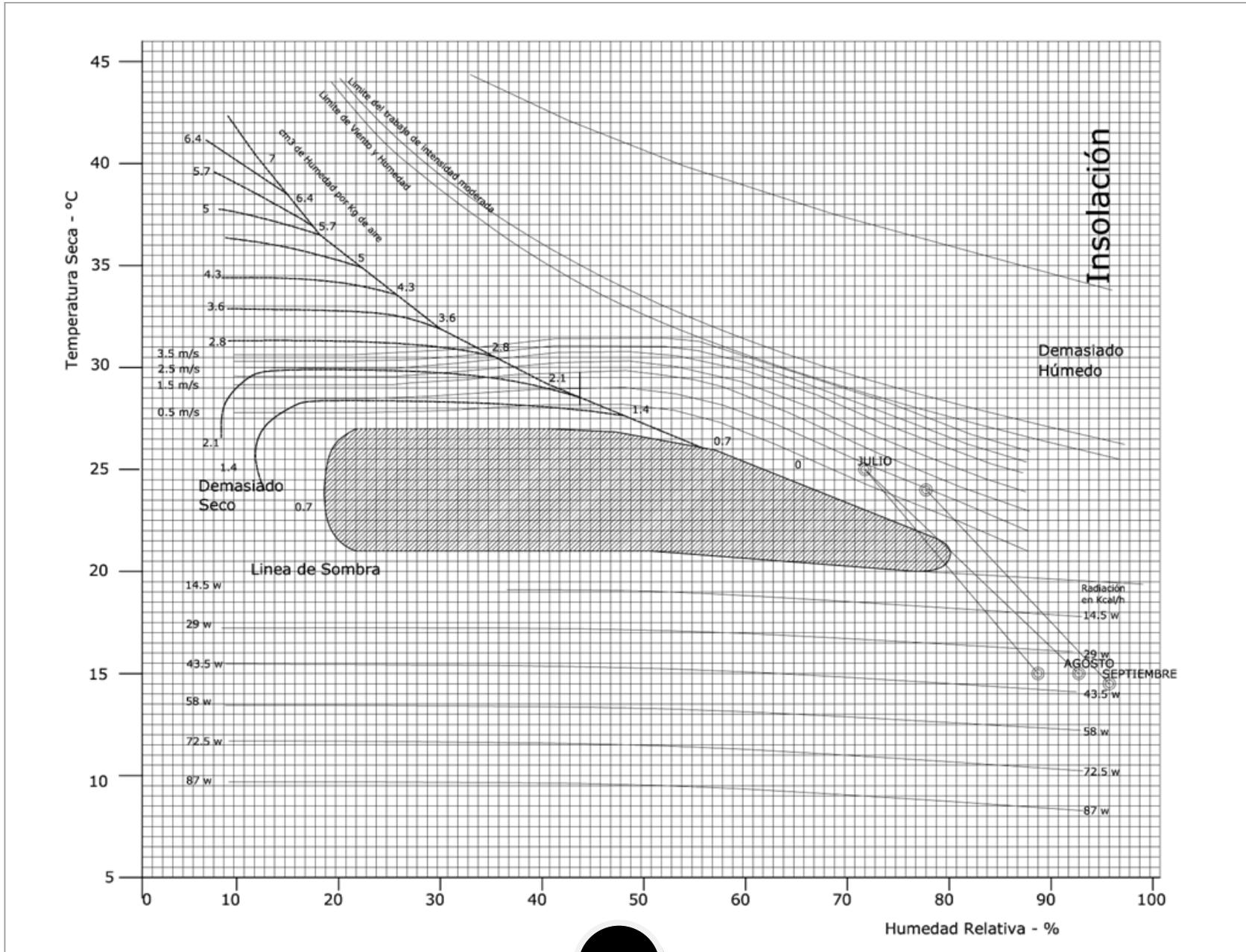
CARTA BIOCLIMÁTICA PRIMER TRIMESTRE



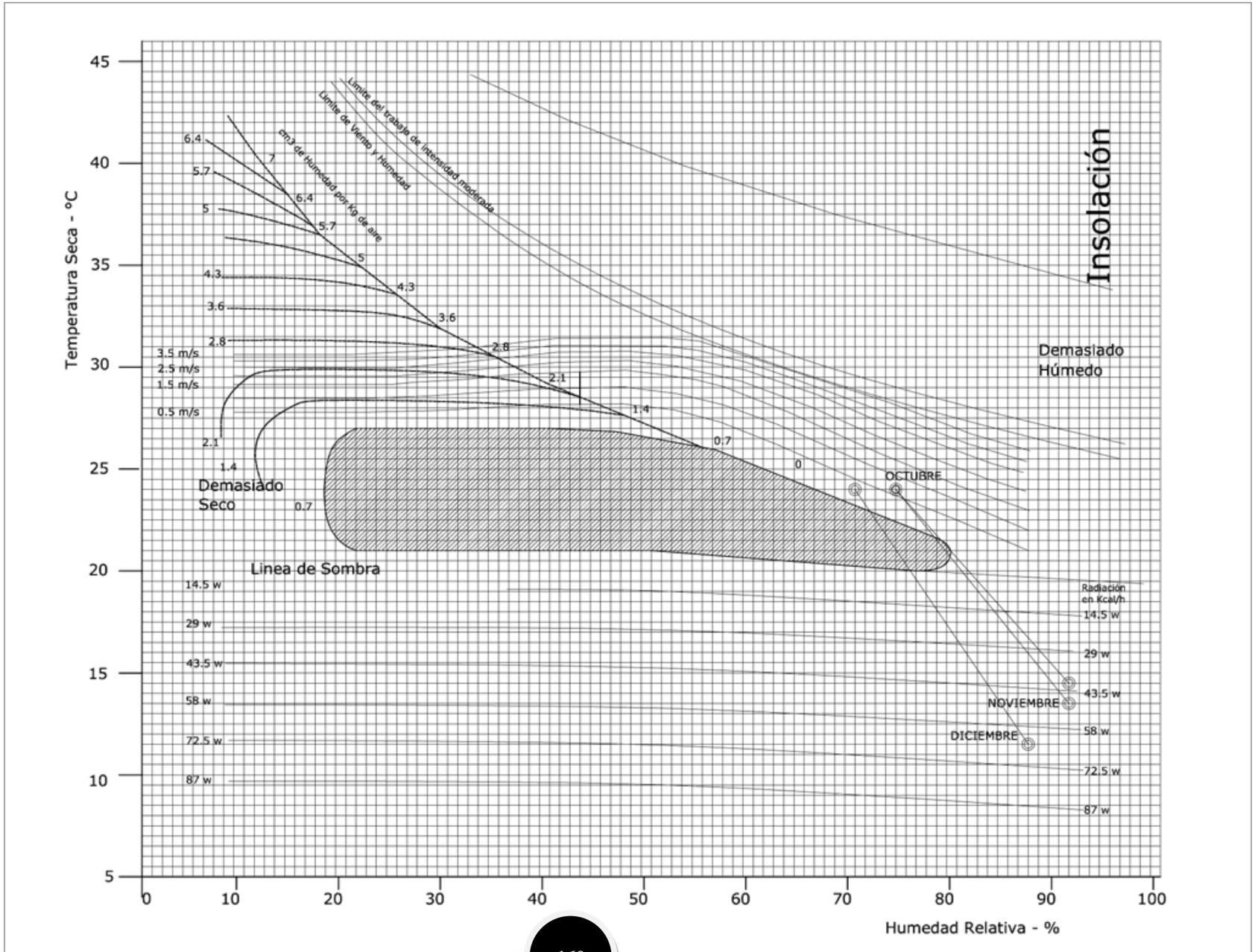
CARTA BIOCLIMÁTICA SEGUNDO TRIMESTRE



CARTA BIOCLIMÁTICA TERCER TRIMESTRE



CARTA BIOCLIMÁTICA CUARTO TRIMESTRE



CUADRO DE NECESIDADE CLIMÁTICAS.

Las zonas sombreadas indican el período durante el año en el que necesitaremos sombra, principalmente en horas del medio día hasta la puesta del sol, es que las temperaturas pueden exceder el límite del confort, aunque será por períodos no muy prolongados. Sin embargo la mayor parte del tiempo, se necesitará calor en el proyecto, el cual durante las horas donde disponemos del recurso sol, no será mayor problema, pero después de la puesta del sol, hasta antes de su salida será necesario prever estrategias de captación y radiación del calor almacenado.

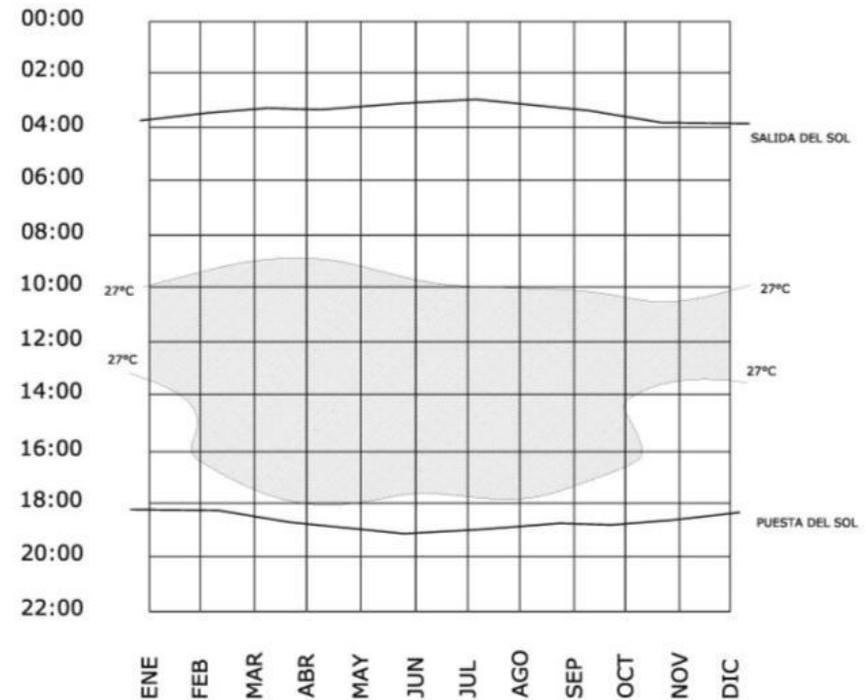
DISPONIBILIDAD SOLAR.

En cuanto al recurso sol, podemos observar que durante todo el año, la disponibilidad de radiación solar, la cual deberá ser aprovechada para generar calor cuando este sea necesario.

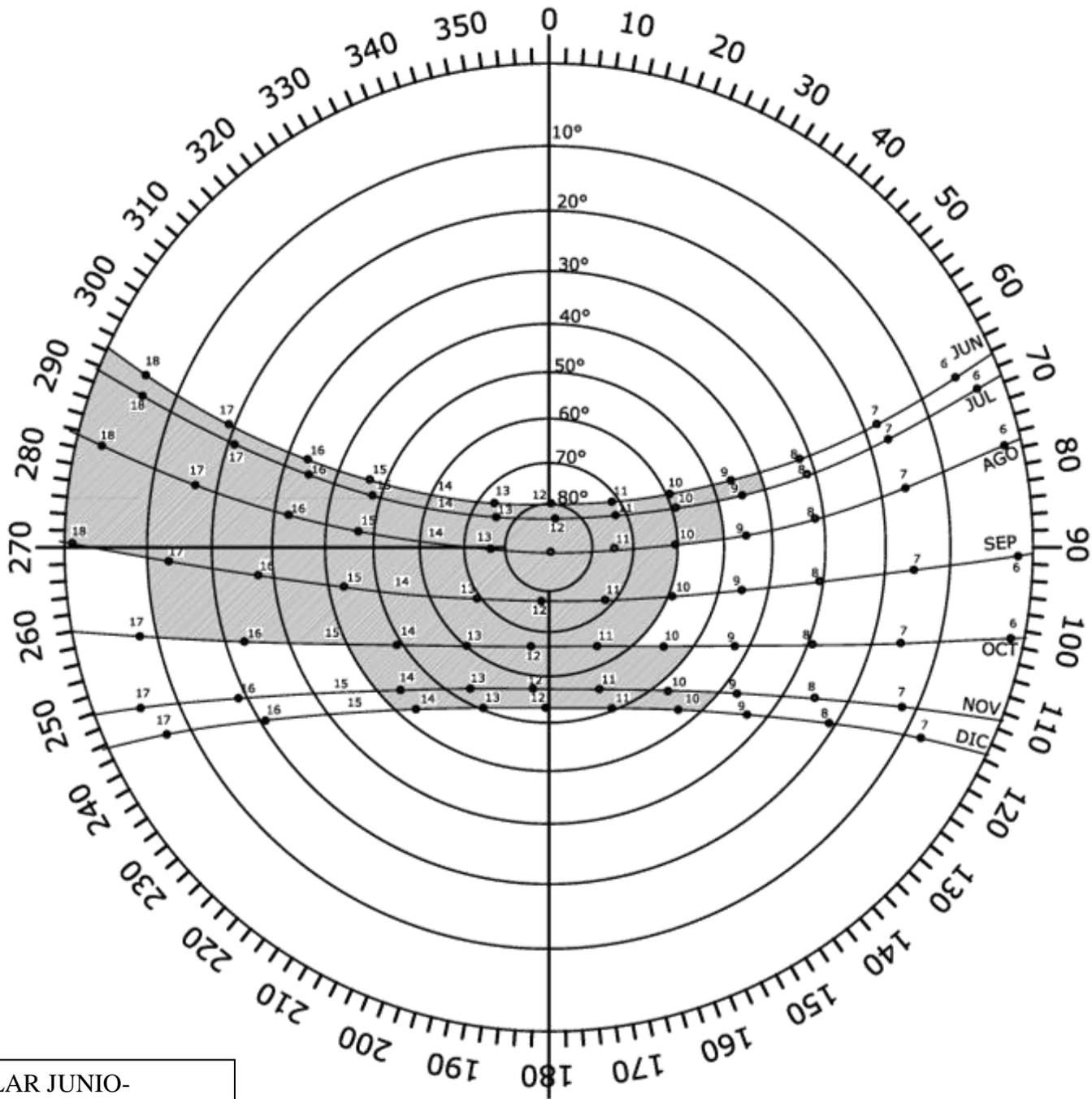
La variación de las horas sol, mensuales, varia considerablemente durante, todo el año, teniendo como mínimo seis hora y media y como máximo hasta casi 9 horas, datos que debemos tomar en cuenta para prever lo efectivas que serán las estrategias a utilizar.

DISPONIBILIDAD DEL VIENTO

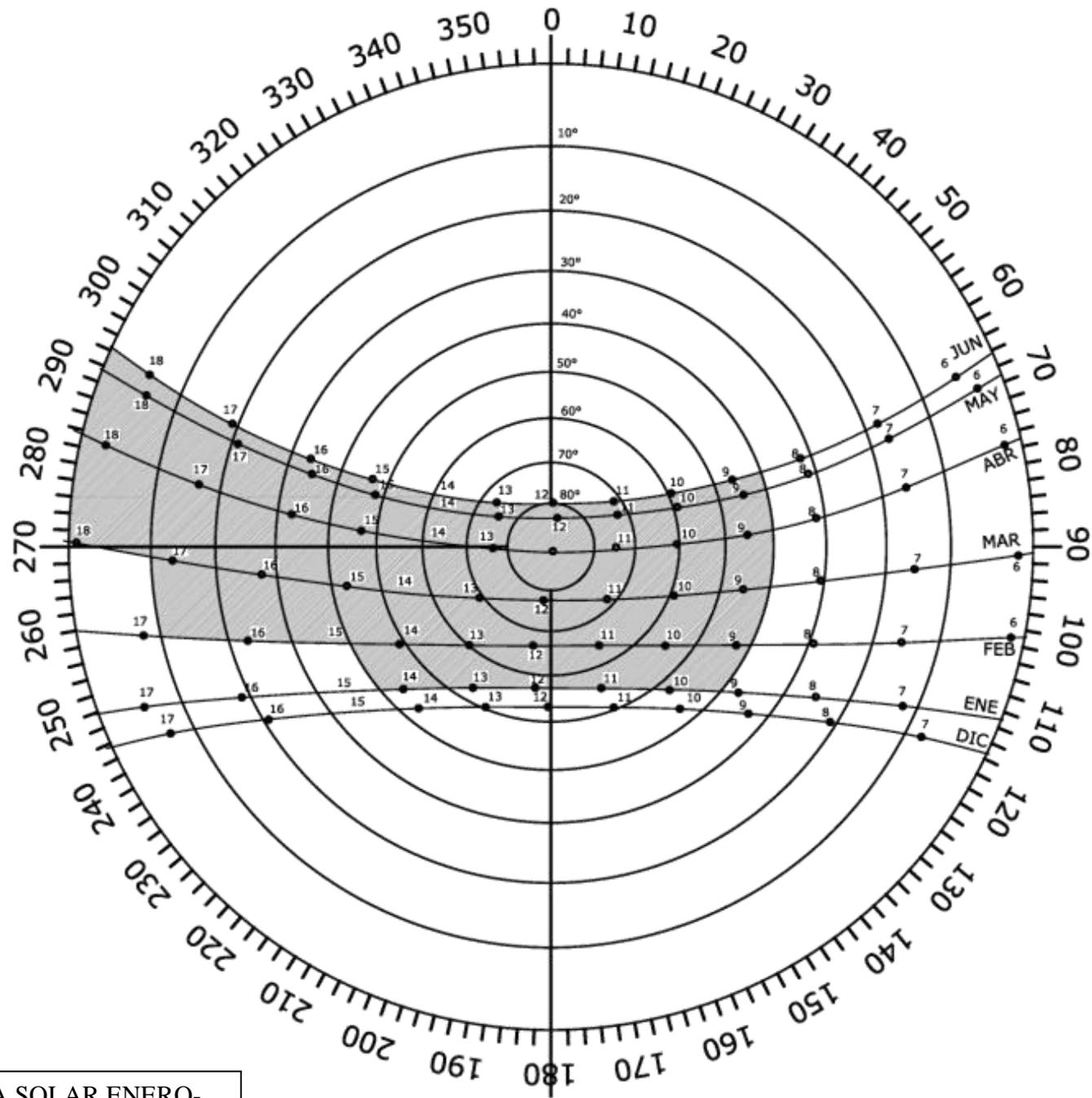
El viento no es un recurso primordial para utilizar en las estrategias de diseño para esta zona, más que canalizarlo



para su introducción en el proyecto, la mayor parte del tiempo deberá ser canalizado, para que no aumente la sensación térmica de frío. Es por ello siempre primordial conocer su dirección predominante y su magnitud, la cual veremos en la rosa de vientos elaborada para cada mes.



GRAFICA SOLAR JUNIO-DICIEMBRE

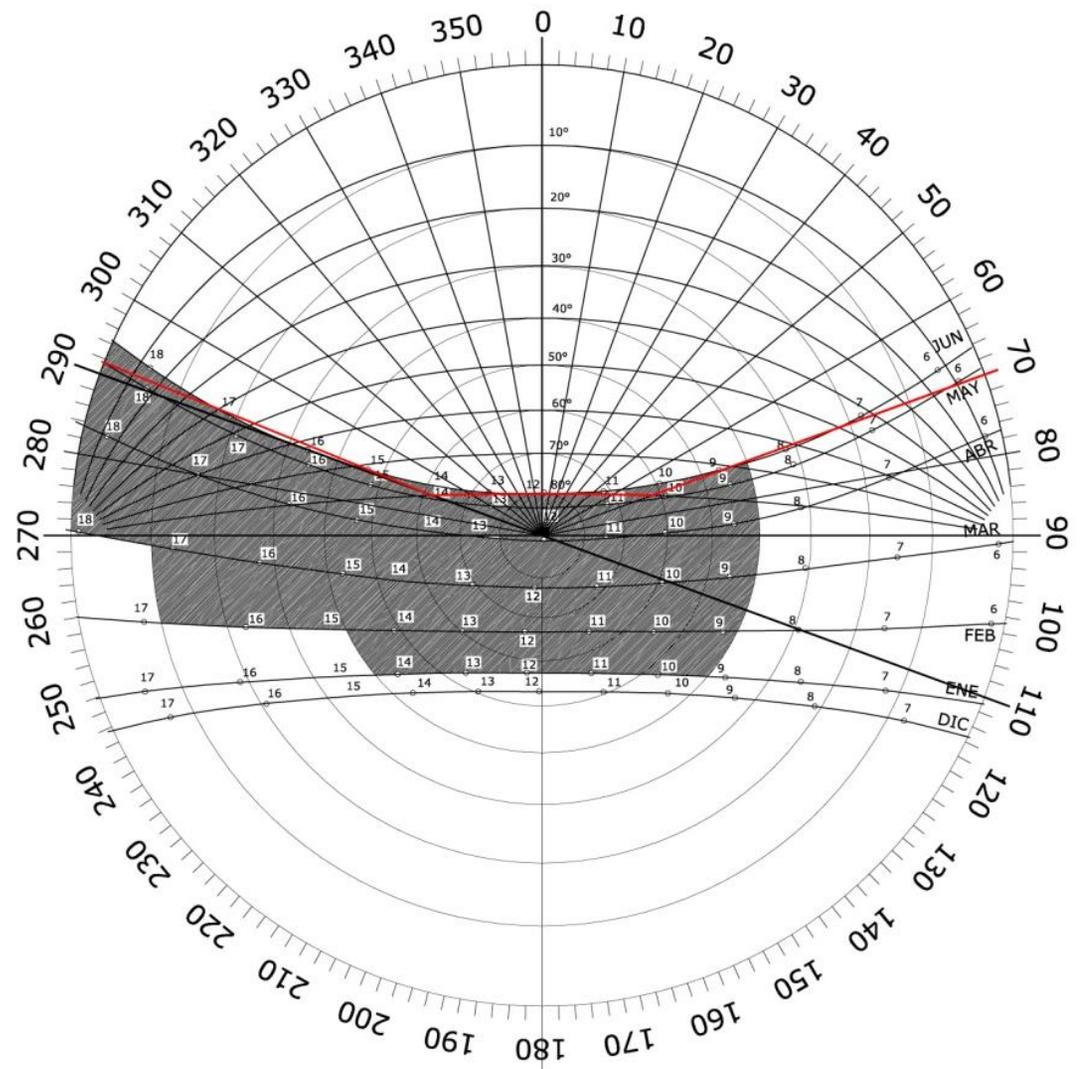


GRAFICA SOLAR ENERO-
JUNIO

Las Gráficas solares nos muestran el recorrido del sol a las distintas horas en un día de cada mes, relacionando horas y meses, podemos fácilmente trasladar el gráfico del cuadro de necesidades climáticas y generar la máscara de sombra lo cual nos permitirá evaluar cuando necesitaremos sombra, la orientación y con qué tipo de protección podemos contar para evitar el asoleamiento excesivo, ya sea este de tipo vertical (parasoles) u horizontal (aleros).

Se buscará la orientación en la que las horas de asoleamiento son menos para cada uno de los semestres en los que se dividen las Cartas Solares.

Para el caso de Juayúa, la mejor orientación es al nor-oriente porque es en esta en la que se recibe menor cantidad de horas sol, al mismo tiempo se muestra en color rojo dos una línea roja que se curva al centro, esto es el resultado de dos líneas que parten desde el centro del gráfico hacia el círculo exterior que representa el horizonte, esta líneas me indicarán el ángulo entre el centro del área a proteger del sol y el cortasol, resolviendo la distancia de este, con una simple relación trigonométrica.



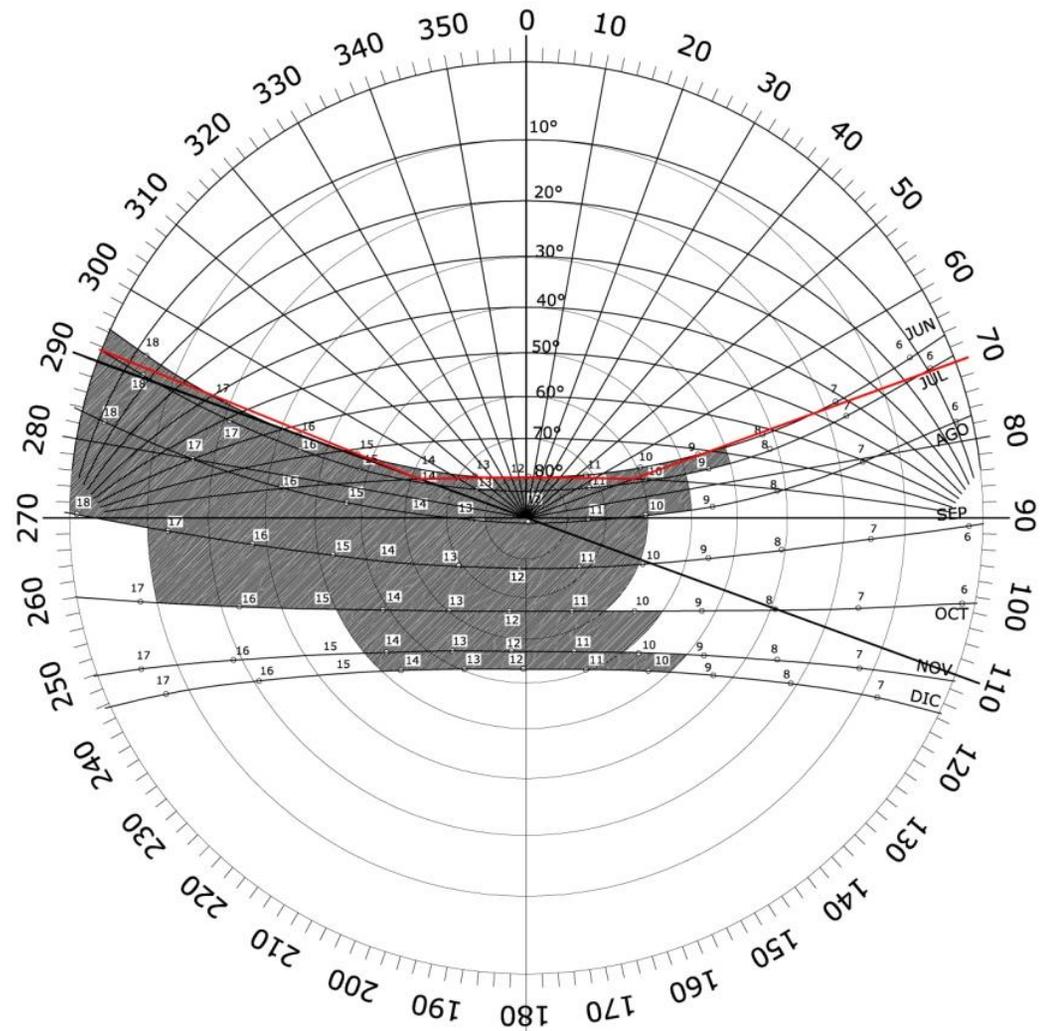
En el semestre dos la orientación es consistente y garantiza las medidas correctivas señaladas por la Carta Bioclimática.

Superpuesto a la gráfica y a la máscara solar está un diagrama que nos indica los grados para poder determinar el ángulo entre el alero y la base de la edificación, para el caso de Juayúa se podría utilizar un alero de entre 20° y 30° o una solución mixta.

Para los cortasoles el ángulo es de 22° para el primer semestre a ambos lados del área a proteger.

La curvatura que se nota en la recta de color rojo es el resultado de la superposición de las líneas diagonales antes mencionadas y el ángulo que puede en ese espacio, proteger del sol en forma de protección horizontal o alero, para el primer semestre un ángulo de 80° entre el alero y la fachada es suficiente, teniendo nuevamente como incógnita trigonométrica la distancia del alero.

Para el segundo trimestre el comportamiento es similar tanto en los ángulos de las protecciones ya sean estas, horizontales o verticales y de la misma forma la orientación.



ESTRATEGIAS DE DISEÑO URBANO

Las estrategias generales de Diseño a plantear son el resultado de la interpretación de la información que introducimos a las herramientas.

En el aspecto Urbano estas nos definirán dos aspectos generales, la orientación y la dispersión del proyecto arquitectónico.

Para la zona A2B2, las necesidades básicamente serán viento La orientación para el aprovechamiento de los vientos es esencial, para conseguir el confort.

Podemos observar en las gráficas la línea superpuesta de la orientación para esta zona, la cual cumple los requisitos del análisis previo.

La carta Bioclimática nos muestra a lo largo del año, que las necesidades de confort estarán enfocadas a garantizar una buena ventilación y la protección solar. La organización espacial más adecuada para garantizar la ventilación es la dispersa.

ESTRATEGIAS GENERALES DE DISEÑO URBANO

- ORIENTACIÓN: NOR-ORIENTE

- TRAZADO URBANO: COLINDANTES SEPARADOS.
- CIRCULACIONES: DESPEJADAS PARA RESIVIR ASOLEAMIENTO.

ESTRATEGIAS GENERALES DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO

Las Estrategias Arquitectónicas, irán encaminadas principalmente a favorecer los vientos dentro del proyecto que aseguren reducir el efecto de la humedad, así como también las ganancias solares en algunas épocas del año.

- La inducción de los vientos es la estrategia complementaria, la cual para esta zona, puede lograrse por medio de la vegetación.
- La protección solar es una alternativa, aunque debe ser de tipo móvil, para cuando sea necesaria la ganancia directa.
- La renovación del aire por convección es una buena opción.

GUIA BIOCLIMÁTICA PARA LA ZONA A3B1 (Caso municipio Ilopango)

GENERALIDADES.



Ilopango es un municipio ubicado en la parte oriente del municipio de San Salvador posee una altura de 615 m.s.n.m y es clasificado por el SNET como Sabana Tropical Caliente.

CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA

Según la relación de Temperatura y Humedad registradas en la Zona, este municipio pertenece a la Zona A3B1.

ZONA A3B1

A esta zona pertenece la mayoría de municipios de El Salvador, contándose dentro de esta 219 municipios, incluidos todas las cabeceras departamentales, se registran temperaturas máximas entre 22°C y 27°C y mínimas menores de 22°C, las humedades son superiores al 75% en la temporada lluviosa, como es en todo el país y en la temporada seca, menores del 75%.

HUMEDA

Se registran en estas zonas, una humedad relativa mayor al 75% en la mayor parte del tiempo, lo cual será necesario



tomar en cuenta en la utilización de estrategias de diseño. Las humedades máximas y mínimas mensuales nos darán una idea de la fluctuación de esta a lo largo de todo el año.

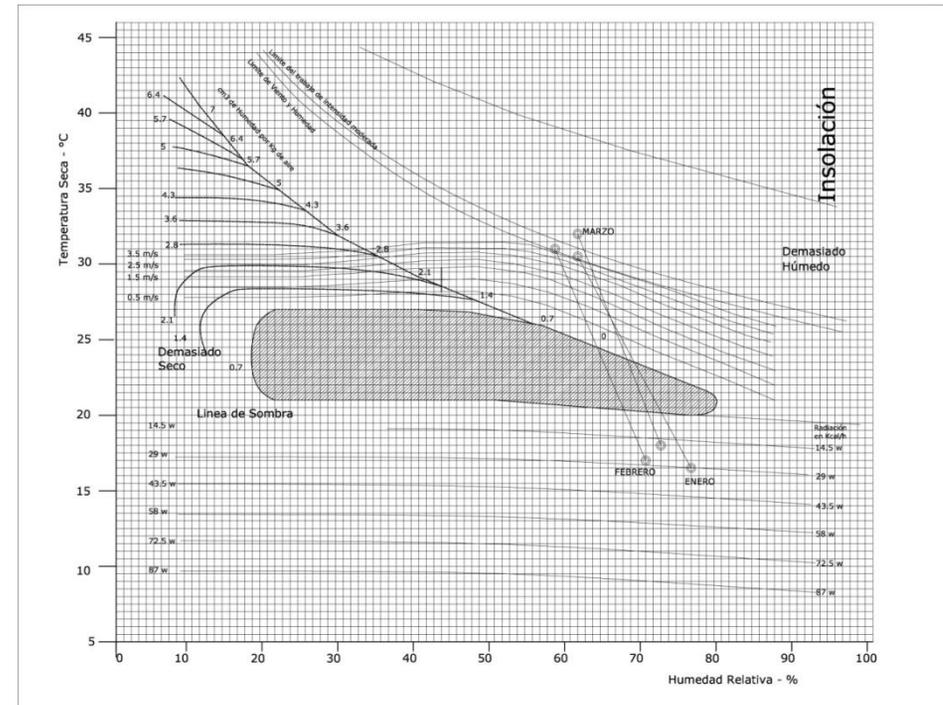
TEMPERATURA

Las temperaturas máximas son mayores que el rango de confort establecido en 27°C y las temperaturas mínimas menores al rango definido en 22°C, por tanto necesitará estrategias complementarias para poder llevar la temperatura a la zona de confort.

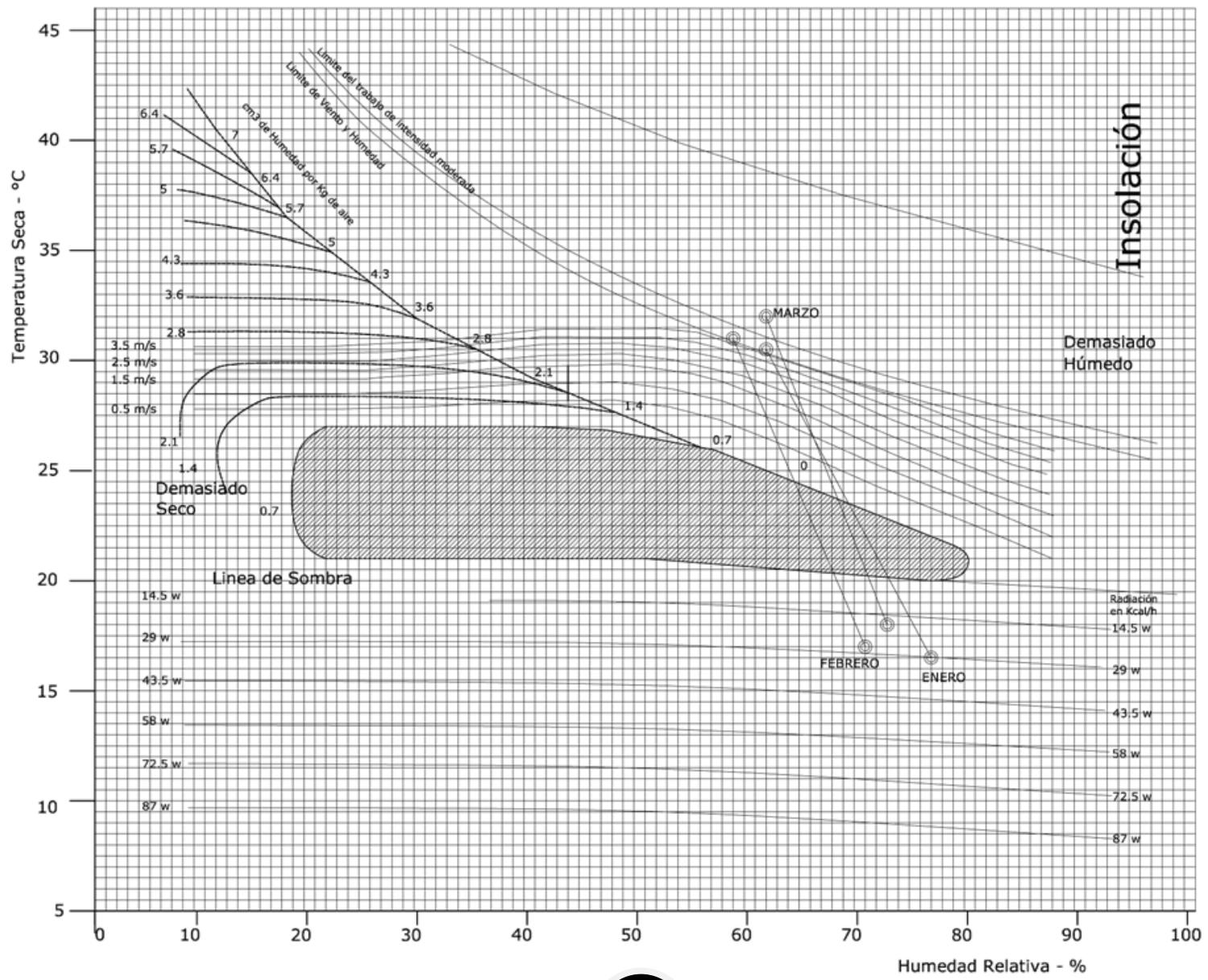
La Carta Bioclimática nos muestra la relación entre las dos principales condicionantes del confort térmico, la humedad y la temperatura, definiendo claramente una zona de confort valiéndose de estas dos variables.

Tenemos en la gráfica, el primer trimestre del año para el municipio de Ilopango, el cual nos muestra que un poco más del tercio del tiempo, las variables temperatura y humedad se encuentran dentro de los rangos de confort, y que la mayor parte del tiempo lo que se necesitará es viento, para aminorar el efecto de las altas temperaturas, acompañadas de la protección solar.

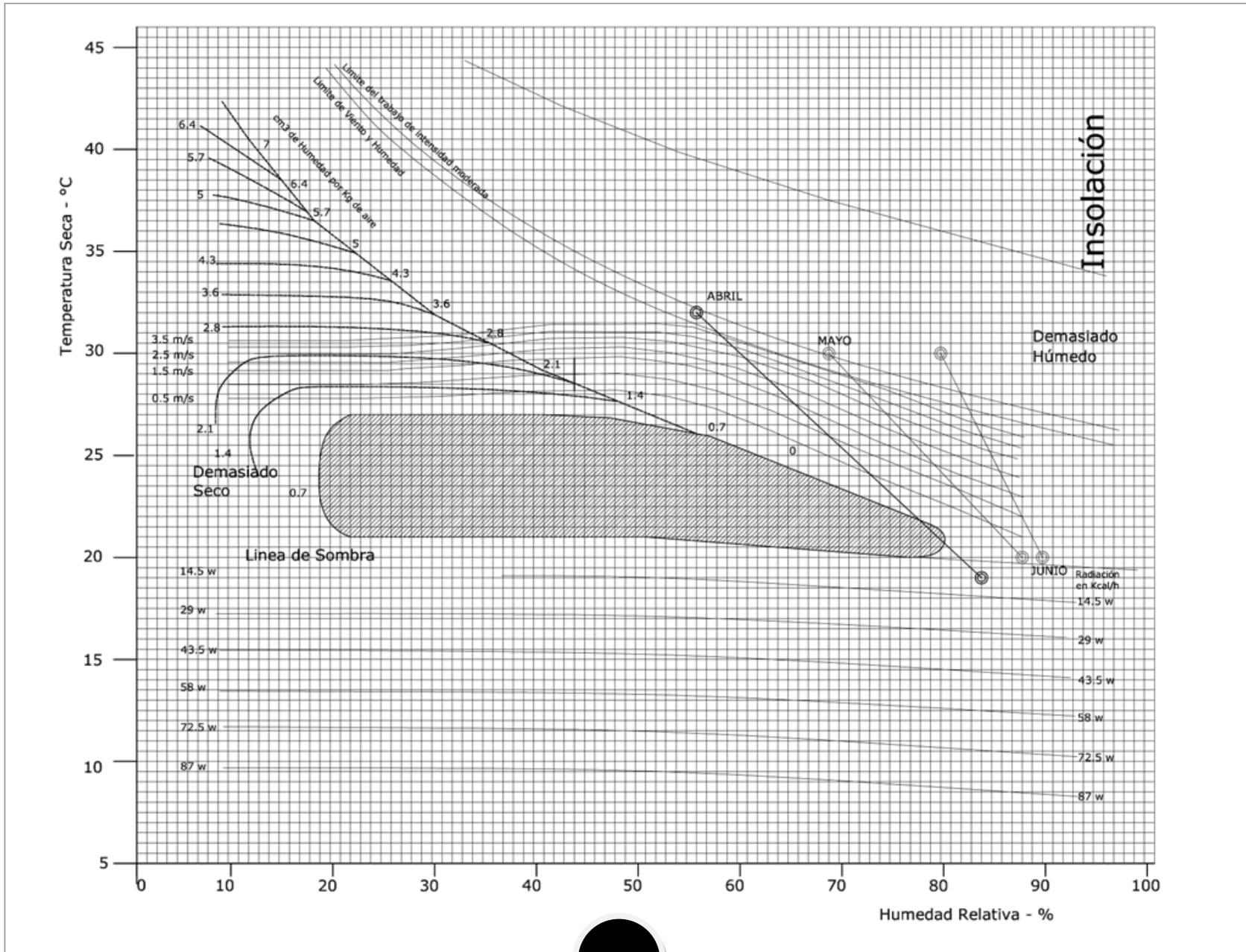
El gráfico muestra necesidad de ganancias de calor, las cuales probablemente sean necesarias en horas de la noche o la madrugada, según el diseño este calor puede ser almacenado en las paredes, piso o techo y ser conducido al interior cuando sea necesario, de lo contrario, ser radiado al exterior.



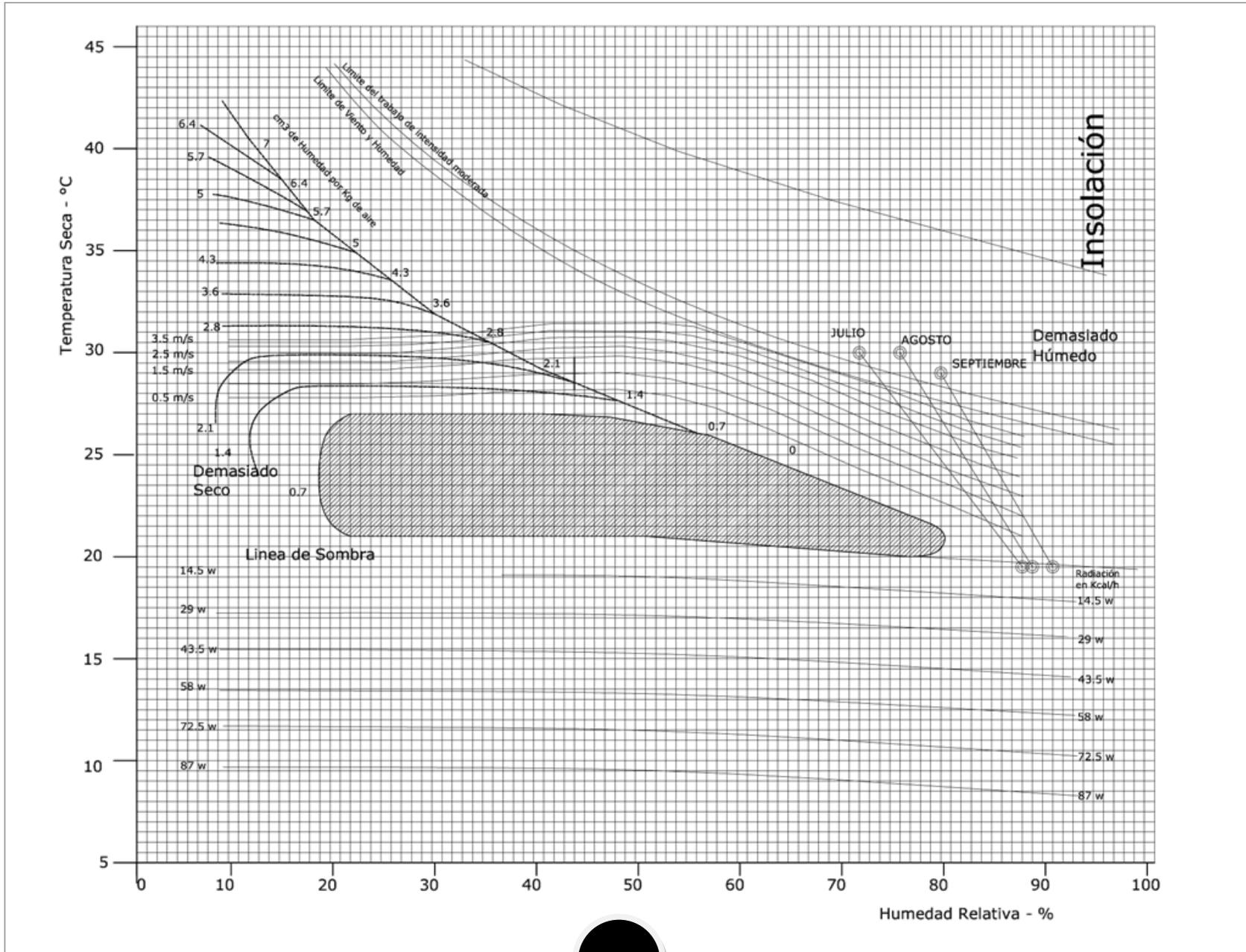
CARTA BIOCLIMÁTICA PRIMER TRIMESTRE



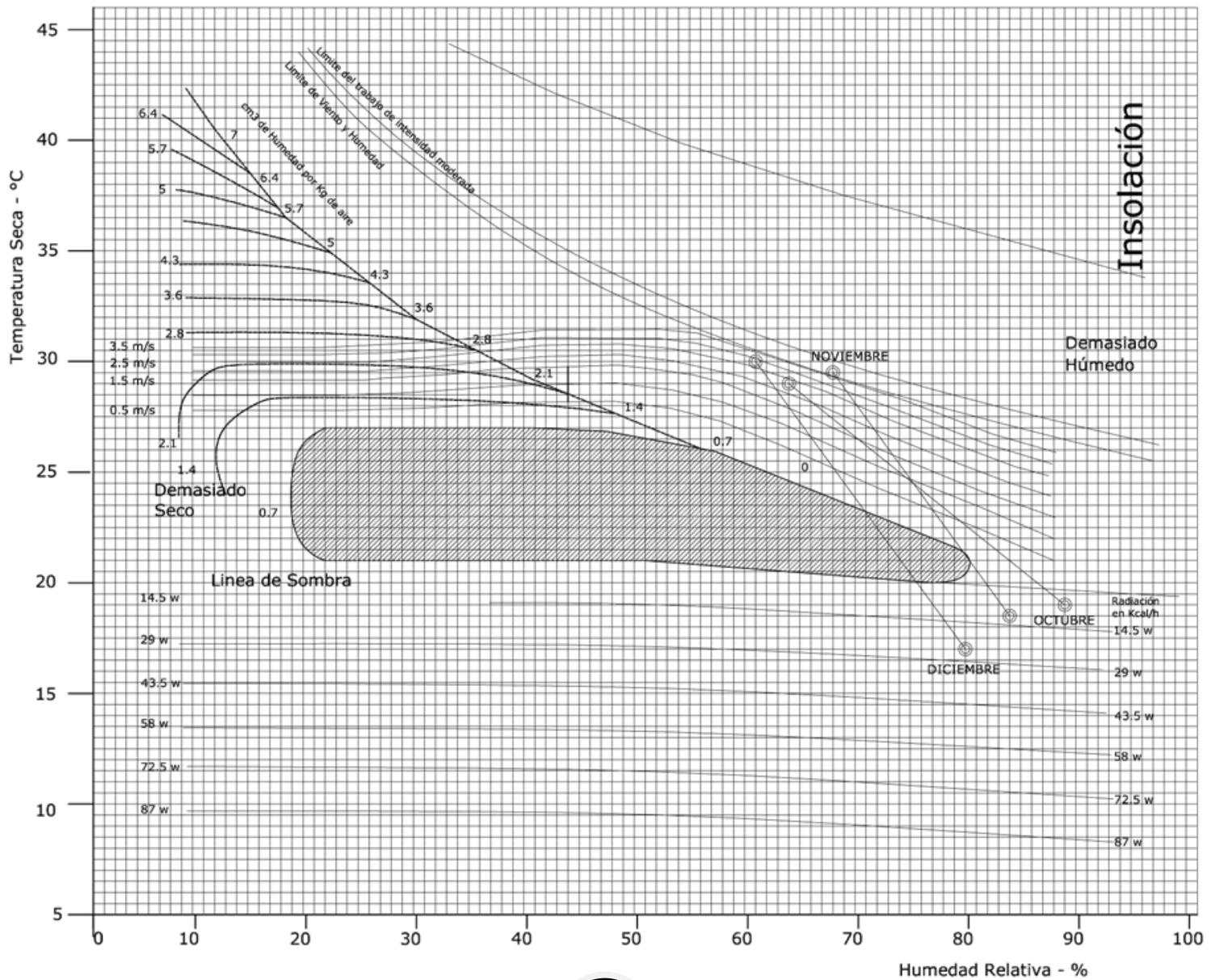
CARTA BIOCLIMÁTICA SEGUNDO TRIMESTRE



CARTA BIOCLIMÁTIC TERCER TRIMESTRE



CARTA BIOCLIMÁTICA CUARTO TRIMESTRE



CUADRO DE NECESIDADE CLIMÁTICAS.

Las zonas sombreadas indican el período durante el año en el que necesitaremos debido a la altitud y las temperaturas más altas, estas se salen fuera del rango de confort antes del medio día, aproximadamente desde las 10:00am, que es a partir de cuándo necesitaremos protección solar.

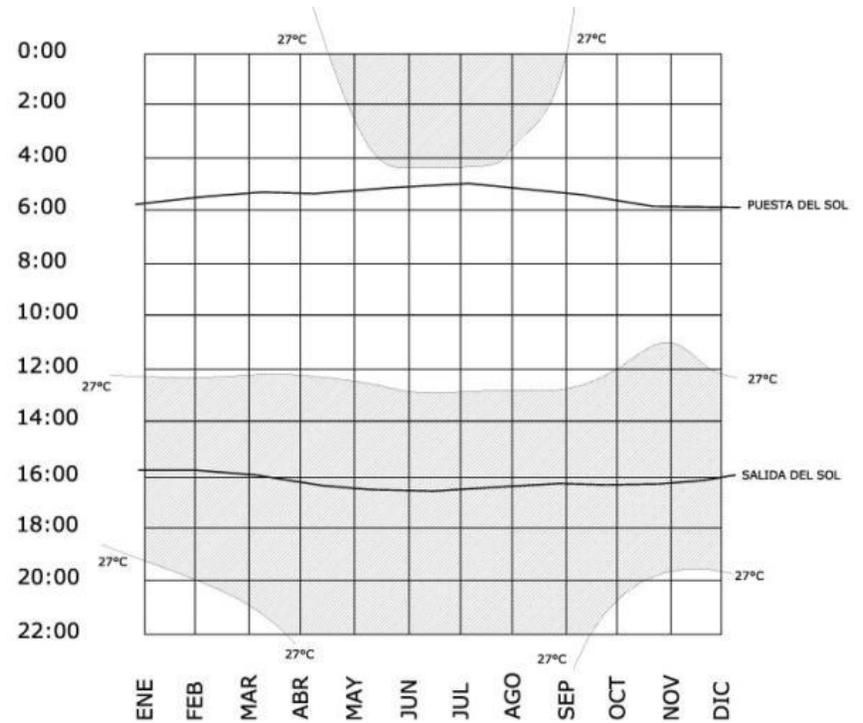
Antes de estas hora y después de la puesta del sol las temperaturas tienden a bajar y salir de la zona de confort establecida, es allí donde necesitaremos introducir calor al proyecto, mismo que debe ser captado y almacenado durante el día para utilizarlo en la noche, esto durante prácticamente todo el año, a excepción de meses más fríos en los que estas necesidades son necesarias antes.

DISPONIBILIDAD SOLAR.

En cuanto al recurso sol, podemos observar que durante todo el año, la disponibilidad de radiación solar, la cual deberá ser aprovechada para generar calor cuando este sea necesario.

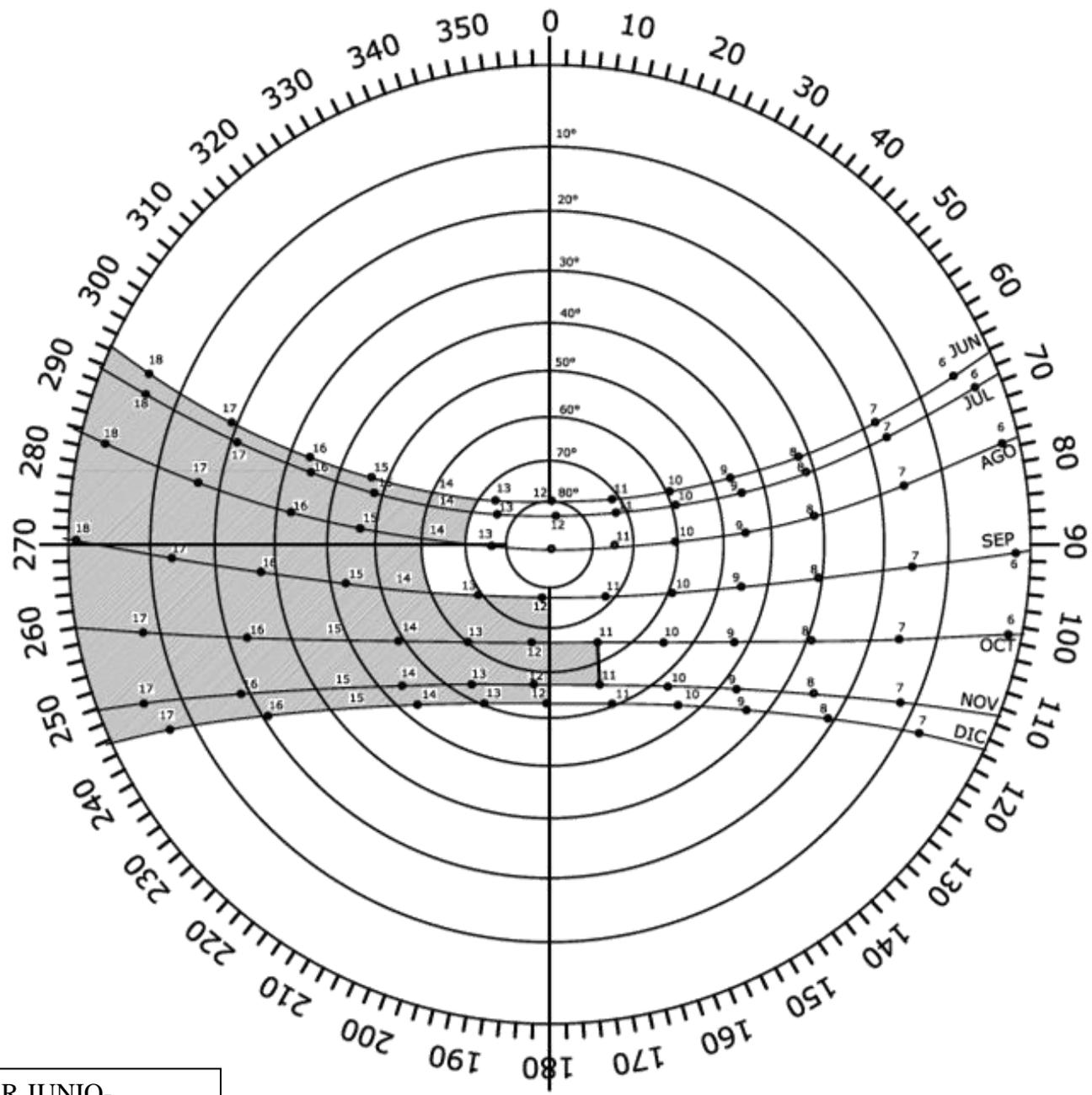
En este caso, la cantidad de horas luz, es un recurso importante para tener una idea de la disponibilidad de iluminación natural, estando consientes del calor producido por la radiación.

DISPONIBILIDAD DEL VIENTO.

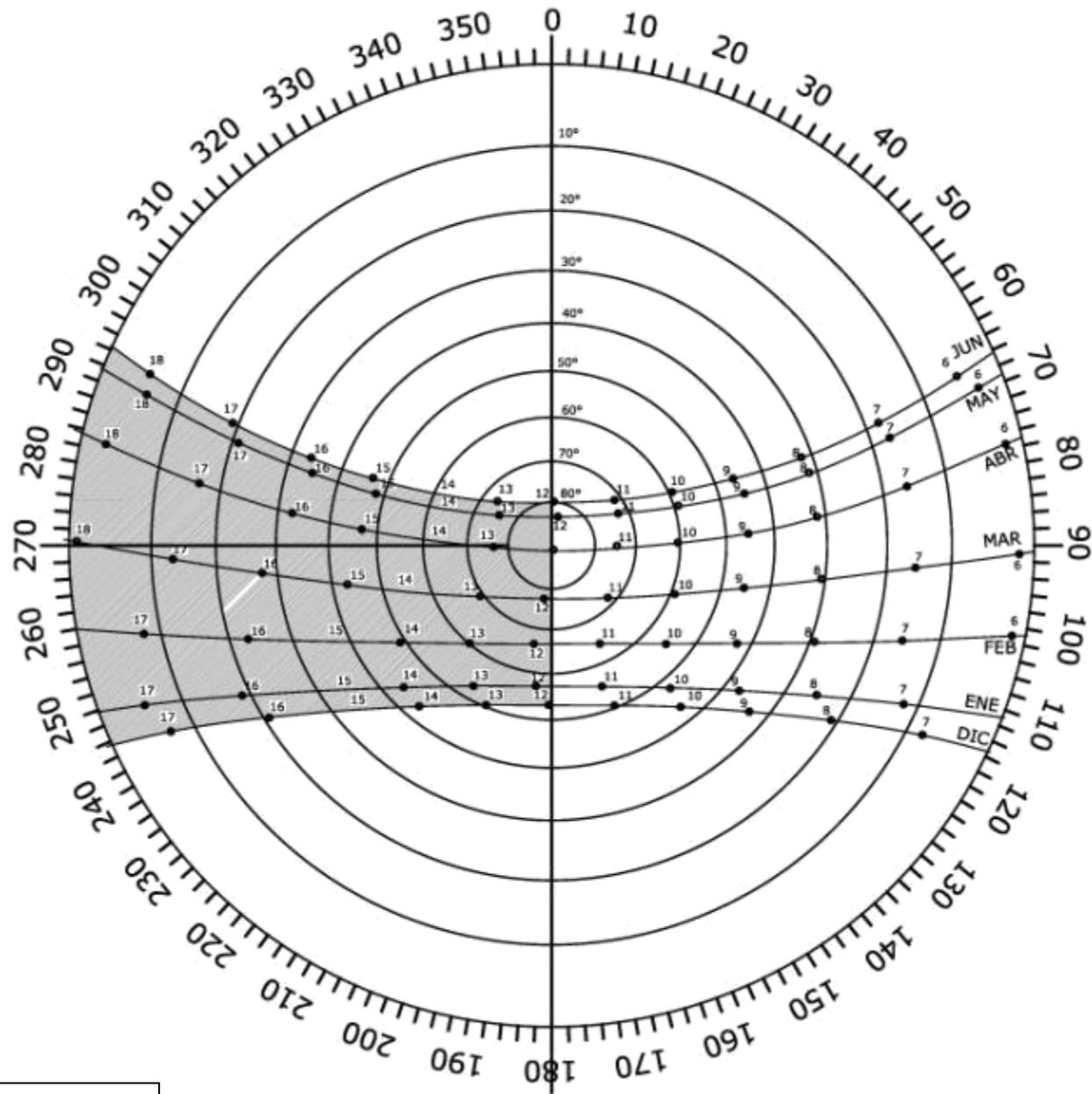


El viento es un factor clave para llevar confort en esta zona, la ventilación cruzada y otras estrategias son un recurso valioso para el diseñador.

El conocer el rumbo predominante de los vientos para poderlos canalizar dentro del proyecto, y poder garantizar este recurso el mayor tiempo posible sin que este sea incómodo.



GRAFICA SOLAR JUNIO-DICIEMBRE



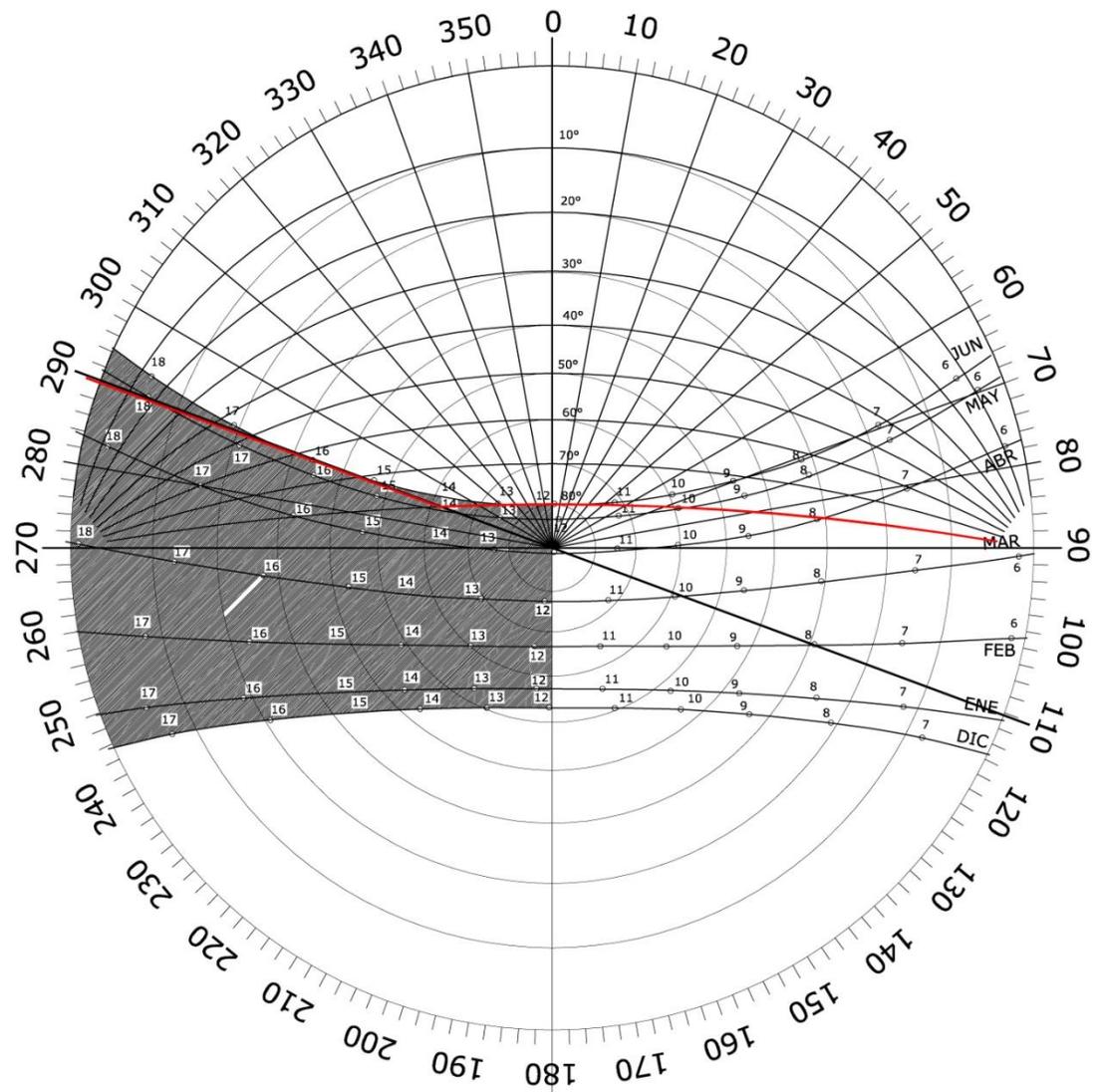
GRAFICA SOLAR ENERO-
JUNIO

Las Gráficas solares nos muestran el recorrido del sol a las distintas horas en un día de cada mes, relacionando horas y meses, podemos fácilmente trasladar el gráfico del cuadro de necesidades climáticas y generar la máscara de sombra lo cual nos permitirá evaluar cuando necesitaremos sombra, la orientación y con qué tipo de protección podemos contar para evitar el asoleamiento excesivo, ya sea este de tipo vertical (parasoles) u horizontal (aleros).

Se buscará la orientación en la que las horas de asoleamiento son menos para cada uno de los semestres en los que se dividen las Cartas Solares.

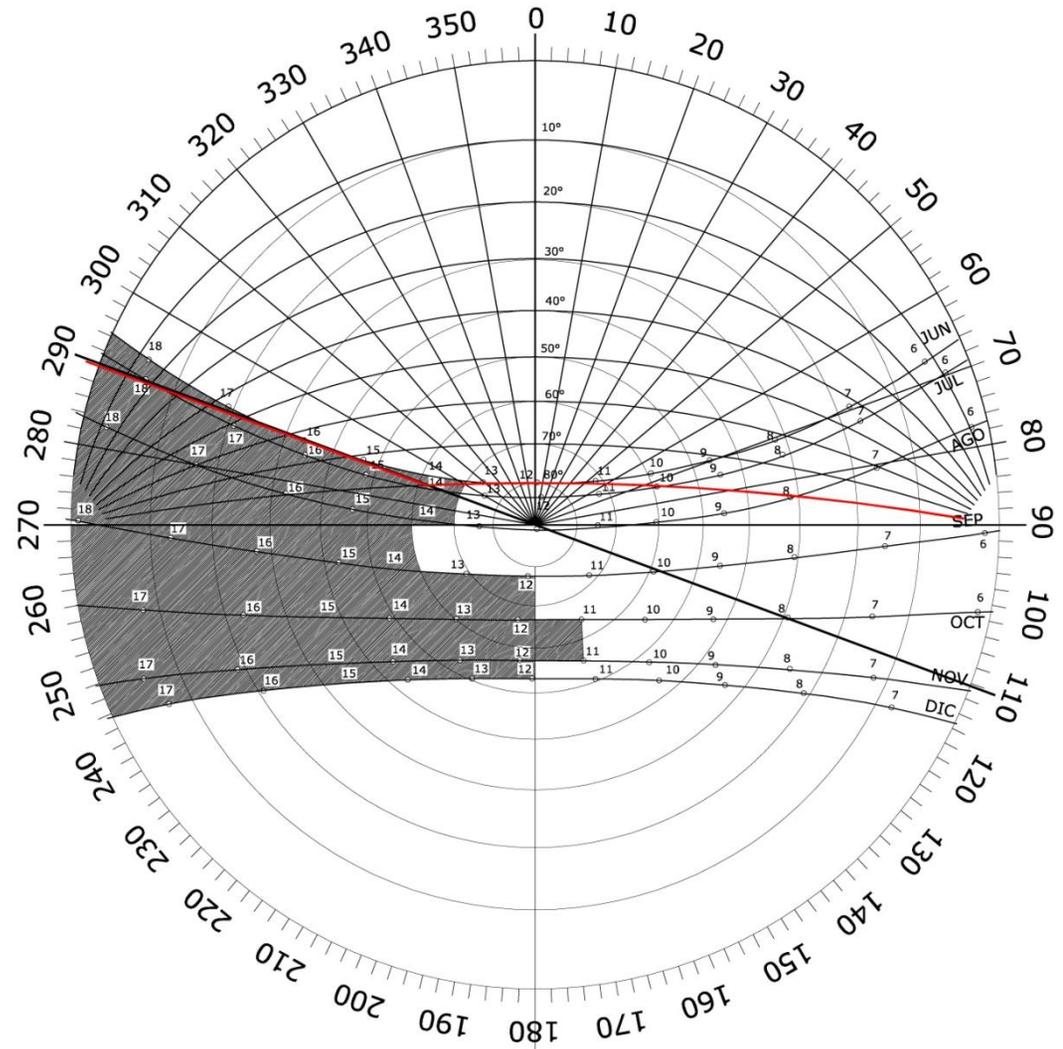
Para el caso de Ilopango la mejor orientación sigue siendo la nor oriente, ya que es en la que menos horas de asoleamiento se reciben en la parte del día que las variables dan como resultado estar fuera de los rangos de confort.

La protección horizontal, que viene dada por el extremo izquierdo de la línea roja, la cual es el resultado de la unión de una diagonal que parte del centro hacia el círculo exterior, el cual representa el horizonte y la línea curva que representa



el ángulo de altitud y necesario para proteger un área del asoleamiento.
Este ángulo es de 20° medido desde el diámetro de la circunferencia delimitado por el ángulo 270° y 90° , el cual representa el horizonte en elevación.
La línea curva corresponde al grado de altitud que coincide con los 80° .
El primer ángulo, estará comprendido entre el centro de área a proteger del sol y el extremo del cortasol, ya que es indicativo de protección vertical, el segundo ángulo estará comprendido entre el extremo del alero y la fachada, ya que está referido a protección horizontal.

Para el segundo semestre el comportamiento es similar.



ESTRATEGIAS DE DISEÑO URBANO

Las estrategias generales de Diseño a plantear son el resultado de la interpretación de la información que introducimos a las herramientas.

En el aspecto Urbano estas nos definirán dos aspectos generales, la orientación y la dispersión del proyecto arquitectónico.

Para la zona A3B1, las necesidades básicamente serán viento La orientación para el aprovechamiento de los vientos es esencial, para conseguir el confort.

Podemos observar en las gráficas la línea superpuesta de la orientación para esta zona, la cual cumple los requisitos del análisis previo.

La carta Bioclimática nos muestra a lo largo del año, que las necesidades de confort serán principalmente ventilación y protección solar, las necesidades de calor, pueden suplirse con la mas térmica de los materiales constructivos.

La organización espacial es dispersa, para asegurar el recurso viento a todas las parcelas.

ESTRATEGIAS GENERALES DE DISEÑO URBANO

- ORIENTACIÓN: NOR-ORIENTE

- TRAZADO URBANO: COLINDANTES SEPARADOS.
- CIRCULACIONES: DESPEJADAS PARA RESIVIR ASOLEAMIENTO.

ESTRATEGIAS GENERALES DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO

Las estrategias arquitectónicas, irán encaminadas principalmente a favorecer los vientos dentro del proyecto que aseguren reducir el efecto de la humedad, así como también las ganancias solares en algunas épocas del año.

- La inducción de los vientos es la estrategia complementaria, la cual para esta zona, puede lograrse por medio de la vegetación.
- La protección solar es necesaria.
- La renovación del aire por convección es una buena opción.

GUIA BIOCLIMÁTICA PARA LA ZONA A3B2 (Caso municipio Acajutla)

GENERALIDADES.



Acajutla es un municipio ubicado en la zona surponiente del departamento de Sonsonate, ubicado a 6 m.s.n.m.

CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA

Según la relación de temperatura y humedad registradas en la Zona, este municipio pertenece a la Zona A3B2.

ZONA A3B2

Esta zona se encuentran la mayoría de municipios costeros de el país, registrándose altas temperaturas durante casi todo el año y fuertes contenidos de humedad.

Las temperaturas colocan a estos municipios fuera de la zona de confort durante casi todo el año, temperaturas superiores al rango de confort son registradas durante la mayor parte del día. y tienen la peculiaridad de ser más frescos que los de la mencionada zona pero también más



húmedos, registrándose porcentajes de humedad relativa mayores del 75% en todo el año.

HUMEDA

Se registran en estas zonas, una humedad relativa mayor al 75% en la mayor parte del tiempo, lo cual será necesario tomar en cuenta en la utilización de estrategias de diseño. Las humedades máximas y mínimas mensuales nos darán una idea de la fluctuación de esta a lo largo de todo el año.

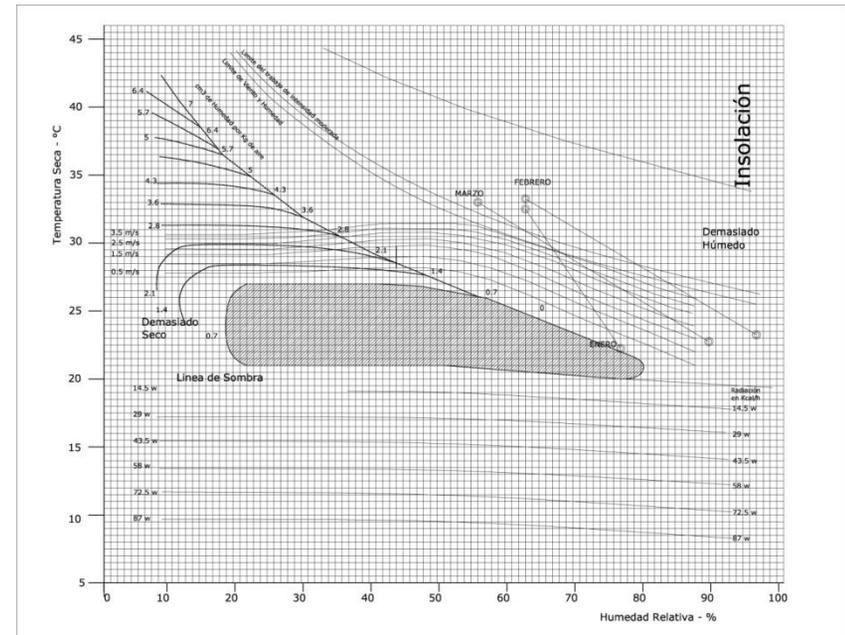
TEMPERATURA

Temperaturas fuera de la zona de confort prácticamente todo el año, aunque dentro de los límites la mayor parte del tiempo para ser corregidas por medios pasivos.

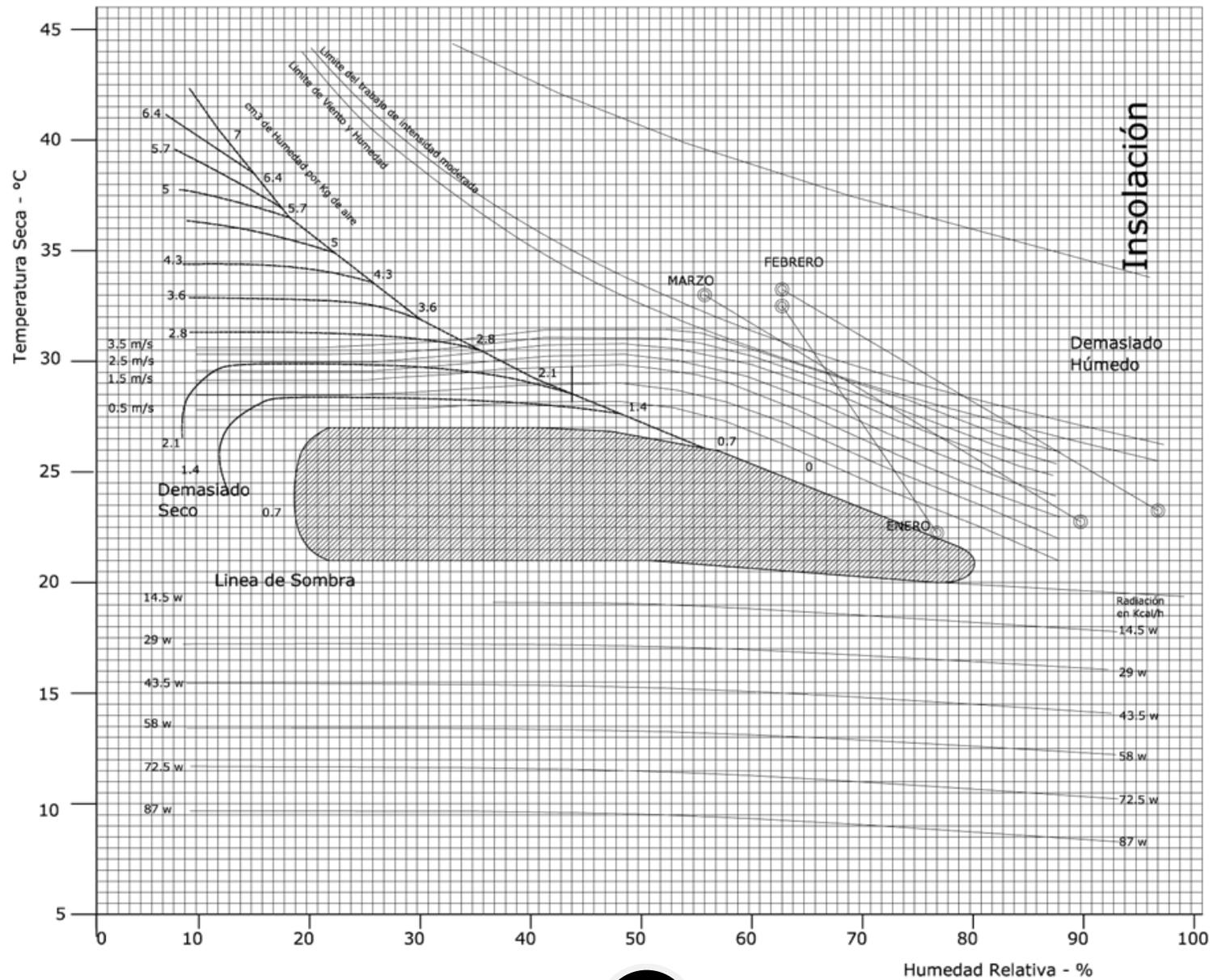
La Carta Bioclimática nos muestra la relación entre las dos principales condicionantes del confort térmico, la humedad y la temperatura, definiendo claramente una zona de confort valiéndose de estas dos variables.

Tenemos en la gráfica, el primer trimestre del año para el municipio de Acajutla, donde claramente podemos observar que durante los primeros tres meses, en ningún momento las condiciones estarán dentro de la zona de confort.

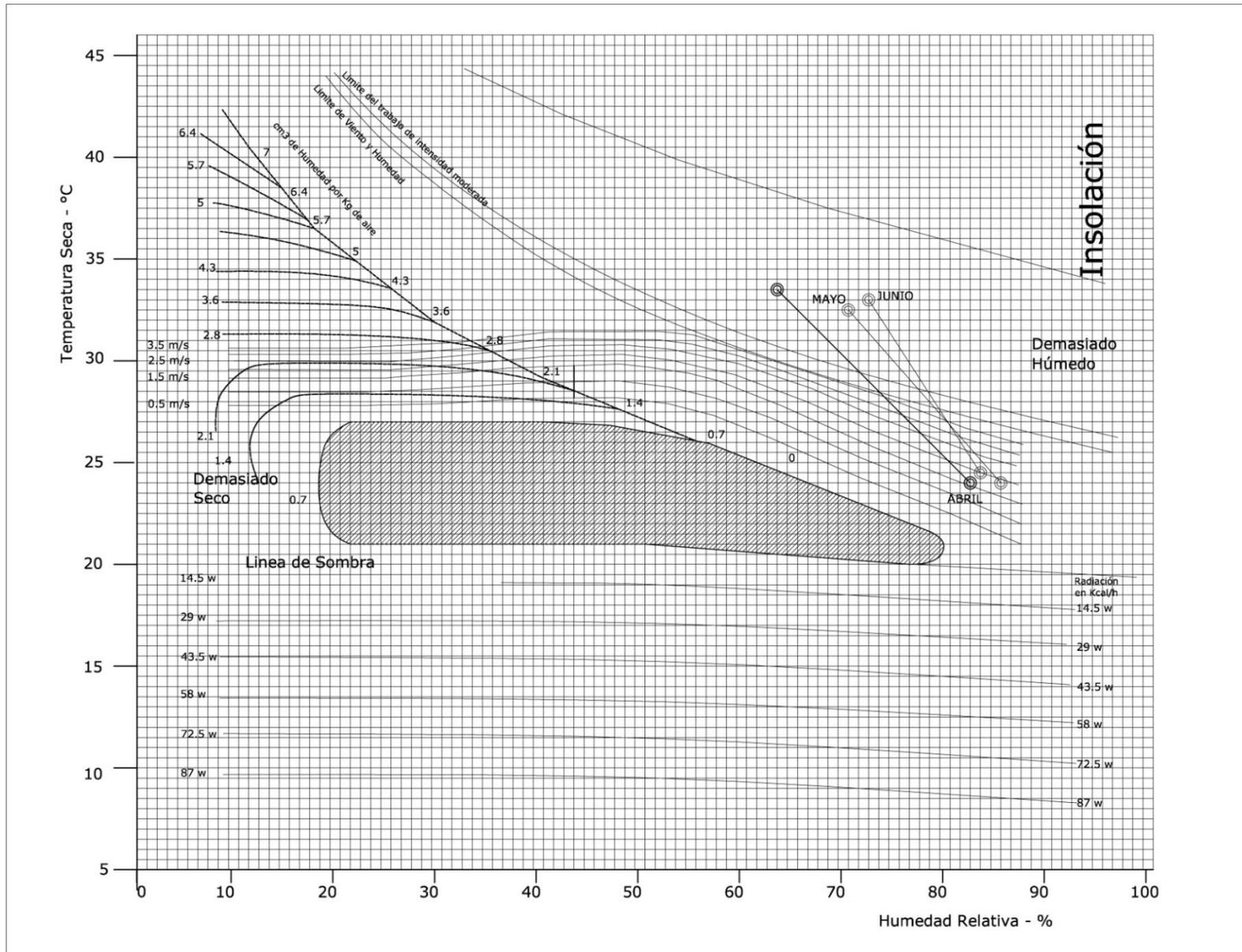
Por lo tanto, por medio de la gráfica podemos intuir, las medidas correctivas serán viento y protección solar, y podemos darnos cuenta que incluso las condiciones salen fuera de lo que puede climatizarse pasivamente, aunque el acondicionamiento de las personas del lugar es un factor a tomar en cuenta de un confort específico del lugar



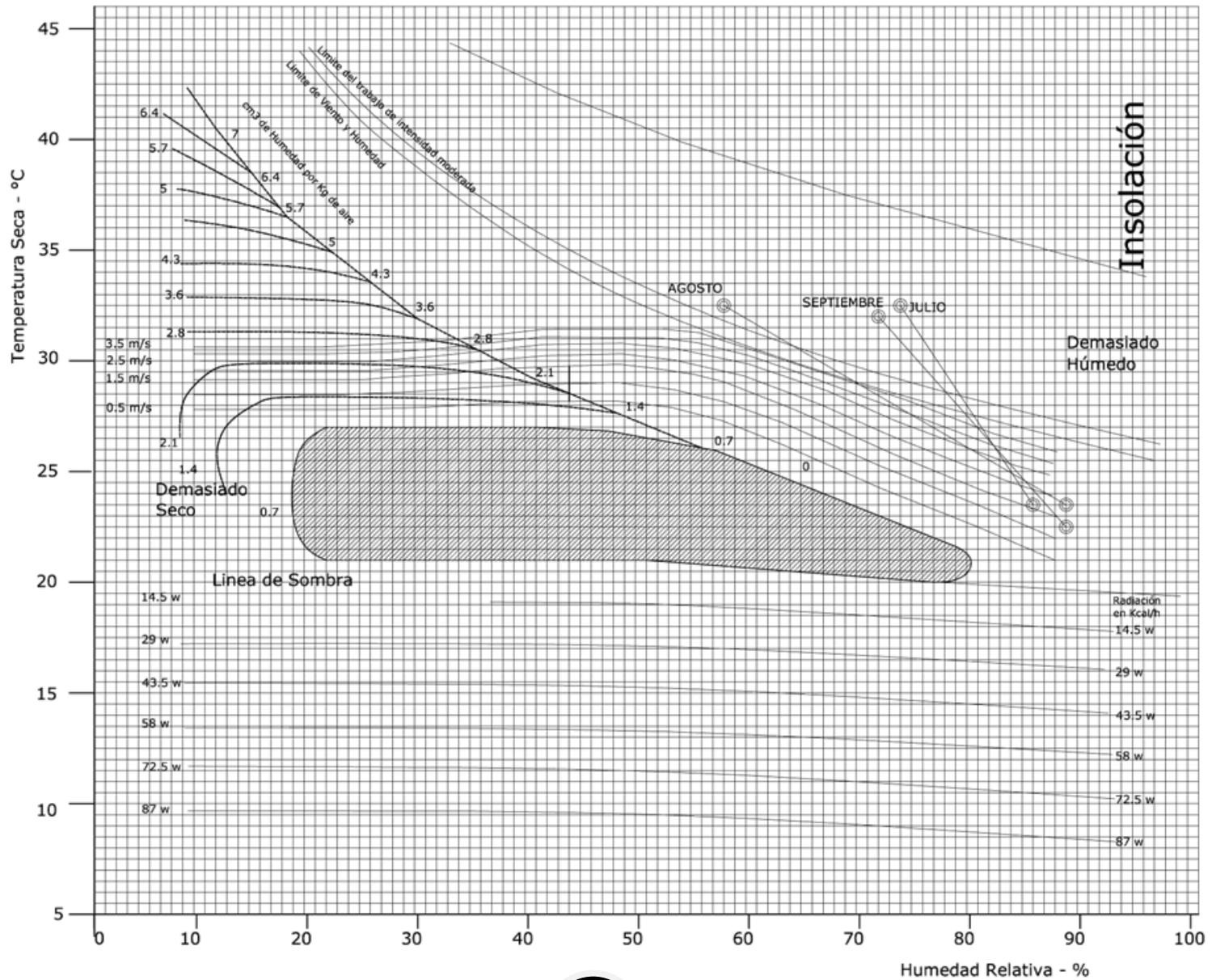
CARTA BIOCLIMÁTICA PRIMER TRIMESTRE



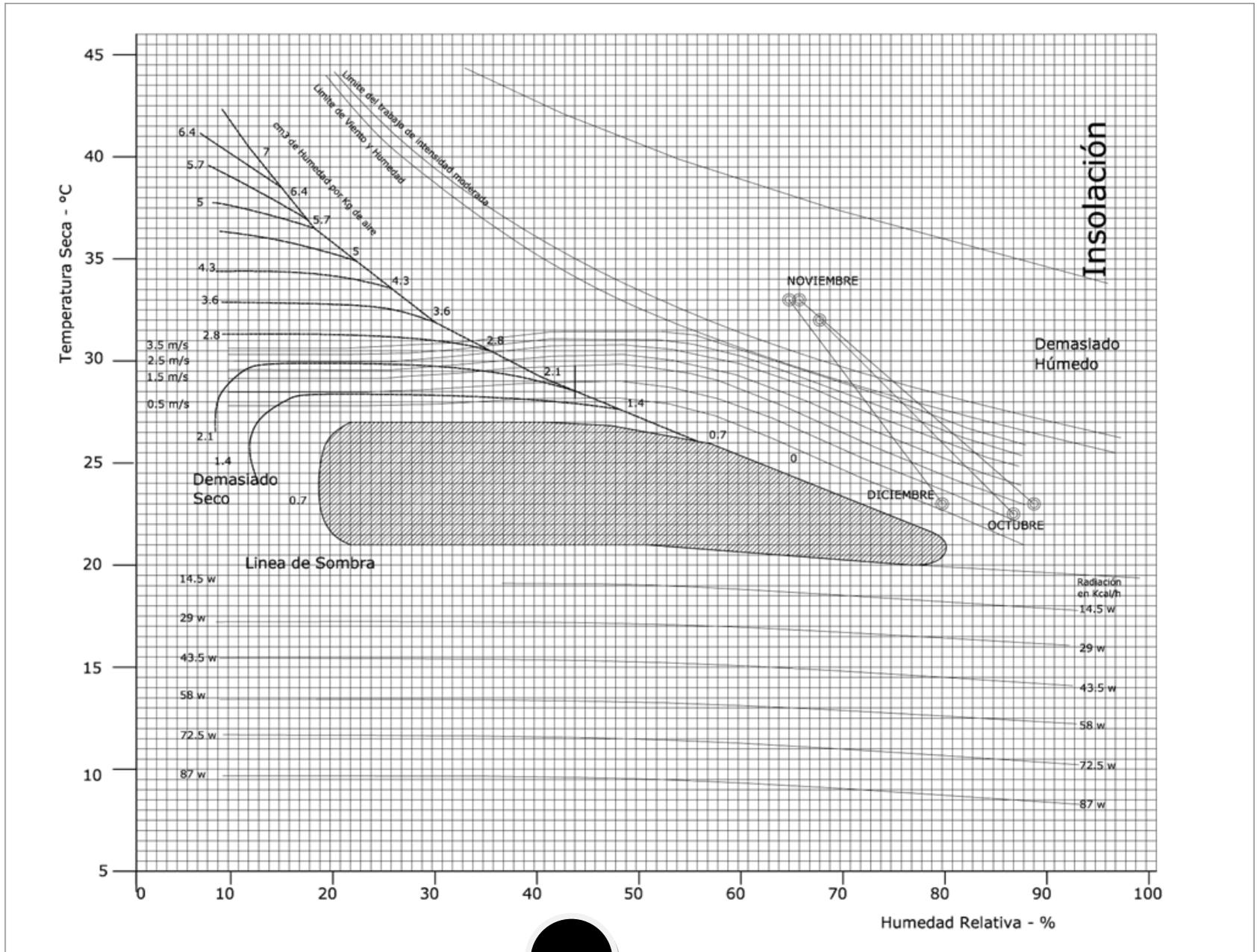
CARTA BIOCLIMÁTICA SEGUNDO TRIMESTRE



CARTA BIOCLIMÁTICA TERCER TRIMESTRE



CARTA BIOCLIMÁTICA CUARTO TRIMESTRE



CUADRO DE NECESIDADE CLIMÁTICAS.

Las zonas sombreadas indican el período durante el año en el que necesitaremos protección solar, debido a la altitud y las temperaturas más altas, estas se salen fuera del rango de confort desde tempranas horas del día, durante casi todo el año.

Se necesitará por tanto protección solar todo el tiempo, y agregado a esto una buena circulación de viento.

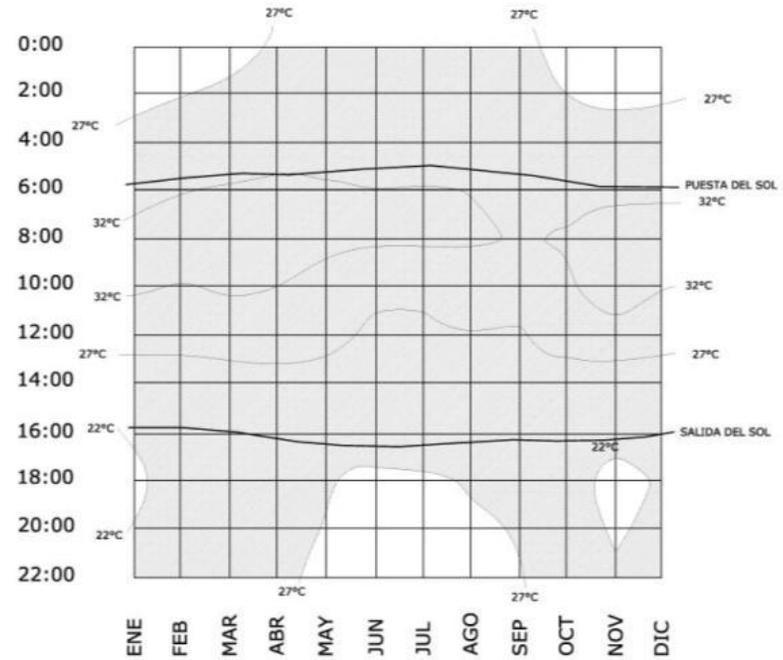
DISPONIBILIDAD SOLAR.

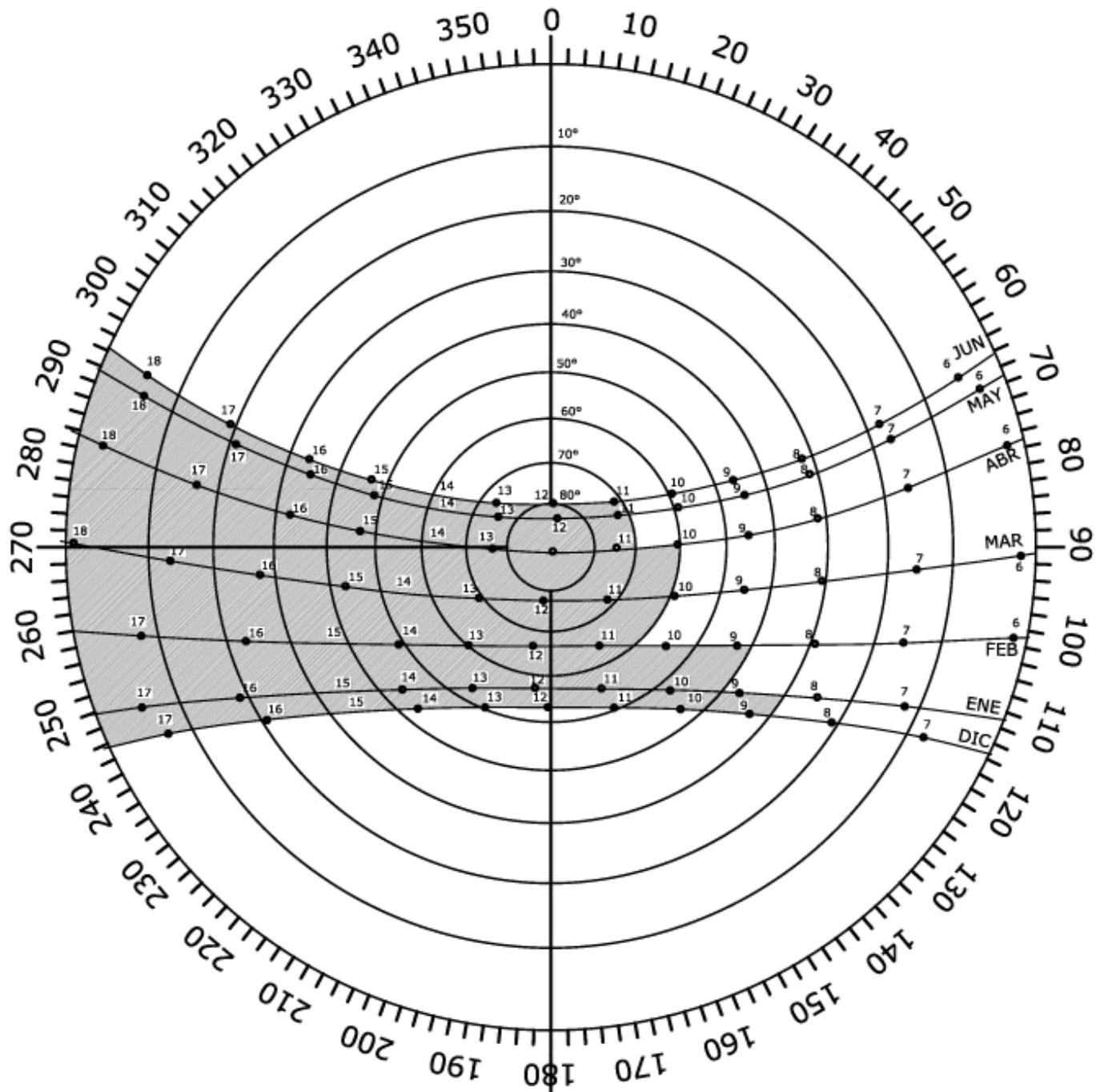
En cuanto al recurso sol, podemos observar que durante todo el año, la disponibilidad de radiación solar, la cual deberá restringida, para que no afecte el confort del usuario, con elementos protectores, ventilación y/o materiales con gran masa térmica.

La disponibilidad de luz natural, aunque es importante en el proyecto, en ese caso representa un gran aporte de calor al proyecto por lo que debe buscarse la inclusión de luz en forma indirecta.

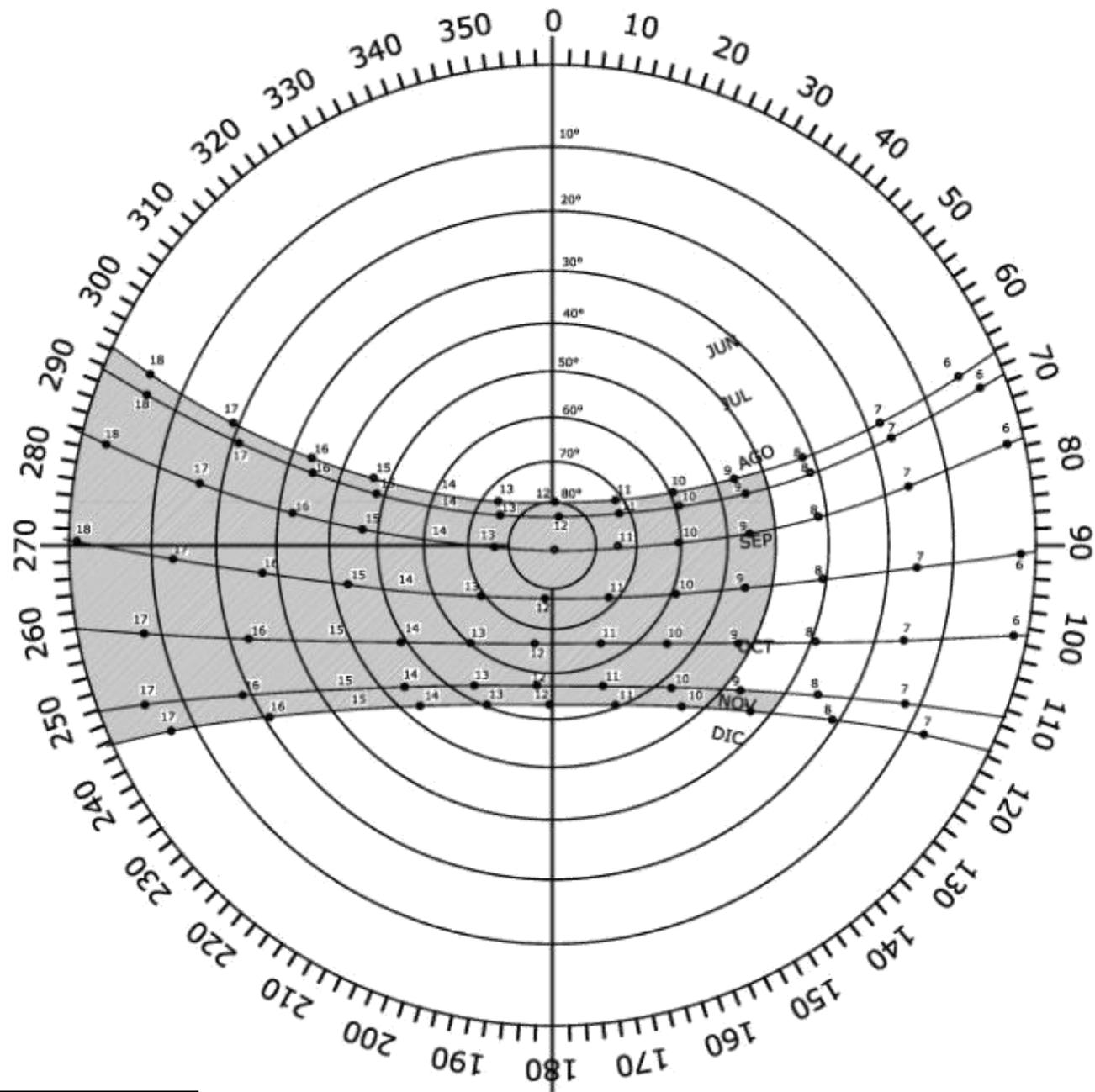
DISPONIBILIDAD DEL VIENTO.

El viento será de suma importancia durante todo el año, tanto para reducir los efectos de la humedad con para contrarrestar la sensación de calor de la zona, poder enfriarlo antes de que esté en contacto con el usuario es importante aunque evitando que tome mayor humedad.





GRAFICA SOLAR JUNIO-DICIEMBRE



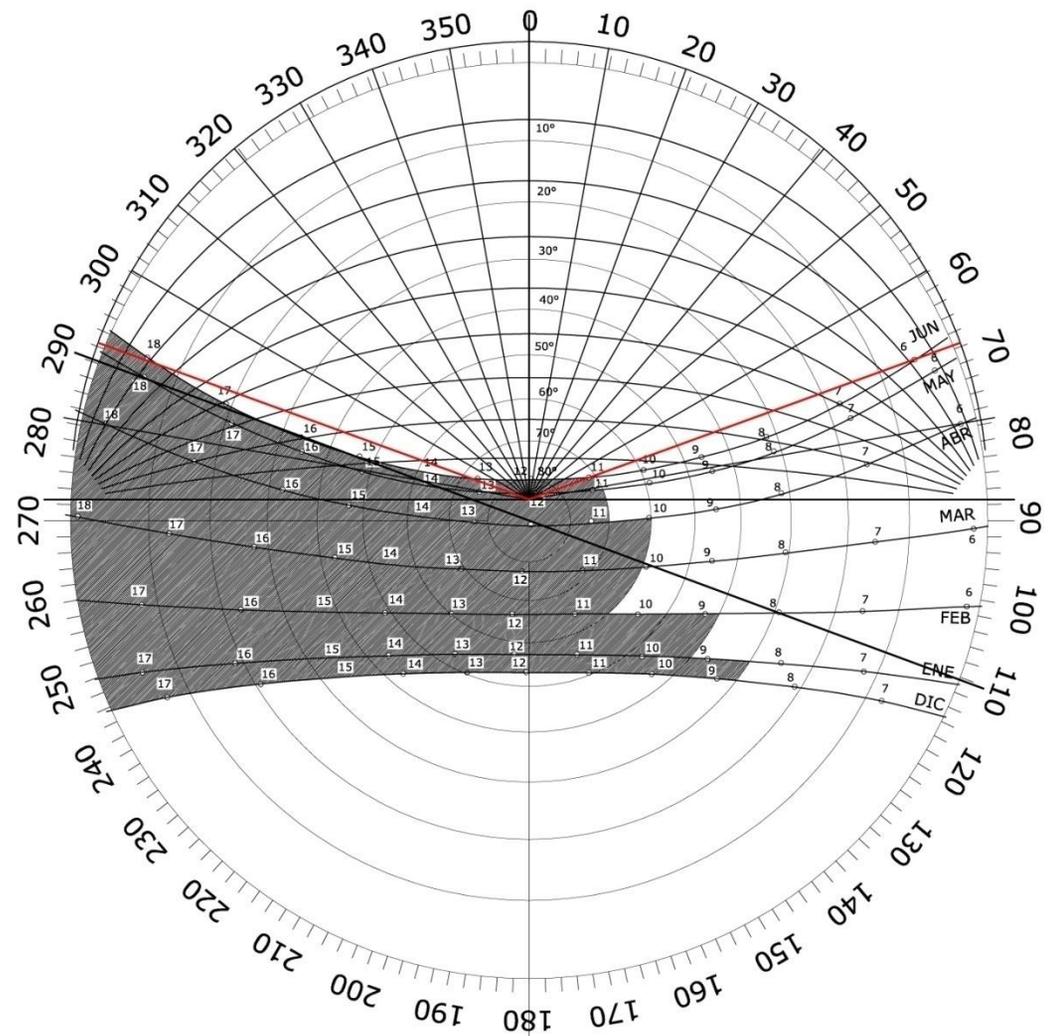
GRAFICA SOLAR ENERO-
JUNIO

Las Gráficas solares nos muestran el recorrido del sol a las distintas horas en un día de cada mes, relacionando horas y meses, podemos fácilmente trasladar el gráfico del cuadro de necesidades climáticas y generar la máscara de sombra lo cual nos permitirá evaluar cuando necesitaremos sombra, la orientación y con qué tipo de protección podemos contar para evitar el asoleamiento excesivo, ya sea este de tipo vertical (parasoles) u horizontal (aleros).

Se buscará la orientación en la que las horas de asoleamiento son menos para cada uno de los semestres en los que se dividen las Cartas Solares.

Para el caso de Acajutla la orientación que recibe menor hora de asoleamiento en las horas fuera del rango de confort es al nor-oriente, aunque por la cercanía con la playa y la dirección franca de los vientos al norte y al sur, la mejor orientación sea el norte, ya que el viento será un recurso valioso.

Los ángulos de los cortasoles son de 22° para ambos lados, medidos desde el extremo del cortasol hacia el centro del área a proteger del sol.



la cual cumple los requisitos del análisis previo.

Aunque no se muestra en la gráfica, intuitivamente podemos considerar un alero de no menos de 60°, medidos del extremo del alero hacia la fachada.

El comportamiento, del segundo semestre es similar, tanto en la orientación como en los grados de aleros y cortasoles.

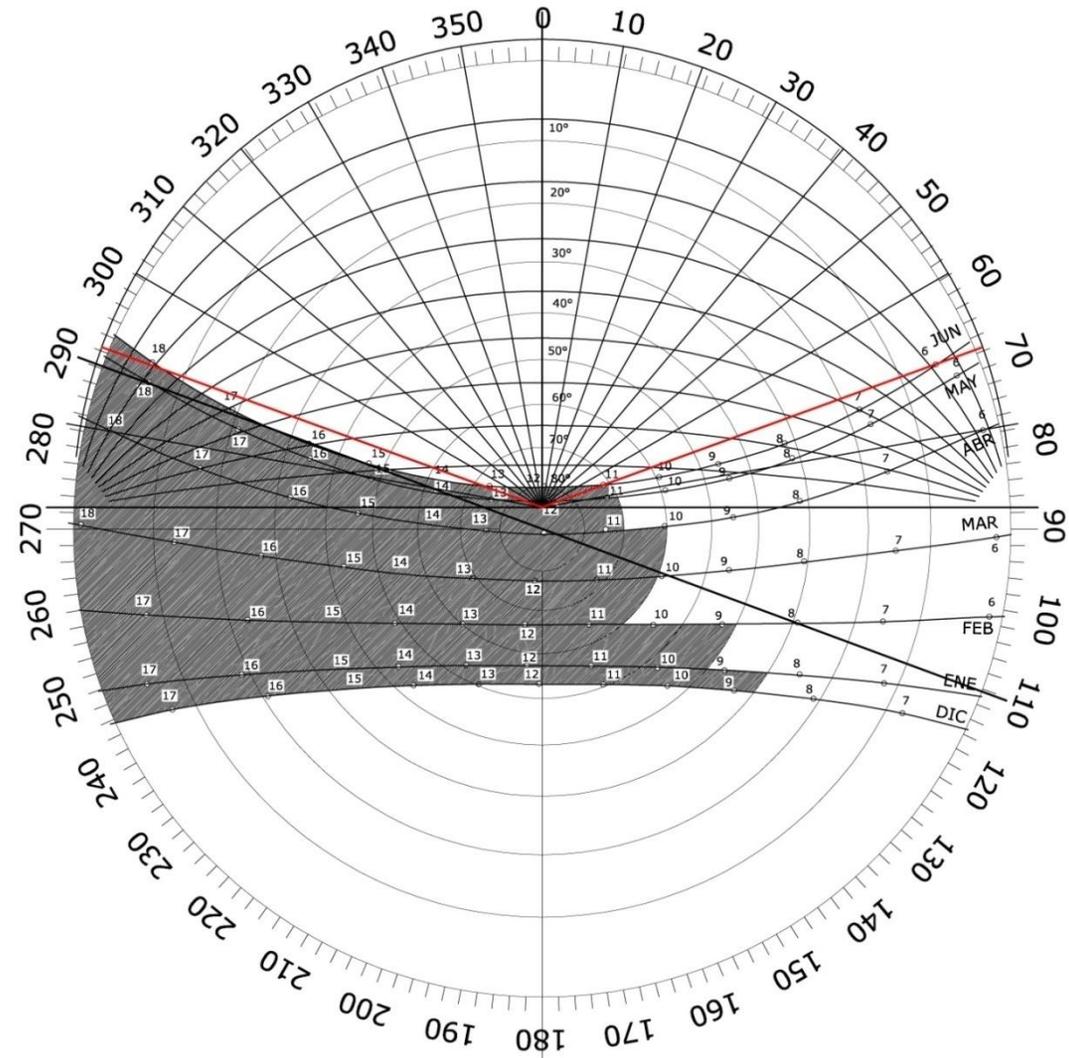
ESTRATEGIAS DE DISEÑO URBANO

Las estrategias generales de Diseño a plantear son el resultado de la interpretación de la información que introducimos a las herramientas.

En el aspecto Urbano estas nos definirán dos aspectos generales, la orientación y la dispersión del proyecto arquitectónico.

Para la zona A3B2, las necesidades básicamente serán viento. La orientación para el aprovechamiento de los vientos es esencial, para conseguir el confort.

Podemos observar en las gráficas la línea superpuesta de la orientación para esta zona,



La carta Bioclimática nos muestra a lo largo del año, que las necesidades de confort estarán principalmente enfocadas a la protección solar y garantizar la buena ventilación. La organización espacial es dispersa, para asegurar el recurso viento a todas las parcelas.

ESTRATEGIAS GENERALES DE DISEÑO URBANO

- ORIENTACIÓN: NORTE
- TRAZADO URBANO: COLINDANTES SEPARADOS.
- CIRCULACIONES: SOMBREADAS CON VEGETACIÓN.

ESTRATEGIAS GENERALES DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO

Las Estrategias Arquitectónicas, irán encaminadas principalmente a favorecer los vientos dentro del proyecto que aseguren reducir el efecto de la humedad, así como también las ganancias solares en algunas épocas del año.

- Aprovechamiento franco de los vientos producidos por convección en la costa.
- La protección solar es necesaria todo el tiempo
- La renovación del aire por convección es una buena.

ZONA A1B2
SAN IGNACIO



Universidad de El Salvador
Hacia la libertad por la cultura

ESTRATEGIAS GENERALES DE DISEÑO URBANO

TRAZADO URBANO:

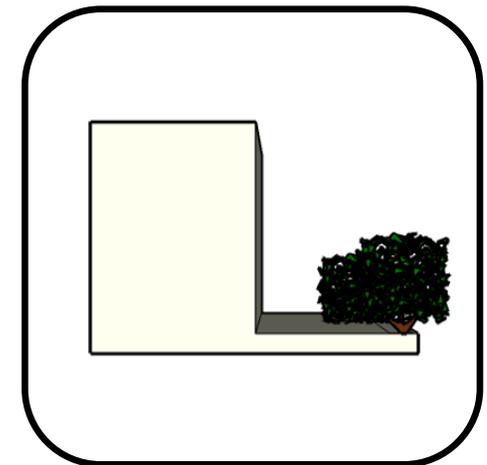
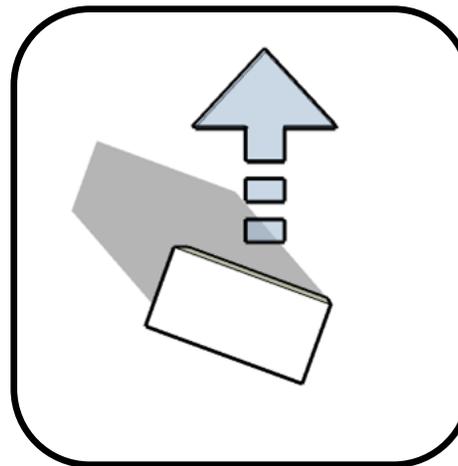
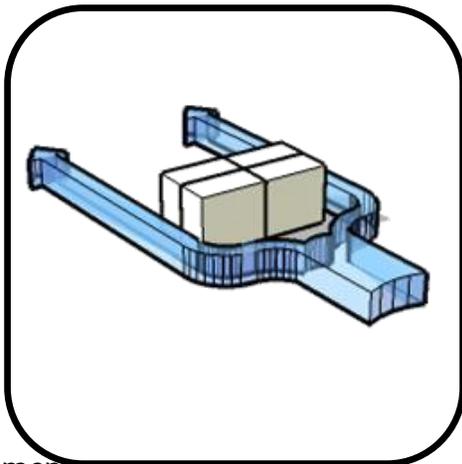
Compacto

ORIENTACIÓN:

Nor-Oriente

CIRCULACIONES EXTERIORES:

Despejadas



Comentarios.

La Orientación y la organización compacta son los principales recursos que regirán el diseño bioclimático en esta zona.

ZONA A1B2
SAN IGNACIO

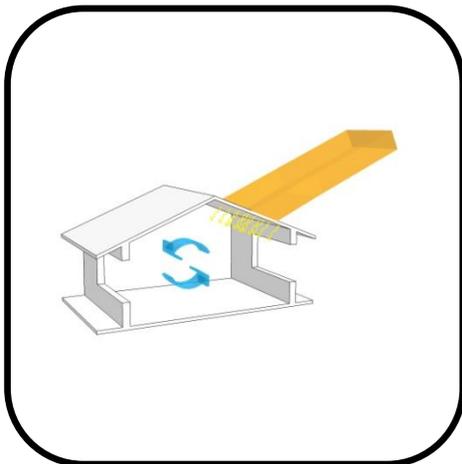


Universidad de El Salvador
Hacia la libertad por la cultura

ESTRATEGIAS GENERALES DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO

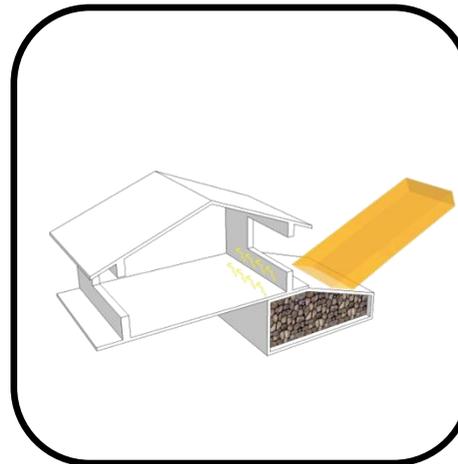
CONVECCIÓN

Muros trombe, chimeneas solares, termosifones



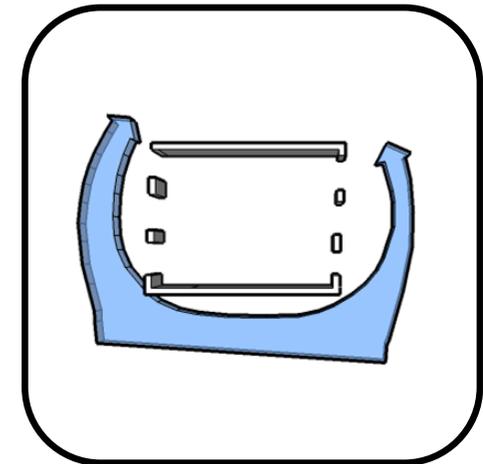
CAPTACIÓN

Invernaderos, muros trombe, pisos radiantes



VIENTO

Ventilación indirecta, barreras vegetales



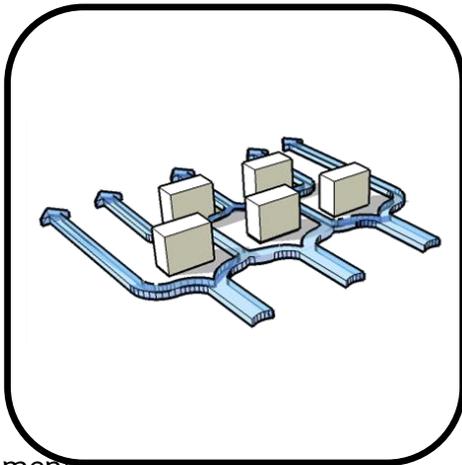
Comentarios:

Debe cuidarse la exposición directa a los vientos fríos, los cortasoles y aleros pueden ser considerados siempre y cuando sean móviles. El calor almacenado debe poder ser radiado al exterior o al interior, según las necesidades del mes.

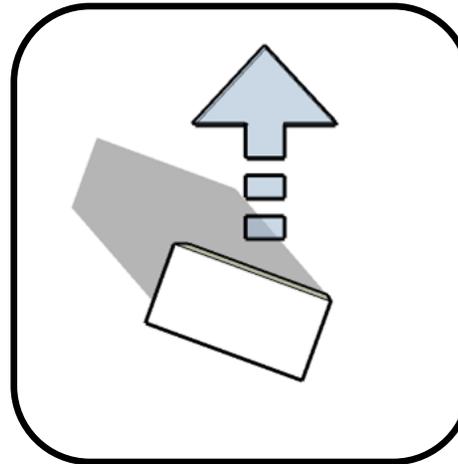
ZONA A2B1
JUAYUA

ESTRATEGIAS GENERALES DE DISEÑO URBANO

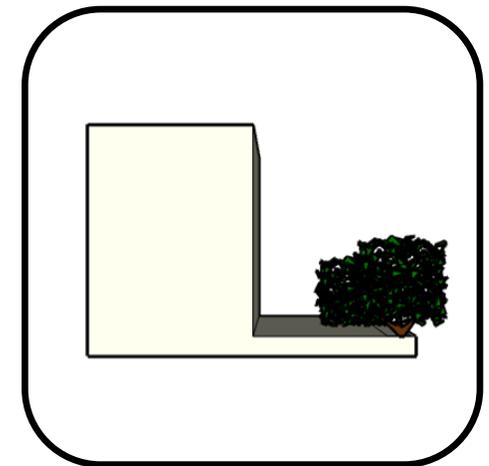
TRAZADO URBANO:
Disperso



ORIENTACIÓN:
Nor-Oriente



CIRCULACIONES EXTERIORES:
Despejadas



Comentarios.

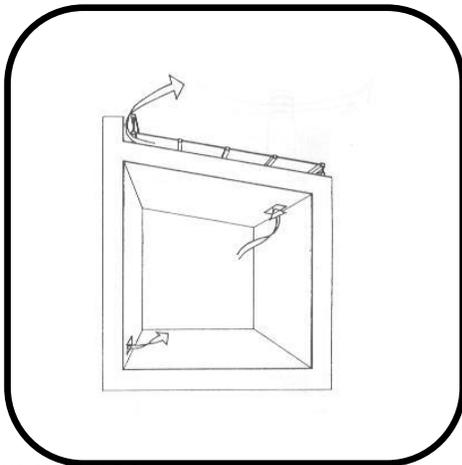
La Orientación y la organización dispersa, garantiza que los distintos elementos urbanos reciban ventilación adecuada.

ZONA A2B1
JUAYUA

ESTRATEGIAS GENERALES DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO

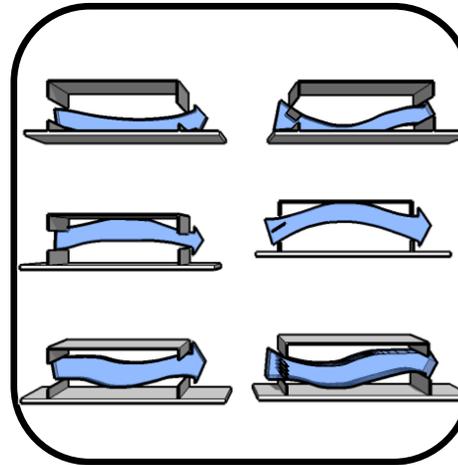
CONVECCIÓN

Muros trombe, chimeneas solares, termosifones



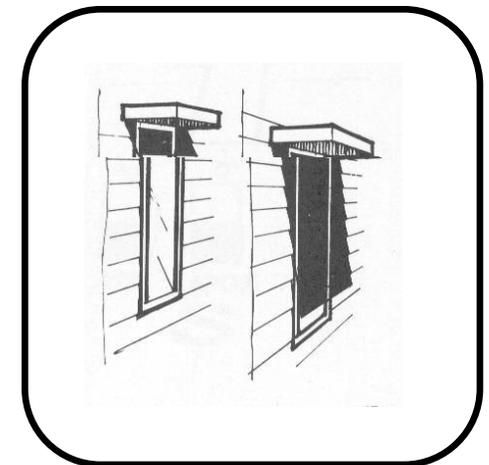
VENTILACIÓN CRUZADA

Aberturas dispuestas en la dirección del viento



PROTECCIÓN SOLAR

Aleros, Cortasoles, Pérgolas, vegetación.



Comentarios:

Debe cuidarse la exposición directa a los vientos fríos, cortasoles y aleros serán necesarios en buena parte del año, las ganancias solares pueden también ser necesarias.

ZONA A2B2
ILOPANGO

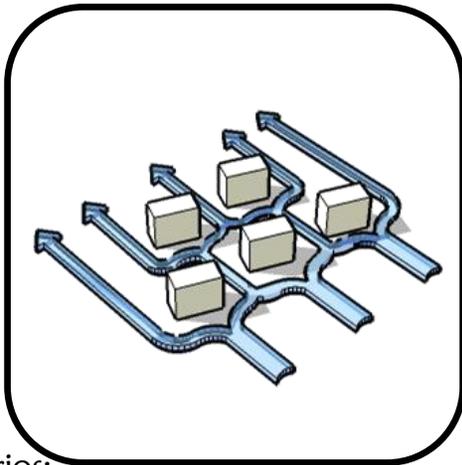


Universidad de El Salvador
Hacia la libertad por la cultura

ESTRATEGIAS GENERALES DE DISEÑO URBANO

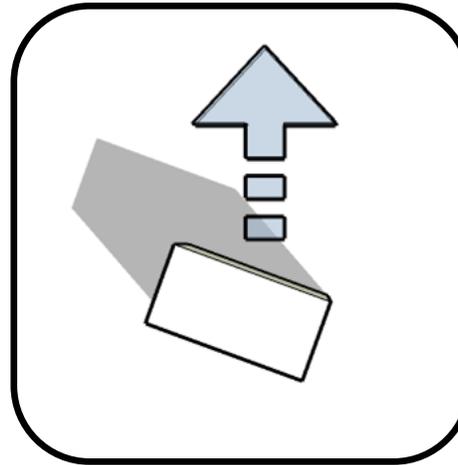
TRAZADO URBANO:

Disperso



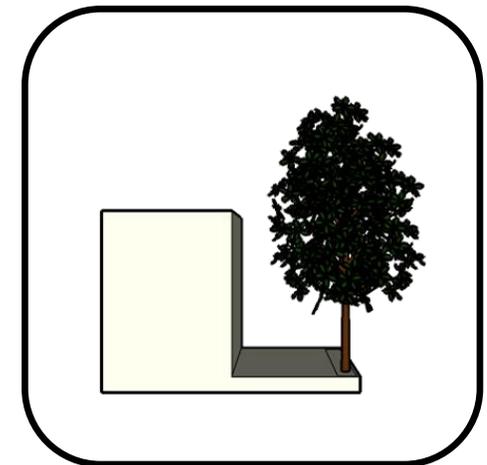
ORIENTACIÓN:

Nor-Oriente



CIRCULACIONES EXTERIORES:

Despejadas



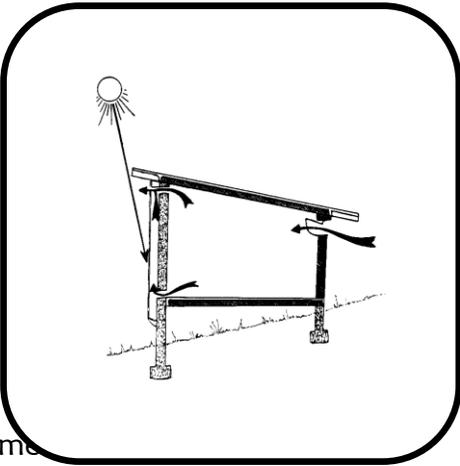
Comentarios:

La Orientación y la organización dispersa, garantiza que los distintos elementos urbanos reciban la ventilación adecuada, la protección solar es necesaria todo tiempo, la ventilación como factor de des - humidificación es necesario también.

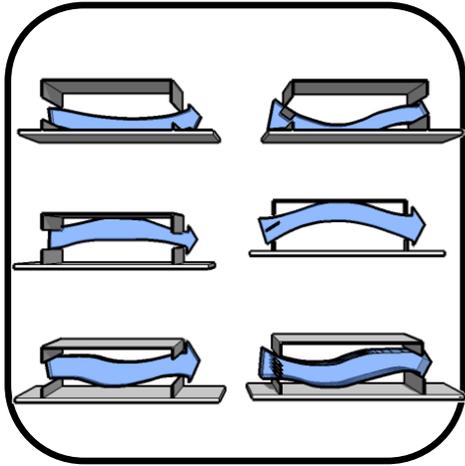
ZONA A2B2
ILOPANGO

ESTRATEGIAS GENERALES DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO

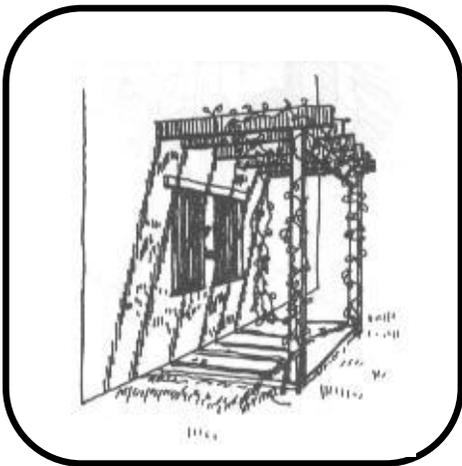
CONVECCIÓN
Muros trombe, chimeneas solares, termosifones



VENTILACIÓN CRUZADA
Aberturas dispuestas en la dirección del viento



PROTECCIÓN SOLAR
Aleros, Cortasoles, Pérgolas, vegetación.



Como

Los cortasoles y aleros deben ser considerados siempre la ventilación cruzada es important
la ventilación puede ser inducida por métodos de convección.

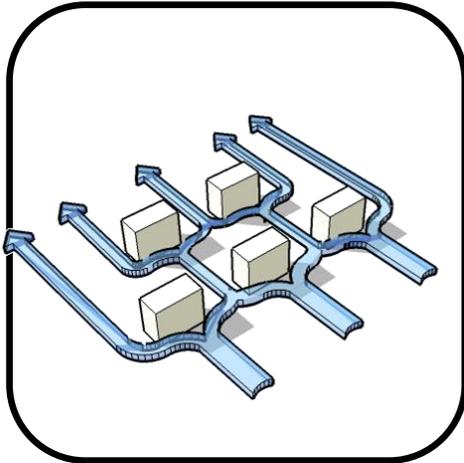
imizar

ZONA A2B3
ACAJUTLA

ESTRATEGIAS GENERALES DE DISEÑO URBANO

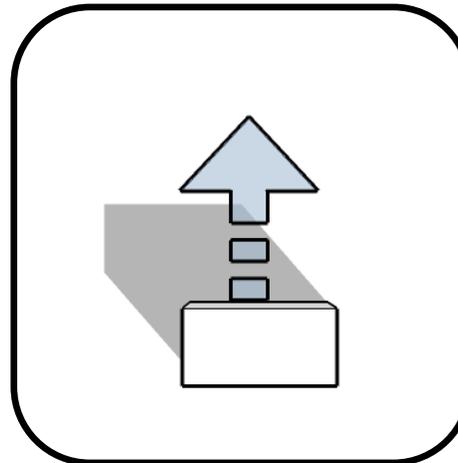
TRAZADO URBANO:

Disperso



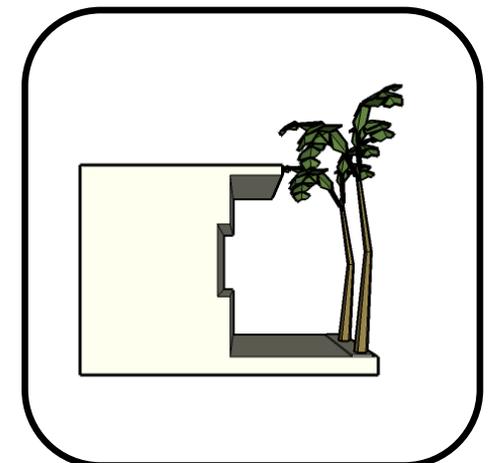
ORIENTACIÓN:

Norte



CIRCULACIONES EXTERIORES:

Sombreadas



Comentarios:

La Orientación y la organización dispersa, garantiza que los distintos elementos urbanos reciban la ventilación adecuada, La vegetación juega un papel importante en la generación de sombras a lo largo de las circulaciones peatonales.

ZONA A2B3
ACAJUTLA



Universidad de El Salvador
Hacia la libertad por la cultura

ESTRATEGIAS GENERALES DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO

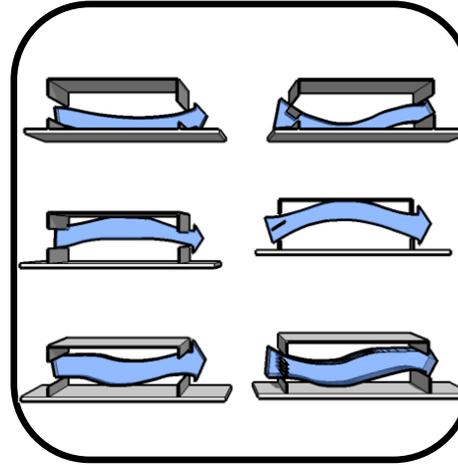
CONVECCIÓN

Muros trombe, chimeneas solares, termosifones



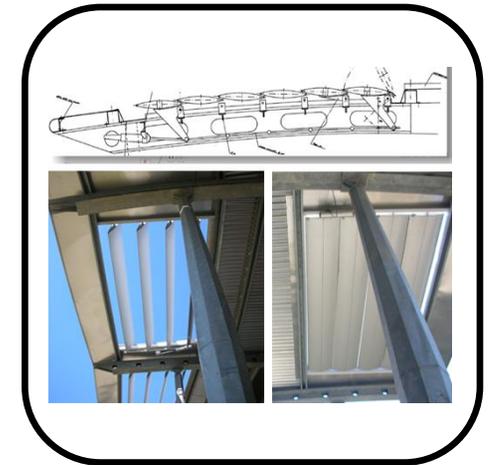
VENTILACIÓN CRUZADA

Aberturas dispuestas en la dirección del viento



PROTECCIÓN SOLAR

Aleros, Cortasoles, Pérgolas, vegetación.



Comentarios:

Los cortasoles y aleros deben ser considerados siempre la ventilación cruzada es importante para minimizar el efecto de la humedad, en algunos casos, la climatización natural será insuficiente.

Conclusiones

Es innegable hoy en día el deterioro ambiental que enfrenta nuestro país y nuestro mundo, está claro que nuestros recursos son limitados y hay que utilizarlos racionalmente y luchar porque nuestros procesos sean cada vez más eficientes. El Bioclimatismo es un componente fundamental de la arquitectura sustentable y es sólo el primer paso en este largo camino por hacer más compatible el proyecto arquitectónico con nuestro entorno.

Hay mucho camino por andar en materia de investigación de propiedades térmicas de los materiales, eficiencia energética, integración de energías alternativas, impacto ecológico de nuestros procesos constructivos, normativa e incentivos fiscales, sólo la visión holística de estos distintos campos de estudio permitirán lograr un proyecto sustentable.

Lastimosamente es evidente lo poco que se conoce del tema como tal, la confusión de términos por la cantidad de ideas comerciales sobre la sustentabilidad y el Bioclimatismo es responsable de ello, todos tenemos una conciencia bioclimática en el diseño, lo vemos en el día a día, sin embargo se presta aún a confusiones e interpretaciones aleatorias de lo que el tema abarca y estudia.

El conocimiento de materia de ciencias puras, aplicadas a la arquitectura no puede ser obviada por más tiempo, el desconocer cómo se comporta nuestro proyecto es similar a un doctor que medica sin tener idea de lo que causa la medicina o peor aún, sin conocer que pasa en nuestro cuerpo.

Sirva este esfuerzo por dar el primer paso en la conceptualización de la terminología sustentable y Bioclimatismo, así como la definición de las Zonas Bioclimáticas de El Salvador, las herramientas disponibles para su análisis y comprensión, sin olvidar las estrategias generales a seguir.

Una de muchas investigaciones en esta área y motivar al arquitecto a involucrarse más con la investigación.

Recomendaciones

Creo que es importante formar una conciencia racional del uso de recursos en los futuros profesionales, ya que esto garantizará que su propuesta de diseño, consciente o inconscientemente conlleve el respeto al entorno, la ética profesional para negarse a un desarrollo que compromete recursos vitales por el lucro personal, no puede ser tolerada.

Es importante dotar al estudiante de criterios para analizar el comportamiento físico-térmico del edificio es importante para formar profesionales competentes.

El Bioclimatismo debe ser la base y no una opción de diseño del futuro arquitecto, debe de introducirse estratégicamente en las materias de diseño, tecnología de la construcción y no como un esfuerzo aislado en una materia sin conexión o una materia optativa.

El esfuerzo por apoyar decididamente la investigación desde la formación, no puede postergarse más, el contacto con profesionales de cada una de las áreas es importante para garantizar resultados satisfactorios y productos que lleven bienestar a la sociedad.

Bibliografía

LIBROS

Barros Frota, Anesia y Ramos Schiffer, Sueli. 2001. *Manual de Conforto Térmico*. 5a. Sao Paulo : Studio Nobel, 2001. pág. 243.

Deffis Caso, Armando. 1999. *La casa Ecológica Autosuficiente: Clima Cálido Tropical*. Méxicio D.F : s.n., 1999.

G.Z., Brown. 2002. *Sol, Luz y Viento. Estrategias de Diseño Arquitectónico*. México D.F. : Editorial Trillas, 2002.

INETI. 2005. *Edifício SOLAR XXI Um edifício energeticamente eficiente em Portugal*. Lisboa : Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovacao, 2005.

López López, Victor Manuel. 2001. *Desarrollo Sostenible, Aproximación Conceptual y operativa de los principios de Sostenibilidad al sector de la Construcción*. Barcelona : Tesis Doctoral UPC, 2001.

Marroquin, William, y otros. 2006. *Determinación del Potencial Solar y Eólico en El Salvador*. San Salvador : UCA editores, 2006.

Mazria, Edward. 1983. *El libro de la Energía Solar Pasiva*. Barcelona : Gustavo Gili S.A., 1983.

Olgay, Victor. 2002. *Manual de Diseño Bioclimático para arquitectos y Urbanistas*. Barcelona : Editorial Gustavo Gili S.A., 2002. pág. 203.

Puppo, Ernesto y Alberto, Puppo Giorgio. 1972. *Acondicionamiento Natural y Arquitectura*. [ed.] Boixareu

Editores. Segunda Edición. Barcelona : Ediciones Técnicas Marcombo S.A, 1972. pág. 212.

Serra Florensa, Rafael. 2002. *Arquitectura y Climas*. Barcelona : Gustavo Gili S.A., 2002. pág. 94.

Villalta, César y González, Darwin. 2005. *Energía Fotovoltáica*. San Salvador : UCA Editores, 2005.

Viqueiras Rodriguez, Manuel, y otros. 2002. *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*. México D.F : Limusa Editores,, 2002. pág. 204.

TESIS

Chávez Valle, Francisco Javier. 2002. *Zonas Variables de Confort Térmico*. Barcelona : Tesis Doctoral UPC, 2002. *Climatizando con el Clima*.

Simancas Yovanne, Katia. 2003. *Reacondicionamiento Bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterraneo*. Barcelona : Tesis Doctoral UPC, 2003. pág. 354.

FOLLETOS

Energy Research Group School of Architecture; University College Dublin(UCD). 1994. *Day light in buildings*. Dublin : UCD-OPET European Comission, 1994.

Garcia de Diego, Margarita de Luxan. 2004. *Arquitectura Integrada al Medio Ambiente Clur 41*. Madrid : ETSAM-Instituto Juan Herrera, 2004.

Ibañez, Manel y Rossell, Joan Ignasi. 2004. *Energía Solar Térmica, Pervpectiva Ambiental 32*. Barcelona : Fundación Terra, 2004.

La Roche, Pablo M., Mustieles, Francisco y de Oteiza, Ignacio. 2006. *Vivienda Bioclimática como dispositivo habitable*. San José : IAT Online, 2006.

Lali, Roca y Muscollino, Idria. 2002. *Il·luminació*. Barcelona : Fundació Terra, 2002.

MARN. 2002. *Informe Nacional del Estado del Medio Ambiente en El Salvador*. San Salvador : MARN, 2002.

—. **2004.** *Medio Ambiente en cifras/ El Salvador 2003*. San Salvador : MARN, 2004.

Mesa, Nestor A. y Morillón Galvez, David. 2005. *Metodología para el diseño optimizado de las herramientas de control solar*. Medoza : ASADES, 2005. Vol. 9.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2000. *Primer Comunicado Nacional sobre cambio climático República de El Salvador*. San Salvador : MARN, 2000.

Miralle, Jordi y Ralf, Massanés. 2000. *Energía Fotovoltáica, Perspectiva Ambiental 16*. Barcelona : Fundació Terra, 2000.

Morillón Gálvez, David. 2002. *Introducción a los sistemas pasivos de enfriamiento*. Guadalajara : Universidad de Guadalajara, 2002.

Naredo, José Manuel. 1996. *Sobre el origen, el uso y el contenido del termino sostenible.(CIur)41*. Madrid : Instituto Juan Herrera, 1996.

Neila, Javier. 2004. *Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible CIur 41*. Madrid : ETSAM-Instituto Juan Herrera, 2004.

Phillips, Derek. 2004. *Day Light, Natural Light in Architecture*. s.l. : Architectural Press, 2004.

Ralf, Massanés y Lali, Roca. 2000. *EcoArquitectura Perspectiva Ambiental 19*. Barcelona : Fundació Terra, 2000.

Romero, Jordi y Miralles, Jordi. 2001. *Permacultura, Perspectiva Ambiental 21*. Barcelona : Fundació Terra, 2001.

Serrano, Verónica. 2004. *Habitatges Ecològics Perspectiva Ambiental 30*. Barcelona : Fundació Terra, 2004.

Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). *Climatología El Salvador*. San Salvador : SNET.

SIGET. 2006. *Boletín Estadísticas Eléctricas*. Gerencia de Electricidad, Super Intendencia General de Electricidad y Comunicaciones. San Salvador : s.n., 2006.

Stagno, Bruno. 2007. *La creatividad en el techo bioclimático tropical*. Instituto de Arquitectura Tropical. San José : IAT on line, 2007.

Stagno, Bruno. 2004. San José : IAT online, 2004. III Encuentro de Arquitectura, Urbanismo y Paisajismo tropical. pág. 22.

Stagno Bruno. 1999. *Tropicalidad y Arquitectura*. Instituto de Arquitectura Tropical. San José : IAT on line, 1999.

Tojo Fariña, José (director. 2004. *Cuadernos de Investigación Urbanística(CIur)42*. Madrid : Instituto Juan Herrera, 2004.

Tojo Fariña, José (Director). 2004. *Cuadernos de Investigación Urbanística (CIur) 41*. Madrid : Institiuto Juan Herrera, 2004.

Ugarte, Jimena. *Guia de arquitectura Bioclimática*. Instituto de Arquitectura Tropical. San José : IAT on line.

—. *Guia de Arquitectura Tropical II parte*. Instituto de Arquitectura Tropical. San José : IAT on line.

Vocabulario

Absorción: es la transformación de la energía radiante a una forma diferente por interacción con la materia.

Absortividad (también conocida como absorbanza): es la razón entre la radiación térmica absorbida por una superficie y la que incide sobre ella.

Acondicionamiento activo: ver Climatización activa.

Acondicionamiento pasivo: ver Climatización pasiva.

Admitancia: la proporción de energía calórica por unidad de superficie, producida por la diferencia de la temperatura entre el aire (temperatura envolvente) y la superficie. Es la medida de la capacidad que tiene una superficie para reducir la temperatura.

Aire fresco: aire exterior que se debe inyectar al interior del edificio para controlar los niveles de CO₂ y otros gases contaminantes por debajo de ciertos niveles máximos. Este aire está reglamentado mediante la aplicación obligatoria de la Norma Sanitaria.

Aire húmedo: mezcla de aire seco y vapor de agua.

Aire interior: se trata del aire que las personas respiran en el interior de las edificaciones.

Aire seco: aire atmosférico una vez eliminados tanto el vapor de agua como los contaminantes presentes.

Aislamiento térmico: material que presenta una resistencia térmica relativamente alta al paso del calor.

Albedo: flujo radiactivo que se origina de la reflexión del suelo.

Almacenamiento de calor: proceso mediante el cual un material almacena calor aumentando su temperatura. Para una cantidad de calor suministrada, el grado de

calentamiento de un material depende de su calor específico y su densidad.

Ambiente: el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Amortiguamiento térmico: cociente entre la amplitud de la onda de temperatura que llega a un lado de un cerramiento y la amplitud de la onda de temperatura en el lado antepuesto. Por extensión, cociente entre la amplitud de la temperatura interior y la temperatura exterior de una edificación. El amortiguamiento (junto con el desfase) traduce la influencia de la inercia térmica del cerramiento o de la edificación.

Ángulo de incidencia: ángulo que forma un rayo luminoso con la perpendicular a un plano; sirve para determinar la iluminancia de una superficie.

Azimut: ángulo horizontal entre uno de los ejes cardinales (generalmente el sur) y la proyección horizontal de una recta dada (que pudiera ser la proyección horizontal de la normal a una superficie o la proyección horizontal de la recta que une a un observador con el disco solar).

Balance térmico: balance de las entradas y salidas de calor de un cerramiento o una edificación. El resultado es positivo si el cerramiento o la edificación se calienta y negativo si se enfría.

Barrera radiante: sistema que restringe la transferencia de radiación infrarroja de onda larga a través de un espacio de aire con uno de sus límites funcionando como barrera radiante, al reflejar la radiación que le llega y al mismo tiempo al no irradiar energía.

Bienestar térmico: rango de condiciones bioclimáticas consideradas aceptables en el interior de una edificación. Implica una ausencia de cualquier sensación de incomodidad

o malestar térmico producido por exceso de frío o calor (ver Confort Térmico).

Calentamiento: transferencia de energía calórica hacia un cuerpo o hacia el aire, producto de un gradiente térmico entre la fuente de calor y el cuerpo o el aire. La transferencia se lleva a cabo mediante conducción y/o convección y/o radiación.

Calor: forma de energía que aparece como movimiento molecular en las sustancias o como calor radiante, una banda de longitudes de onda de radiación electromagnética en el espacio, se mide en unidades de energía julios (J).

Coefficiente basal: cantidad de calor que produce el ser humano en estado de reposo, cuyo promedio en el adulto es de 88 W/h.

Calor latente: cantidad de energía calórica absorbida, por unidad de masa de una sustancia, durante un cambio de estado (de sólido a líquido, de líquido a gas) sin que haya un cambio de temperatura. Para el caso específico del aire, se refiere a la cantidad de energía debido al vapor de agua presente.

Calor específico: cantidad de calor que se requiere para aumentar en una unidad de temperatura una unidad de masa de un material.

Calor radiante: cantidad de calorías que lleva una radiación de una cierta longitud de onda y es transmitida de un material a uno receptor.

Calor sensible: cantidad de energía calórica que absorbe una sustancia, por ejemplo un fluido, al elevar su temperatura sin cambiar su estado físico.

Cámara de aire: espacio de aire delimitados por dos planos, el cual puede estar ventilado o no.

Cambio de aire: forma de expresar la cantidad de aire que se desaloja o entra en un recinto, en términos de las renovaciones del volumen de aire de dicho recinto.

Candela: es la unidad básica reconocida en el Sistema Internacional a partir de la cual se originan las demás unidades fotométricas. Se define como la intensidad de un cuerpo negro emisor uniforme de $1/60 \text{ cm}^2$ a la temperatura de fusión del platino.

Capacidad calorífica (Ca): cantidad de calor que se debe suministrar a un cerramiento o a la envolvente en su conjunto (de manera uniformemente repartida) para aumentar su temperatura la cantidad de 1°C . Se mide en $\text{J}/^\circ\text{C}$.

Carga de enfriamiento: Es la cantidad de energía que se requiere vencer en un área para mantener determinadas condiciones de temperatura y humedad para una aplicación específica

Carta bioclimática: instrumento gráfico que permite, al conocer las condiciones climáticas, proporcionar los principios básicos para el diseño de edificaciones térmicamente confortables, o sea ubicados dentro de la zona de bienestar térmico.

Cerramiento: delimitación o cubrimiento perimetral, parcial o total de un área dada de una edificación, originalmente abierta, para que deje de estarlo. División hecha con tabique en una estancia o pieza.

Claraboya: panel transparente o translúcido situado sobre una cubierta para que penetre la luz solar dentro de una edificación.

Clima: condiciones meteorológicas prevalecientes y hasta cierto punto predecible de un área geográfica. Los principales elementos que lo identifican son la temperatura del aire, la humedad, la radiación solar, el viento, la nubosidad y las precipitaciones.

Climatización: proceso fisiológico mediante el cual un organismo se adapta a su nuevo ambiente.

Climatización pasiva: procedimiento de diseño o de técnica

suplementaria que da como resultado edificaciones en las que el consumo de electricidad o de carburantes o de cualquier otro tipo de energía no renovable a los efectos de climatizar los espacios sea nulo (o casi) y cuya finalidad es que las edificaciones cumplan con los requerimientos de confort térmico.

Climatización activa: procedimiento de diseño o técnica que utiliza equipamiento electro-mecánico para climatizar los espacios, tal como el caso del aire acondicionado.

Coefficiente de absorción: cociente entre el flujo radiante absorbido por un cuerpo y el flujo que incide sobre él.

Coefficiente de transmitancia térmica: transmisión de calor en la unidad de tiempo a través de la unidad de área de un material y capa de aire en contacto, inducido por la unidad de diferencia de temperatura entre los contornos de cada lado.

Coefficiente superficial: relación de intercambio de calor en estado estacionario entre la superficie y su medio externo o la diferencia de temperatura entre la superficie y su medio circundante.

Condiciones ambientales interiores: síntesis de todas las variables ambientales que al interior de las edificaciones afectan la salud o el confort de los ocupantes (temperatura, humedad, radiación, velocidad de aire, etc.)

Conducción: transferencia de calor desde una molécula a otra a modo de impacto inelástico en el caso de los fluidos, a modo de oscilaciones en el caso de los sólidos no conductores de electricidad y a modo de movimiento de electrones en el caso de los sólidos conductores de electricidad (caso de los metales). Es el único mecanismo de transporte de calor en el interior de los sólidos opacos.

Conductividad térmica (λ): cantidad de calor que pasa en la unidad de tiempo a través de la unidad de área de una muestra de extensión infinita y caras plano-paralelas y de

espesor unidad, cuando se establece una diferencia de temperatura entre sus caras de un grado. La conductividad térmica es una propiedad característica de cada material, su valor puede depender de la temperatura y de una serie de factores tales como la densidad, porosidad, contenido de humedad, diámetro de fibra, tamaño de los poros y tipo de gas que encierre el material. Se expresa en Unidades: kcal/m h °C (W/m °C)

Conductancia térmica (C): cantidad de calor transmitida a través de la unidad de área de una muestra de material o de una estructura de espesor L, dividida por la diferencia de temperatura entre las caras caliente y fría, en condiciones estacionarias. Cuando las caras caliente y fría no constituyan dos superficies planas paralelas es necesario aclarar en qué condiciones se da la conductancia térmica. La conductancia térmica depende del espesor L del material, mientras la conductividad se refiere a la unidad de espesor del material. Se expresa en kcal/h m² °C (W/m² °C).

Confort en edificaciones: grado de aceptación de un ambiente con referencia a diversos parámetros ambientales relativos a la temperatura, la velocidad del aire, la iluminación, el ruido, etc.

Confort térmico: se define generalmente como la situación en la cual los individuos expresan estar complacidos con las condiciones climáticas que los rodean. En vista de que ello involucra cierta subjetividad, los diseñadores se plantean como meta satisfacer al mayor número de personas (generalmente más del 80%). El malestar puede resultar de ambientes fríos o calientes o puede expresarse como molestia en alguna parte específica del cuerpo (discomfort local).

Contaminación: la presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrios ecológicos o discontinuidad de los

procesos naturales.

Convección: transferencia de calor entre un fluido en movimiento y una superficie en contacto con él. El movimiento del fluido puede generarse por diferencias de temperatura (convección natural) o puede inducirse en forma mecánica (convección forzada)

Desarrollo sustentable: el proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

Desfase térmico: diferencia horaria entre los valores pico de las ondas de temperatura en ambas caras de un cerramiento o entre las temperaturas exterior e interior de una edificación. Junto con el amortiguamiento, traduce el efecto de la inercia térmica del cerramiento o de la edificación.

Deshumidificación: proceso mediante el cual se disminuye la humedad de una masa de aire con la finalidad de aumentar su capacidad evaporativa.

Diferencia de presión: diferencia de presión (en el aire) entre dos zonas de una edificación o el interior de la edificación y el exterior. Es la fuerza motriz de los movimientos de aire.

Diferencia de temperatura: diferencia entre las temperaturas del espacio exterior y el interior.

Efecto de chimenea: la ventilación natural y la infiltración son producidas por diferencia de presión causadas por el viento o las diferencias de temperaturas entre el aire del interior y el aire del exterior.

Efecto invernadero: se origina porque la energía que llega

del sol, al proceder de un cuerpo de muy elevada temperatura, está formada por ondas de frecuencias altas que traspasan la atmósfera con gran facilidad. La energía remitida hacia el exterior, desde la Tierra, al proceder de un cuerpo mucho más frío, está en forma de ondas de frecuencias más bajas, y es absorbida por los gases, resultando en una elevación de la temperatura del aire. Se aplica esta expresión para las edificaciones con techos o paredes de materiales translúcidos que no tienen un adecuado sistema de expulsión del calor.

Eficiencia energética: obtener el mayor rendimiento con el menor consumo de energía. Por ejemplo, bombillos que producen el mismo nivel de iluminación con menor consumo de electricidad.

Eficiencia luminosa: relación entre el flujo luminoso emitido por la fuente luminosa y la potencia absorbida por la lámpara. Se expresa en Lm/W.

Emitancia: cociente entre el flujo radiante emitido por una muestra y el medio por un cuerpo negro a la misma temperatura y bajo las mismas condiciones.

Emisividad: capacidad de una sustancia para emitir energía radiante. Se expresa como la relación del flujo de energía que emite un cuerpo con respecto al que emite un cuerpo negro ideal a la misma temperatura.

Energía eléctrica: potencia eléctrica producida, transmitida o consumida en un período de tiempo. Se mide y se expresa en Kilovatio hora (Kwh), Megavatio hora (Mwh), Gigavatio hora (Gwh) o Teravatio hora (Twh).

Energía neta generada: energía generada una vez descontado el monto consumido por los equipos auxiliares y otras pérdidas en las centrales de generación.

Enfriamiento: transferencia de energía desde un sólido, líquido o gas, generada por un gradiente de temperatura que va desde ese sólido, líquido o gas hacia su entorno o hacia

un sumidero de calor, el cual se encuentra a menor temperatura.

Enfriamiento convectivo: enfriamiento producido por el cambio de aire interior por aire exterior, si este último está a una temperatura más baja que la del aire interior.

Enfriamiento de aire: reducción de la temperatura del aire causada por la extracción del calor, como resultado de su contacto con un medio que se mantiene a una temperatura menor que el aire. El enfriamiento puede estar acompañado por adicción de humedad (evaporación) o reducción de la misma (deshumidificación), o bien puede realizarse sin cambio de humedad.

Enfriamiento evaporativo: proceso que involucra el intercambio adiabático entre el aire y una superficie húmeda o agua esperada. El agua adquiere la temperatura de bulbo húmedo del aire, la cual permanece constante a lo largo del intercambiador.

Energía: capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor, etc.

Energía radiante: aquella que a partir del punto de origen se manifiesta en todas direcciones.

Energía renovable: energía obtenida de fuentes naturales inagotables como el sol, el viento, etc.

Energía solar: energía producida por el sol y captada por un dispositivo receptor que concentra los rayos solares, convirtiéndolos en flujo constante de electricidad.

Energía alternativa: sistema de generación de energía con base en el aprovechamiento de luz solar, de la energía de las mareas, viento o la incineración de basura.

Envolvente de la edificación: conjunto de componentes que representan la frontera entre la edificación y su entorno y a través del cual se transfiere el calor, la luz, la humedad, el aire y los sonidos.

Equipamiento: componente de la estructura de un

asentamiento humano que está formado por el conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones, mobiliario, edificios y espacios, en los que se realizan actividades complementarias a las de habitación y trabajo, o bien, en lo que se proporcionan a la población servicios de bienestar social y de apoyo a las actividades económicas, culturales y recreativas.

Espectro visible: parte de la energía radiante que puede ser detectada por el ojo humano. Es una franja de radiaciones comprendida entre 380 y 780 nm. de longitud de onda, pasando por el azul, verde, amarillo y rojo. Por debajo de los 380 nm. se ubica la radiación ultravioleta y, por encima de los 780 nm. la radiación infrarroja, ambas invisibles para el ojo humano.

Evaporación: proceso a presión y temperatura constante mediante el cual una sustancia pasa de la fase líquida a la fase gaseosa.

Evapotranspiración: suma total del agua que se evapora del suelo y la transpiración de las plantas que en él crecen.

Flujo de ventilación: movimiento de aire natural o artificial.

Flujo de aire: desplazamiento de un volumen de aire entre dos puntos, dos superficies o dos ambientes.

Flujo de calor: cantidad de calor que pasa por un determinado perímetro en una unidad de tiempo ($J/s=W$).

Flujo luminoso: cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en una unidad de tiempo (segundo). Su unidad de medida es el Lumen (lm). El lumen se definió en la IX Conferencia de Pesas y Medidas en el año 1948 como: «Flujo Luminoso emitido dentro del ángulo sólido unidad (un estereorradián), por una fuente luminosa puntual uniforme, que tiene una intensidad luminosa de una candela».

Humedad: medida del grado de vapor de agua contenido en el aire.

Humedad absoluta: cantidad de agua presente en la unidad de masa o de volumen de aire expresada en gramos por kilogramo (g/kg) o gramos por metro cúbico (g/m³).

Humedad relativa: relación entre la cantidad de vapor de agua contenida en el aire y la cantidad máxima que es capaz de contener a la misma temperatura y a la misma presión atmosférica. Se expresa en porcentaje.

Humidificación: proceso en el que se aumenta el vapor de agua contenido en el aire.

Impacto ambiental: modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Índices de confort: parámetros que valoran la conjunción de las variables que intervienen en los intercambios térmicos entre el cuerpo humano y el ambiente ante las respuestas fisiológicas y sensoriales de las personas. Se determinan generalmente por medio de encuestas basadas en una escala de valores que las personas deben contestar mientras se someten a diversas combinaciones de dichas variables.

Inercia o masa térmica: concepto que expresa la capacidad de un cerramiento o de la envolvente de una edificación de almacenar calor y transmitirlo con retardo. Dependiendo de qué tan grande sea la inercia térmica, se habla de edificaciones o componentes livianos, medianos o pesados.

Infiltración: flujo de aire no controlado a través de grietas, intersticios y otras aberturas no intencionales. Infiltración, ex filtración y flujo de ventilación natural son causados por diferencias de presión debido al viento, diferencia de temperatura interior-exterior y operaciones de aplicaciones o dispositivos.

Insolación diaria: cantidad de horas de un día en que la radiación solar directa alcanza el suelo.

Insolación: magnitud de energía solar que incide sobre un

componente de la edificación (W/m²). Se incluye tanto la radiación solar directa como la difusa

Intensidad luminosa (I): intensidad del flujo luminoso proyectada en una determinada dirección. Se expresa en candelas (Cd). Es una cantidad fotométrica de referencia.

Las curvas fotométricas expresan la distribución de las intensidades luminosas en los distintos planos del espacio y según las diferentes direcciones en que cada uno de estos planos pasa por el centro fotométrico de la fuente luminosa.

kW: kilovatios (1 kw = 1000 vatios).

kWh: kilovatios hora (Medida de energía).

Lumen (lm): unidad de flujo luminoso equivalente al flujo emitido por una fuente luminosa de una candela de intensidad e interceptado por una superficie esférica de un centímetro de radio.

Luminancia (L): intensidad luminosa emitida en una dirección determinada por una superficie luminosa (fuente primaria de luz) o reflejada por una superficie iluminada (fuente secundaria). Se designa con la letra L. Su unidad de medida es la Candela/m₂ (cd/m₂) o Candela/cm₂ (cd/cm₂).

Luminaria: aparato de iluminación fijo o móvil que incluye una o más fuentes de luz y que sirve para orientar el flujo luminoso, reducir o eliminar el deslumbramiento y dar terminaciones estéticas del conjunto. La luminaria comprende también todos los elementos para fijar y proteger las lámparas para conectarlas con una red de alimentación.

Lux: unidad de intensidad luminosa, equivale a 1 lumen/m².

Luz visible: angosta franja del espectro completo de radiación, constituido por longitudes de onda entre 0,4 u y 0,7 u.

Materiales aislantes: materiales que poseen baja conductividad, por lo que son malos conductores de calor.

Ocupación: tiempo en el que una edificación está ocupada

(horas/día).

Precipitación: término colectivo que se utiliza para lluvia, nieve, rocío y escarcha, o sea para todo tipo de agua que se deposita (precipita) de la atmósfera.

Presión de aire (P): fuerza por unidad de área que el aire ejerce sobre cualquier superficie en contacto con él. Se mide en N/m² (Newton por metro cuadrado) o en Pa (Pascal).

Principio de conservación de energía: la energía no puede crearse o destruirse, sólo transformarse (por ejemplo, de energía electromagnética a calor).

Propiedades termodinámicas: propiedades básicas que definen el estado de una sustancia (presión, temperatura, volumen, entalpía, entropía).

Puente térmico: elemento o parte de la pared que por su naturaleza o su aplicación se revela como punto débil del aislamiento y no ofrece el mismo coeficiente de resistencia térmica.

Racionalidad energética: aplicación de medidas para el ahorro de energía sin afectar el funcionamiento normal de las operaciones, ni disminuir la calidad de vida y la productividad.

Radiación: transmisión de calor de una superficie a otra mediante la propagación de ondas electromagnéticas. Esta transferencia no necesariamente calienta el espacio que separa a las dos superficies. La radiación no requiere de un medio de transporte, pudiéndose efectuar en el vacío.

Radiación difusa: radiación solar difundida por la atmósfera (por lo que no llega directamente del sol).

Radiación directa: radiación solar que llega directamente del disco solar.

Radiación solar: principal fuente de calentamiento de las edificaciones en regiones de clima tropical. La radiación emitida por el sol es parcialmente absorbida por los

cerramientos expuestos, calentándose y transmitiendo el calor absorbido al interior. La radiación solar puede así mismo penetrar directamente por las aberturas. La cantidad de radiación solar que llega a la edificación depende sobre todo de la latitud, la época del año, la orientación, el ángulo de la superficie receptora y las condiciones de la atmósfera.

Radiación térmica: ondas caloríficas emanadas por los cuerpos, que se diferencian de las ondas luminosas por su mayor longitud y menor frecuencia.

Reflectores: elementos que redirigen el haz luminoso. Entre los reflectores podemos mencionar dos tipos: los reflectores especulares y los reflectores difusores.

Reflexión: fenómeno físico en el cual una onda electromagnética que incide sobre una superficie que separa dos medios es devuelta total o parcialmente hacia el medio de donde provino.

Reflectividad: propiedad del material que indica su habilidad de resistir el flujo calórico.

Resistencia térmica: medida del grado de oposición que ofrece un cerramiento al paso de calor por convección, radiación y conducción. Resulta de sumar todas las resistencias térmicas parciales superficiales y conductivas. Se mide en m²°C/W.

Retardo: desfase de la onda de calor entrante y saliente de un cerramiento con inercia térmica (horas).

Sistema de enfriamiento pasivo: son aquellos en los cuales la edificación en sí misma funciona como moderadoras del clima exterior, así como las técnicas destinadas a evacuar por medios pasivos el sobrante de calor que pudiera presentarse al interior de una edificación. La evacuación del calor se realiza hacia sumideros de calor como el aire exterior, la bóveda celeste, el suelo, etc.

Soleamiento: cantidad de luz y calor que percibe una edificación determinada o un elemento configurativo de la

misma (paredes, techos y ventanas) en un espacio de tiempo dado, teniendo en cuenta la sombra eventual proyectada por obstáculos naturales y/o construidos.

Sostenibilidad o sustentabilidad: satisfacción de las necesidades de la generación presente sin afectar la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades. La sostenibilidad se basa en tres componentes: el económico, el social y el ambiental. Los aspectos económicos comprenden, entre otros, el rendimiento financiero, la remuneración de empleados y las contribuciones a la comunidad. Como ejemplos de los aspectos sociales están las políticas de beneficio público, las normas de equidad laboral y el trato justo de empleados. En los aspectos ambientales se incluyen los efectos en el aire, agua, tierra, recursos naturales y salud de los humanos. Tabique: elemento clásico de distribución interior de los espacios de cualquier tipo de edificación. Normalmente se elaboran con ladrillo hueco, su campo de aplicación se extiende a naves industriales, despachos, oficinas, locales de negocios, etc. El empleo de baldosas de vidrio se hace necesario cuando se quiere obtener una buena luminosidad del espacio.

Temperatura: propiedad de los cuerpos que determina la cantidad de calor que tienen y la dirección de los flujos de calor. Se mide bien sea mediante una escala empírica basada en una propiedad conveniente de un material o instrumento (caso de los grados Celsius (°C), basados en la dilatación del mercurio con respecto a los estados del agua) o mediante la escala absoluta (grados Kelvin). ($^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$).

Temperatura de bulbo húmedo (TBH): temperatura que se mide con un termómetro envuelto en material saturado (generalmente algodón). La evaporación del agua produce un enfriamiento que depende de la capacidad evaporativa del aire, lo que da una medida de la humedad.

Temperatura del aire o temperatura de bulbo seco (TBS): temperatura que se mide mediante un termómetro protegido del viento y la radiación electromagnética del entorno.

Temperatura efectiva (TE): índice de confort que toma en cuenta únicamente los intercambios de calor radiativos y latentes.

Temperatura efectiva estándar: índice de confort que toma en cuenta los efectos de la radiación electromagnética y las transferencias de calor latentes.

Temperatura radiante media (TRM): temperatura que traduce el efecto promedio de calentamiento de la radiación electromagnética de un entorno. Se obtiene indirectamente al medir la temperatura de bulbo negro TBN= $(\text{TBS} + \text{TRM})/2$.

Temperatura máxima media mensual: es un promedio aritmético de las temperaturas máximas diurnas registradas durante un mes por un lapso de varios años.

Temperatura mínima media mensual: es un promedio aritmético de las temperaturas mínimas diurnas registradas durante un mes por un lapso de varios años.

Transferencia de calor latente: calor que se gana o se pierde durante un cambio de fase de una sustancia, sin que haya cambio de temperatura en esa sustancia (de sólido a líquido o gaseoso o viceversa).

Transferencia de calor radiativa: transferencia de calor que se genera por emisión de ondas electromagnéticas entre dos superficies que se encuentran a diferente temperatura y están expuestas la una a la otra, pero sin tocarse.

Transferencia de calor sensible: cantidad de calor que absorbe o transfiere una sustancia produciendo un cambio de temperatura y sin que se produzca un cambio de fase.

Transferencia de calor: cantidad de calor que se transfiere de un cuerpo a otro siguiendo las siguientes modalidades:

conducción, convección o radiación. El calor sólo puede transferirse si existe una diferencia de temperatura y únicamente se transfiere en el sentido de caliente a frío.

Transferencia térmica: flujo de calor por conducción, convección y/o radiación en estado estacionario desde o hacia un cuerpo a través de un aislante térmico con los medios circundantes externos. Es expresado como la relación de tiempo de flujo de calor por unidad de área de la superficie del cuerpo entre la diferencia de temperatura unitaria de la superficie del cuerpo con su medio circundante.

Transmisión de calor: cantidad de calor que fluye a través de la unidad de área debido a cualquier modo de transferencia de calor inducidas por las condiciones prevalecientes.

Transmisión: proceso mediante el cual la radiación atraviesa un medio material translúcido.

Trópico: son las regiones situadas entre las latitudes 23 27' Norte (trópico de Cáncer) y 23 27' (trópico de Capricornio). Aquí se ubican las regiones donde el calor es dominante.

Velocidad de aire: velocidad del aire relativa a los objetos de su entorno.

Ventilación forzada: es intencional, es un intercambio de aire propulsado por un ventilador y con ventanillas de toma y descarga o escapes que son especialmente designadas e instaladas para ventilación.

Ventilación natural: es aquella que se obtiene mediante fenómenos naturales, sin necesidad de emplear ningún dispositivo mecánico. Es activada por presiones de viento, diferencias de temperatura y densidad, entre el interior y el exterior de un recinto.

Volumen de local por hora (Vol/h) o cambios de aire por hora (CAH): caudal de aire renovado mediante ventilación y referido al volumen del local

Watt o vatio (W): medida de potencia. Trabajo o energía desplegada por unidad de tiempo. $1W=1J/s$.

Zona de confort: rango de condiciones ambientales y (eventualmente) condiciones relativas al individuo definidas por determinados parámetros y con respecto al cual la mayoría de las personas manifiesta agrado o conveniencia en concordancia con la actividad que llevan a cabo.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zonas de la Tierra. Pág 6

Figura 2: Distribución Climática de Civilizaciones Antiguas. Pág 6

Figura 3: Mapa Geomorfológico. Pág 10

Figura 4: Topografía Natural y Artificial Pág. 14

Figura 5: Generación del Viento por diferencia de presiones. Pág 15

Figura 6: Ejemplo de rosa de los vientos para la estación de los Planes, Montecristo. Pág 16

Figura 7: Radiación Media en el mundo. Pág 17

Figura 8: Luz incidente a la tierra, su difusión y reflexión. Pág 18

Figura 9: Perpendicularidad de los rayos del sol a la tierra según equinoccio o solsticio. Pág. 19

Figura 10: Trayectoria del Sol por Olgyay. Pág. 19

Figura 11 Trayectoria del sol. Pág. 20

Figura 12: Estado del cielo. Pág. 21

Figura 13: Esquema de Manuel Naredo sobre sustentabilidad. Pág. 23 y 26

Figura 14: Ejemplos de ganancias solares directas, indirectas y aisladas. Pág. 27

Figura 15: Uso de energía solar activa en el edificio Martín Baro. Pág. 28

Figura 16: Orientación y Organización de distintas ciudades. Pág. 30

Figura 17: Arcosanti, Paolo Soleri, Arizona, 1970. Propuesta urbana de comunidad sustentable para 5,000. considerada una utopía frente al desarrollo global. Pag33

Figura 18: Relación entre el sentido de la vista y el oído. Pág. 36

Figura 19: Ejemplo del Ábaco Psicométrico de Givoni. Pag40

Figura 20: Ejemplo de la Carta Bioclimática desarrollada por Olgyay. Pág. 42

Figura 21: Gráficos, sonido y ruido. Pág. 45

Figura 22: Equilibrio térmico en el cuerpo humano. Pág. 49

Figura 23: Medios físicos de intercambio de calor. Pág. 50

Figura 24: Ejemplo de la gráfica solar con máscara de sombra como herramienta de evaluación. Pág. 90

Figura 25: Gráficos para cálculo de trayectorias solares. Pág. 91

Figura 26: Carta Bioclimática de Olgyay. Pág. 92

Figura 27: Calendario de necesidades Bioclimáticas. Pág. 94

Figura 28: Gráfica de la variación de temperatura durante el día. Pág. 94

Figura 29: Gráfica solar latitud 0° mostrando los grados de altitud y la representación del horizonte y el cenit. Pág. 96

Figura 30: Gráfica solar latitud 0° mostrando azimut en la gráfica solar. Pág. 97

Figura 31: Gráfica solar latitud 0° mostrando la trayectoria solar en los solsticios y equinoccios del año. Pág. 97

Figura 32: Gráfica solar latitud 0° mostrando la posición de sol a las horas determinadas. Pág. 98

Figura 33: Distintas proyecciones de representación y su forma de trazo. Pág. 99

Figura 34: Gráfica solar con los requerimientos de sombra durante el año. Pág. 102

Figura 35: Ejemplo de la toma de ángulos horizontales y verticales para protección vertical y horizontal respectivamente. Pág. 103

Figura 36: Ejemplo de configuración de sombras sobre la gráfica solar, arriba aleros horizontales y abajo parasoles verticales. Pág. 104

Figura 37: Orientaciones propuestas por Brown, para las cuatro zonas climáticas básicas. Pág. 105

Figura 38: Utilización de la gráfica solar para definir la mejor orientación en base al asoleamiento. Pág. 106

Figura 39: Orientaciones propuestas por Olgyay para cuatro zonas climáticas de EEUU. Pág. 107

Figura 40: Rosa de Vientos. Pág. 108

Figura 41: Diagramas para convertir los datos climatológicos del viento al sitio según su altura. Pág. 109

Figura 42: Diagramas para convertir los datos climatológicos del viento al sitio según su altura. Pág. 110

Figura 43: Análisis del comportamiento de los vientos en planta. Pág. 111

Figura 44: Análisis del comportamiento de los vientos en elevación. Pág. 112

Figura 45: Análisis del manejo de barreras naturales para el encauzamiento del viento. Pág. 114

Figura 46: Gráfico que muestra las distintas condiciones del cielo según la cantidad de nubosidad, la cual condiciona la iluminación. Pág. 115

Figura 47: Gráfico que muestra el porcentaje de días despejados en Oregon. Pág. 116

Figura 48: Gráfica de disponibilidad de iluminación según las condiciones del cielo. Pág. 117

Figura 49: Aportes de calor por la cantidad de usuarios en un espacio expresado en BTU's. Pág. 119

Figura 50: Aportes de calor por iluminación existente.
Pág. 120

Figura 51: Ejemplo de radiación convectiva, utilizando como paso térmico el aire contenido entre los dos techo.
Pág. 135

Figura 52: Ejemplo de radiación convectiva, utilizando como paso térmico, el aire contenido entre los dos techos.
Pág. 136

Figura 53: Ejemplo de espacios tapón en una vivienda.
Pág. 137

Figura 54: Ejemplo de utilización del muro Trombe.
Pág. 139

Figura 55: Ejemplo de aprovechamiento de efecto chimenea para forzar la renovación de aire interna. Pág. 139

Figura 56: Ejemplo de cámara solar para inducir la salida de aire caliente. Pág. 140

Figura 57: Ejemplo de ganancias de calor para diferentes formas y usos. Pág. 141.

Figura 58: Empleo de pérgolas y aleros para reducir la exposición solar. Pág. 144

Figura 59: Empleo de uso de vegetación para controlar solar. Pág. 144

anexos