



UN-A-CH  
BIBLIOTECA CENTRAL UNIVERSITARIA



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS**  
**Facultad de Arquitectura**

**Campus 1**

**Maestría en Arquitectura y Urbanismo**

**“La ventilación pasiva por enfriamiento evaporativo;  
un potencial en la ciudad de  
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.”**

**Proyecto terminal**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
MAESTRA EN ARQUITECTURA Y URBANISMO**

**Presenta:**

**Arq. Gloria Amparo García Gallegos.**

**Director de proyecto: M. en Arq. Carlos Octavio Cruz Sánchez.**

**Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Diciembre del 2011.**



AUTÓNOMA  
No. ADQ. FC133054  
SISTEMA BIBLIOTECARIO  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE CHIAPAS  
DONACIÓN

**COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO  
TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS., 24 DE OCTUBRE DEL 2011**

**ARQ. JOSE ALBERTO COLMENARES GUILLEN  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA  
DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIAPAS  
EDIFICIO.**

Con base en los acuerdos obtenidos en la Sesión Ordinaria del Comité de Investigación y Posgrado de esta Facultad efectuada el día 11 de agosto del 2011, y en donde se nos asigna formar parte de la Comisión Revisora del Proyecto Terminal de Maestría denominado: **"LA VENTILACIÓN PASIVA POR ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO; UN POTENCIAL EN LA CIUDAD DE TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS"**, que para obtener el Grado de Maestra en Arquitectura y Urbanismo presenta la **C. GLORIA AMPARO GARCIA GALLEGOS**, por este medio, y de acuerdo con la revisión realizada, nos permitimos informar a usted que otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO** de autorización de impresión del documento.

Lo anterior es con la finalidad de que se realicen los trámites y el examen correspondiente.

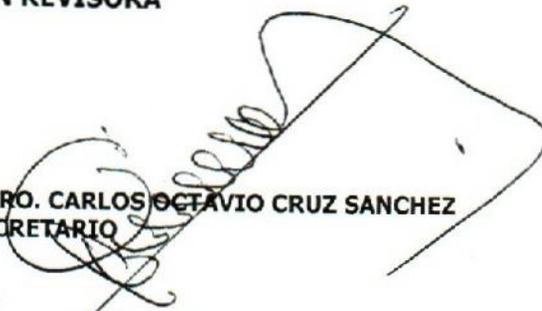
**ATENTAMENTE**

**"POR LA CONCIENCIA DE LA NECESIDAD DE SERVIR"**

**EL GRUPO DEL LA COMISION REVISORA**



**DRA. TERESA DEL ROSARIO ARGUELLO MENDEZ  
PRESIDENTE**



**MTR. CARLOS OCTAVIO CRUZ SANCHEZ  
SECRETARIO**



**MTR. RAUL PAVEL RUIZ TORRES  
VOCAL**

**DIRECCION  
TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS  
OFICIO No. DIR/406/011  
OCTUBRE 24 DE 2011**

**C. GLORIA AMPARO GARCIA GALLEGOS**  
**Candidata a Maestra en Arquitectura y Urbanismo**  
**Facultad de Arquitectura-UNACH**  
**Edificio.**

Por este medio, informo a Usted que, después de haber sido revisado su Proyecto Terminal de Maestría denominado: **"LA VENTILACIÓN PASIVA POR ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO; UN POTENCIAL EN LA CIUDAD DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS"**, por parte de la comisión revisora asignado para tal fin, los integrantes de la misma me han hecho llegar su voto aprobatorio y autorizan la impresión de este trabajo, bajo el formato que Usted decida, pero con atención a las normas mínimas de presentación con que cuenta esta Facultad y que en su oportunidad le fueron entregadas.

Con fundamento en lo anterior, esta Dirección a mi cargo le autoriza **PROCEDER A LA IMPRESIÓN DE SU DOCUMENTO**, que presentará como opción para obtener el Grado de Maestra en Arquitectura y Urbanismo.

**A T E N T A M E N T E**  
**"POR LA CONCIENCIA DE LA NECESIDAD DE SERVIR"**

**ARQ. JOSE ALBERTO COLMENARES GUILLEN**  
**DIRECTOR**



C.c.p. Archivo  
C.c.p. Expediente.

## DEDICATORIA:

---

...A Dios, uno y trino, dueño de todo, *"haces de los vientos tus mensajeros"* (Hb.1,7) fuerza interior, quien me impulsa consciente, libremente, a querer alcanzar mis sueños más allá de donde puedo llegar, sin pensar cuán difícil pudiese ser, con todo mi amor...

...Con gratitud y amor; a mi esposo Armando, por su apoyo e impulso al compartir conmigo todo este esfuerzo, pero sobre todo por tolerarlo durante el tiempo que lo intenté...

...A Martha Paola y Carla Vanessa; como un ejemplo de superación de su madre, sírvales algún día; para lograr metas aún más altas, porque *"no nacimos para ser pequeñas"*, además sepan que este mundo es un regalo para todos, pero solo hay una manera de vivirlo, enfrentarlo y cuidarlo; *"con la mayor responsabilidad, teniendo en cuenta a las generaciones futuras"*...

...A mis amados padres formadores, Pbro. Dr. Salvador Valadez Fuentes y R.M. Silvia López Pérez; Directores y fundadores del C.J.B.P. y del C.I.E.S.E.N., incubadoras de sueños y proyectos a inspiración del sabio paráclito, de donde nace el sendero, para vislumbrar esta meta...

...A mi guía espiritual, Pbro. José Luis Bezares Selvas; por su sabio consejo de gran estímulo, tan necesario y oportuno, a su apoyo noble, desinteresado, sinceramente con mi admiración...

...A mi madre, a mis sobrinos y hermanos, con amor...

**GLORIA AMPARO.**

## AGRADECIMIENTOS:

---

...Agradezco a ti Padre, todo amor y bondad, por brindarme y permitir alcanzar una meta más en el camino, que tú has trazado para mí; sabiendo que solo en ti, mi fortaleza y mi luz; en el silencio más grande de mí ser, puedo lograrlo todo...

...Gracias, al principal guía en este trabajo, mi amigo Carlos; por tu disposición, puntual guía y dirección, en cada momento que lo necesité a pesar de tu cargada agenda de trabajo...

...Gracias también a mis amigos Pavel y Gabriel, por el tiempo que me permitieron robarles, el invaluable apoyo de sus asesorías, sabiendo de sus importantes y responsables ocupaciones...

...Con especial agradecimiento al Cap. Met. Raúl Enrique Meléndez Meza, Jefe del Depto. de Monitoreo de Riesgo del Instituto de Protección Civil para el Manejo Integral de Riesgos de Desastres del Estado de Chiapas; por la valiosa aportación a mi trabajo, al compartirme sus conocimientos...

...A todas aquellas personas; Tutores, compañeros y amigos, quienes colaboraron en el desarrollo de este trabajo, por la inolvidable experiencia que compartimos juntos...

...A mi Sobrina Ana Karen...

## ÍNDICE GENERAL.

RESUMEN.....	15
ABSTRACT.....	17
INTRODUCCIÓN.....	19
JUSTIFICACIÓN.....	21
OBJETIVOS.....	25
METODOLOGÍA.....	26

### 1ª. PARTE: Marco teórico.

<b>CAP. 1.- EL CLIMA COMO CONTEXTO:</b> .....	31
1.1.- El clima y sus factores generales.....	32
1.2.- Características generales del viento.....	35
1.2.1.- Flujos de viento.....	36
1.2.2.- Movimiento del viento.....	37
1.2.2.1.- Dirección, velocidad, frecuencia y turbulencia.....	38
1.2.2.2.- Propiedades higrotérmicas del viento: Humedad y Temperatura.....	45
1.3.- Caracterización del clima de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez. ....	49
1.3.1- El viento en la región.....	51
1.3.1.1.- Registros "Observatorio los laguitos C.N.A", 2008-2009.....	64
1.3.1.2.- Registros "Estación Terán-Aeropuerto", 2009.....	67
1.3.1.3.- Registros "Estación COCOVI", Facultad de Arquitectura, UN.A.CH.....	68
<b>CAP. 2.- LA ARQUITECTURA Y LOS FACTORES QUE INTERVIE- NEN Y AFECTAN EL DESEMPEÑO TÉRMICO DE UN ESPACIO EN LA VIVIENDA:</b> .....	73
2.1.- La arquitectura responsable con el medio ambiente.....	76
2.2.- Las envolventes.....	78
2.2.1.- Ganancia y pérdida de calor.....	83
2.3.- Impacto del viento sobre el producto arquitectónico.....	85
2.3.1- La ventilación e infiltración.....	87
2.3.1.1.- Efectos del viento en espacios exteriores....	89
2.3.1.2.- Efectos del viento en espacios interiores....	92
2.4.- El confort higrotérmico y la "zona de confort".....	94

2.4.1.- Factor óptimo de humedad.....	99
2.4.1.1.- Los rangos de confort de la Temperatura y la Humedad, en Tuxtla Gutiérrez.....	101
<b>CAP. 3.- LA VENTILACIÓN PASIVA POR ENFRIAMIENTO           EVAPORATIVO:.....</b>	<b>107</b>
3.1.- Las tecnologías pasivas.....	108
3.2.- Tecnologías de ventilación pasivas.....	111
3.2.1.- Las T.P.V. generadoras de energía. ....	113
3.2.2.- Las T.P.V. ahorradoras de energía, en el espacio arquitectónico habitable.....	114
3.3.- El enfriamiento evaporativo.....	119
3.3.1.- Diferentes tipos de diseños en los métodos de la ventilación por enfriamiento evaporativo.....	121
3.3.2.- El enfriamiento evaporativo en el espacio arquitectónico habitable.....	123
3.4.- Propuesta de diseño del “Dispositivo de Enfriamiento Evaporativo”.....	139
3.4.1.- El dispositivo; material, uso y función.....	141
 <b>2ª. PARTE: Presentación y experimentación.</b>	
<b>CAP. 4.- METODOLOGÍA DEL EXPERIMENTO:.....</b>	<b>153</b>
4.1.- Presentación del caso de estudio: comparación del comportamiento térmico entre dos células de evaluación en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; aplicando un “Dispositivo de Enfriamiento Evaporativo.” * .....	154
4.2.- La teoría de la “Climatología Dinámica”; aplicada en el desarrollo del experimento para medir el viento, con y sin D. E. E. * .....	155
4.2.1.- Determinación del período experimental representativo, para el estudio.....	157
4.2.1.1.- La obtención del mes ideal según las normales de climatología y la Teoría de la Climatología Dinámica.....	159
4.2.2.- Día típico experimental.....	161
4.3.- Equipo a utilizar, cantidad y ubicación.....	162
<b>CAP. 5.- RESULTADOS DE MEDICIONES:.....</b>	<b>175</b>
5.1.- Colecta de datos, durante un período de dos semanas.....	176
5.1.1.- Mediciones: .....	177

5.1.1.1.- <i>Temperatura de Bulbo Seco (T.B.S.)</i> , en espacios interiores 1ª y 2ª. semana.....	177
5.1.1.2.- <i>Temperatura de Bulbo Seco (T.B.S.)</i> , en espacios exteriores. 1ª y 2ª. semana.....	178
5.1.1.3.- <i>Humedad Relativa (H.R.)</i> , en espacios interiores. 1ª y 2ª. semana.....	179
5.1.1.4.- <i>Humedad Relativa (H.R.)</i> , en espacios exteriores 1ª y 2ª. semana.....	179
5.2.- Los resultados comparativos en la colecta de datos.....	181
5.2.1.- Comparativos entre T y H.R. ambos períodos.....	181
5.2.2.- Resumen de los comparativos.....	184
5.3.- Análisis y Discusión de los resultados.....	188
5.3.1.-Confrontación con la teoría.....	193

### 3ª. PARTE: Aplicación y evaluación.

<b>CAP. 6.- APLICACIÓN DEL EXPERIMENTO EN PROYECTO ARQUITECTÓNICO, CON ENFOQUE URBANÍSTICO SUSTENTABLE:</b> .....	197
6.1.- Delimitación del espacio arquitectónico habitable.....	198
6.1.1.- Edificio S1-LD*; localización y contextualización.....	199
6.1.1.1.- Análisis de los factores condicionantes.....	203
6.1.1.2.- Análisis de los elementos componentes.....	205
6.1.2.- Propuesta funcional de Enfriamiento Evaporativo del edificio S1-LD*.....	214
<b>CAP.7.- EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE ESTUDIO:</b> .....	219
7.1.- Alcances de la evaluación del proyecto de estudio; a nivel perfil.....	220
7.1.1.- Económico.....	237
7.1.2.- Sustentable.....	238
7.1.3.- Confort.....	241
<b>CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES.</b> .....	243
<b>ANEXOS</b> .....	249
A).- Registro de Gráficas experimentales.....	251
▪ <i>Temperatura de Bulbo Seco (T.B.S.)</i> del viento, en espacios interiores. 1ª. Semana y 2ª. Semana.....	253
▪ <i>Temperatura de Bulbo Seco (T.B.S.)</i> del viento, en espacios exteriores. 1ª. Semana y 2ª. Semana.....	258
▪ <i>Humedad Relativa (H.R.)</i> del viento, en espacios interiores. 1ª. Semana y 2ª. Semana.....	259

▪ Humedad Relativa ( <i>H.R.</i> ) del viento, en espacios exteriores. 1ª. Semana y 2ª. Semana.....	263
▪ Datos comparativos entre T y H.R., ambos períodos.....	264
B).- Cartografía.....	269
▪ Cartografía de INEGI 2004, " <i>Carta de efectos climáticos regionales Mayo-Octubre, 1: 250 000</i> ".....	271
▪ Cartografía de INEGI 2004, " <i>Carta de efectos climáticos regionales Noviembre-Abril, 1: 250 000</i> ".....	272
▪ Información de la carta de efectos climáticos regionales.....	273
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	279
<b>INDICE DE FOTOS, FIGURAS, TABLAS, GRÁFICAS</b> .....	283

## RESUMEN.

La investigación a continuación realizada, es el acopio de información necesaria para conocer el contexto ambiental y urbano de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, en el sureste de México. En ella se puntualiza sobre uno de los elementos que conforman el clima, como lo es el viento; responsable directo, así también coadyuvante de muchas de las situaciones de confort térmico en la arquitectura, al realizar esta sinergia entre la naturaleza y creatividad humana; surge una propuesta para ser utilizada, insertándola de manera teórica a nivel urbano, aplicada cuantitativa, cualitativamente y evaluada respectivamente. Este enfoque surge y se compara desde, las "*Metodologías para el diseño bioclimático*"<sup>1</sup>, propuesta por Morillón, (2003) y Fuentes, (2002)<sup>2</sup>.

Por lo tanto; se presenta el resultado de un experimento y de sus mediciones con respecto al comportamiento térmico generado dentro de un espacio cerrado, y sus variantes al adicionar un medio de apoyo pasivo a la ventilación natural, como lo es un Dispositivo de Enfriamiento Evaporativo (D.E.E.). La comparación se realiza, entre dos células de evaluación ubicadas en la Facultad de arquitectura de la UNACH, en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Construidas con sistema placa losa de concreto, y paredes de fibro cemento. Las dos se encuentran juntas; ubicadas de frente al norte, la primera ubicada a lado derecho, llamada célula de evaluación N° 1, con medidas de 2.00 x 3.00 x 2.50 mts<sup>2</sup>, ésta a su vez; contempla la aplicación del D.E.E., el cual actúa mediante la función, de un sistema de "Enfriamiento Evaporativo", (E.E.), colocado sobre una ventana tipo. La segunda célula de evaluación, es una testigo, ubicada a la izquierda, se llama célula N° 2, y no contempla ningún dispositivo en la ventana, se encuentra abierta y presenta las mismas características de la primera. Las dos ventanas tipo, miden 1.20 X 1.20 mts. Y están fabricadas de aluminio natural y cristal claro, utilizadas comúnmente en viviendas de interés social. Ambas ventanas están ubicadas en fachada Norte, recibiendo la ventilación dominante de la ciudad.

El método consistió en colocar el dispositivo sobre una de las ventanas, a la vez que se mantienen abiertas; mientras se realizan los registros, se procura mantener siempre húmedo el dispositivo, para medir y a la vez comparar las temperaturas que se generan dentro de estos espacios interiores, cerrados; y comparar entre sí, cómo la acción del viento húmedo,

<sup>1</sup> Morillón Gálvez, David (2003): *Comportamiento bioclimático en la arquitectura*. Instituto de Ingeniería de la UNAM, México.

<sup>2</sup> Fuentes, Freixanet, Víctor (2002): "*Metodología de diseño bioclimático: Estrategias de diseño bioclimático*". Tesis Maestrante, UAM- Azcapotzalco, México D.F.

cuando se filtra a través de la ventana; modifica las temperaturas, además de registrar a su vez, la temperatura, y humedad, con que accede desde sus exteriores. Todos estos datos serán confrontados con las determinadas "Zona de confort de Olgyay<sup>3</sup>, Szokolay<sup>4</sup> y Morillón<sup>5</sup>, únicamente para el período semi-húmedo, cuando la humedad y la ventilación se encuentran por debajo de los niveles óptimos y con base en "La teoría de la climatología dinámica"<sup>6</sup>.

Los datos son registrados mediante sensores hobos. El resultado de los datos obtenidos entre una y otra célula demuestra la mejora de la calidad del aire que penetra a través de la ventana; esto puede en teoría, generar al usuario una sensación de confort, por ende coadyuvar al mejoramiento del comportamiento térmico interior de un espacio, ganado mediante la transferencia de calor, aplicando la estrategia de ventilación debidamente sustentada, para un tipo de contexto; en este caso el clima tipo cálido subhúmedo, se presta para su utilización, solo durante un período de tiempo, en el año.

Palabras claves: Enfriamiento evaporativo, Comportamiento térmico, Transferencia de calor, Confort higrotérmico.

---

<sup>3</sup> Olgyay, Víctor (1998): *Arquitectura y clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Ed. G.G., Barcelona, 18-19 pp.

<sup>4</sup> Szokolay, Steven, Auliciems, A. (1997): *Thermal comfort, PLEA NOTES 3*.

<sup>5</sup> Morillón Gálvez, David (2003): *Comportamiento bioclimático en la arquitectura*. Instituto de Ingeniería de la UNAM, México.

<sup>6</sup> Vecchia, Francisco (-----): *Clima y confort humano: Criterios para la caracterización del régimen climático*. Escuela de Ingeniería de San Carlos, Universidad de San Pablo, Brasil.

## ABSTRACT.

Then following research is the compilation of necessary information to understand the environmental and urban context of the city of Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, in southeastern of Mexico. In it is pointed one of the elements that conforms climate, the wind. Directly responsible, and also an adjuvant many situations of thermal comfort in the architecture. To make this synergy between nature and human creativity comes a proposal to be used; inserting in it a theoretical way in urban areas, applied quantitatively and qualitatively evaluated respectively. This approach arises and is compared from the bioclimatic design methodologies proposed by Morillón, (2003) and Fuentes (2002).

Therefore, is presented the result of an experiment and its measurements about to the generated thermal behavior inside a closed space and its variants to add a passive support to the natural ventilation, such as an Evaporative Cooler Device (E.C.D). The comparison is realized, between two cells of evaluation, located in The Faculty of Architecture of the UNACH, in Tuxtla Gutiérrez city, of Chiapas, México. Constructed with system plate slab of concrete, and fibro cement walls. The two are together, located in front of the north; the first is located on right-hand side, called Cell of Evaluation N°. 1, with measures of 2.00 x 3.00 x 2.50 mts<sup>3</sup>, this also includes the application of the E.C.D. (Evaporative Cooler Device), which works through a system of evaporative cooling, placed on a window type. The second cell of evaluation located on the left, is a witness and it does not contemplate any device in the window, it is called Cell number 2. It is open and also presents the same characteristics of the first one. The two windows measure 1.20x1.20 mts. And they are made of natural aluminum and clear crystal, used commonly in houses of social interest. Both windows are located towards North facade, receiving the dominant ventilation of the city.

The method consisted of potting the device upon one of the windows, while they are open. While making records, always keeping the device wet to measure and at the same time compare the temperatures generated within these interior, closed spaces, and compare with each other how is the action of the wet wind when it is filtered through the window modifies the temperature also registering at the same time the temperature, the humidity with it acced from the outer. All these data will be confronted with the zone of comfort *Olgay*<sup>7</sup>, *Szokolay*<sup>8</sup> y *Morillón*<sup>9</sup>, solely for the warm period in which

<sup>7</sup> Olgay, Víctor (1998): *Arquitectura y clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Ed. G.G., Barcelona, 18-19 pp.

the humidity is below the optimal levels based in "*The theory of the dynamic climatology*".

The data are through hobo sensors. The result of the data collected between both cell demonstrates the improvement of the quality of the air that penetrates through the window; this could, in theory, generate to the user a comfort sensation; obtaining an improvement in the internal comfort and improvement of the inner thermal behavior of a space, cattle by means of the heat transference, applying the strategy of ventilation properly sustained and for a type of context; in this case the climate sub humid warm type lends itself to use it, just during a period of time in the year.

Key words: Evaporative cooling, thermal behavior, heat transference, thermal Comfort.

---

<sup>8</sup> Szokolay, Steven, Aulicicms, A. (1997): *Thermal confort, PLEA NOTES 3*.

<sup>9</sup> Morillón Gálvez, David (2003): *Comportamiento bioclimático en la arquitectura*. Instituto de Ingeniería de la UNAM, México.

## INTRODUCCIÓN.

La arquitectura actual se encuentra en un proceso de reflexión acerca de los recursos de dónde se provee. Esto debido a la gran crisis ambiental enfrentada actualmente, la cual ha ido mostrando de manera cruda y paulatinamente los resultados, cobrándose así el abuso del cuál ha sido objeto, esto va aunado a la premisa de: "A mayor consumo energético mayor impacto ambiental".

*"Conceptos como Arquitectura Bioclimática o Desarrollo Sustentable se asocian a distintas corrientes arquitectónicas, partiendo de una idea principal de los edificios los cuales deben ofrecer condiciones de confort ambiental y optimizar el uso de los recursos energéticos. Un ambiente confortable es aquel donde existen condiciones idóneas para la realización de las actividades físicas o mentales predeterminadas en un espacio físico".<sup>10</sup>*

Por lo mismo, dentro de este contexto. "La ventilación es una de las principales estrategias a tomar en cuenta en los climas cálidos, tanto secos como húmedos, como también en los fríos".<sup>11</sup>

La ventilación es una de las estrategias de diseño para ser consideradas en la arquitectura.

*"En primer lugar se requiere para satisfacer las necesidades de renovación del aire y garantizar un ambiente con una adecuada calidad del aire. Y en segundo lugar con fines de climatización natural, tanto por efecto de enfriamiento directo, al incidir claramente sobre los ocupantes, como disipando el calor acumulado en las edificaciones".<sup>12</sup>*

*"Se puede resumir la acción de la ventilación en tres funciones: La primera es, mantener la calidad del aire sobre niveles aceptables; la segunda es la de proporcionar confort natural higrotérmico, por medio de enfriamiento convectivo; la tercera es la de enfriar la envolvente".<sup>13</sup>*

Luego entonces es clara la aportación del viento al diseño arquitectónico, sobre todo aquél, cuya finalidad pretende seriamente lograr satisfacer verdadera y responsablemente las necesidades del hombre y su hábitat.

---

<sup>7</sup> Fuentes, Freixanet, Víctor Armando y Rodríguez, Viqueira, Manuel (2004): *Ventilación natural, Cálculos básicos para arquitectura*. UAM - Azcapotzalco, México, D.F.

<sup>8</sup> Ídem, Pág. 10.

<sup>12</sup> Ídem.

<sup>13</sup> García, Chávez, José Roberto y Fuentes, Freixanet, Víctor, (2005): *El viento como factor de diseño arquitectónico*.—3ª. Edición—México: Trillas.

Dentro de este contexto se propone una estrategia de ventilación pasiva como medida para coadyuvar en la problemática de la falta de confort térmico, en el interior de una vivienda.

Para la realización de dicha propuesta se plantea una metodología confrontada entre los estudios de Fuentes, (2002) y Morillón, (2003); ambas metodologías retomadas del autor especialista en el tema, Víctor Olgyay, así como estrategias sustentadas en la recabación de datos proporcionados por cuatro estaciones meteorológicas ubicadas en el entorno de una zona determinada; "La estación COCOVI" (Componentes y condicionantes para la vivienda), Facultad de Arquitectura, de la UN.A.CH. Así como dos pertenecientes a los Meteorológicos de Protección Civil del Estado de Chiapas, "La Estación Terán" y "Terán Aeropuerto", por último la estación "Los laguitos" perteneciente a la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.) todas, asentadas en el entorno climático de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

La investigación consta de tres etapas, de las cuales se derivan 7 posteriores capítulos, como a continuación se indica:

- 1ª. Etapa: Consta del "Marco teórico"; conformado por los 3 primeros capítulos del documento, en los cuales se puntualiza sobre el enfoque particular, sobre ciertos factores ambientales propicios; como lo son la temperatura de bulbo seco (T.B.S.) y la humedad relativa (H.R) y de cómo prevalecen e influyen, así como coadyuvan en el buen funcionamiento térmico de los espacios interiores, dentro de un determinado microclima en la mancha urbana, de la capital.
- 2ª. Etapa: Se refiere a la "Presentación y experimentación"; consta de los capítulos 4 y 5. Estos se refieren a las estrategias formuladas dentro de los objetivos; con una metodología en estudio planteada y dirigida a utilizar el recurso natural, primordial en el estudio, como lo es el viento; con dos de sus principales variables ambientales; "La Temperatura y la Humedad".
- 3ª. Etapa: La última etapa se conforma de la "Aplicación y evaluación"; incluye los capítulos 6 y 7. En los cuales se ponen de manifiesto toda la información, obtenida de la investigación, aplicada a un ejemplo en común, llegando a ser finalmente para tener una clara idea de sus alcances, un proyecto de estudio, por ende, necesario a evaluarse. Se evalúa este proyecto de estudio luego entonces, a un nivel de "perfil inicial"; este es un planteamiento en proceso de investigación y realización, con el fin de descubrir cuáles son los beneficios reales, que se pueden obtener a nivel económico primeramente.

## JUSTIFICACIÓN.

La ventilación es un factor de suma importancia para la arquitectura al proponer una adecuada solución a los problemas generados por las altas temperaturas fuera de confort, dentro del ambiente térmico interior, y como contribución en la armonía de la fisiología del ser humano, pues por medio de la ventilación se genera el enfriamiento por convección, haciendo de los espacios habitables, lugares interiores bien ventilados y por lo tanto confortables.

*"Es muy importante tomar conciencia de la problemática del manejo adecuado del viento en la arquitectura y el urbanismo, sobre todo por la profunda influencia que tiene en las diversas actividades y funciones del hombre; pero es todavía más importante urgente y necesario, realizar acciones que lleven a resultados óptimos de diseño para beneficio directo del hombre, para brindarle espacios habitables, confortables y saludables para el cuerpo, la mente y el espíritu".<sup>14</sup>*

Además otro factor de importancia sin precedentes y que no puede postergarse más es el factor ambiental. *"El ahorro de energía es de vital importancia en la actualidad, pues favorece la preservación de los recursos energéticos naturales y del medio ambiente, y mejora nuestra economía".<sup>15</sup>*

Actualmente las soluciones utilizadas en la arquitectura, quizás los métodos o incluso los mismos materiales pueden no ser los mejores para solucionar este problema, así lo expresa **Brown G. Z.** (1994); *"Se diseñan edificios totalmente aislados, sellados a la interacción de las condiciones ambientales exteriores y altamente condicionados a aumentar el gasto energético en los mismos generando con esto contribuir al deterioro del medio ambiente".<sup>16</sup>*

Es de uso común y de fácil solución, utilizar medios mecánicos como son equipos de aire acondicionado, ventiladores, humidificadores, para lograr aparentemente dicho confort.

*"El viento es uno de los elementos climáticos más importantes, pues la dispersión del aire contaminado y el confort humano dependen de su manejo adecuado".<sup>17</sup>* Para poder coadyuvar a éste mejoramiento adecuado es necesario profundizar en los estudios que actualmente propone la arquitectura ambiental. Para dejar de incrementar el consumo energético y a su vez

---

<sup>14</sup> García Chávez, José Roberto y Fuentes Freixanet, Víctor (1995); *Viento y arquitectura: El viento como factor de diseño arquitectónico*. Ed. Trillas. México, D.F.

<sup>15</sup> Ídem.

<sup>16</sup> Brown, G. Z. (1994); *Sol, luz y viento: Estrategias para el diseño arquitectónico*. Ed. Trillas. México, D.F.

<sup>17</sup> García Chávez, José Roberto y Fuentes Freixanet, Víctor (2005); *Viento y Arquitectura: El viento como factor de diseño arquitectónico*. Editorial Trillas, México, D.F.

brindar espacios naturalmente sanos, que puedan brindar bienestar térmico, además ser bellos y confortables.

*“Para lograr el confort ambiental natural es necesario desarrollar un diseño bioclimático coherente y versátil, a través de sistemas pasivos que infieran en resultados óptimos de diseño para satisfacer los verdaderos requerimientos bioclimáticos del hombre en su hábitat”.*<sup>18</sup> Abordar adecuadamente este problema implica entender la manera de cómo se enfoca a la arquitectura y su entorno comenzando primeramente con el concepto arquitectura tan difícil de definir e interpretar.

En la arquitectura es necesario entender que el aprendizaje se da como consecuencia de verla y sentirla, de repetir consecutivamente el hecho de querer apreciarla una y otra vez, entonces es sin duda un ejercicio fundamental para dicho aprendizaje lo que más tarde se entenderá como la experiencia en la arquitectura, *“Ésta es la razón por la que acceder al entendimiento y al gozo de la arquitectura requiere una formación hecha de experiencia y estudio”.*<sup>19</sup>

Así mismo determinar el medio en el que se produce arquitectura tampoco es sencillo basta pensar que, *“Desde los inicios y a lo largo de la evolución de la arquitectura, la naturaleza ha actuado como modelo. De hecho, míticamente, la arquitectura se ha entendido como imitación de la naturaleza; durante miles de años, se conformó en estrecha relación con los condicionantes del medio natural de cada cultura”.*<sup>20</sup>

A la vez mencionar el concepto diseño en arquitectura tampoco es sencillo sin antes poseer un cúmulo de experiencias que para el arquitecto diseñador es necesario e imprescindible poseer; de acuerdo con diferentes autores (De Solá Morales, Ching, F., Brown, G.Z.,García Chávez, Fuentes Freixanet), la apreciación y observación del medio que lo rodea, es de suma importancia cuando se quiere hacer una arquitectura adaptada al contexto o que responda a las condicionantes del mismo.

El diseño es el producto de la forma, la cual es limitada por los diferentes elementos que la conforman, cuando incursionamos en otros ámbitos que pueden magnificarla, como por ejemplo: La energía. *“La forma arquitectónica puede condicionar el uso de la energía”.*<sup>21</sup> De esta manera la forma se convierte

---

<sup>18</sup> Ídem, Pág.13.

<sup>19</sup> De Solá Morales (2005): *Introducción a la arquitectura: Conceptos fundamentales*. Edit. Alfaomega, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

<sup>20</sup> Montaner, Josep María (2005): *Introducción a la arquitectura...* Edit. Alfaomega. U.P.C. Barcelona, España.

<sup>21</sup> Brown G.Z. (1994): *Sol, luz y viento: Estrategias para el diseño arquitectónico*. Editorial: Trillas, México, D.F.

en una herramienta más para demostrar cómo influye en el planteamiento del diseño que se pretende y sobre todo si se toma en cuenta a otro factor determinante como es la energía, por lo tanto ambos conceptos están íntimamente ligados al quehacer arquitectónico.

*"Entender el concepto energía es también entender los efectos de ésta en las decisiones de diseño para producir formas o espacios responsables con el medio ambiente puesto que el beneficio ambiental equivale al beneficio social".<sup>22</sup>*

Existen en el medio ambiente diferentes fuentes de energía pero se abordará tan solo a la energía eólica o energía del viento, por ser un factor sumamente amplio para definir y, cómo se interrelaciona con el factor diseño de la forma en la arquitectura como medios para generar el confort térmico en el interior de una vivienda.

Este trabajo pretende abordar de forma científica y práctica; retomando las ideas antes desarrolladas por otros autores como las que de ellas resulten, además pretende ser un complemento dirigido para apoyar a ese conocimiento comúnmente desarrollado de manera empírica y por medio de la observación a los arquitectos que se empeñan en desarrollar el saber arquitectónico del entorno de manera responsable, puesto que día con día enfrentamos esos vacíos de conocimiento o se dan soluciones a la ligera que después resultan en pérdidas tanto de las inversiones inmuebles como de nuestra imagen profesional, debido a la falta de buena ventilación del espacio que se habita.

Actualmente la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, en su situación urbana, ha sufrido varios cambios en su vertiginoso camino al desarrollo, estos cambios no solo han modificado de alguna forma, su entorno físico, sino al ambiental, dejando a la vivienda tradicional por la construcción tecnificada, elaborada con nuevos materiales. Creando con esto la falta de equilibrio entre los habitantes y el medio ambiente que los rodean, todo esto se origina, según información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), *"Debido al rápido crecimiento poblacional"*<sup>23</sup>, se han venido desarrollando aceleradamente nuevos complejos de vivienda de diferentes niveles económicos y sociales, *"respuesta al déficit en la demanda de las mismas"*<sup>24</sup>, sobre estos datos menciona el Instituto de Vivienda (INVI, 2006) *"El Instituto de Vivienda, viene ejecutando programas de inversión, mediante la participación de diversas fuentes de financiamiento, principalmente en el medio urbano"*<sup>25</sup> en los cuales es evidente a simple vista la falta de previsión y de visión del medio

<sup>22</sup> Ibidem, Pág.5.

<sup>23</sup> INEGI, Gobierno del Estado de Chiapas (2005): *"Segundo Censo"*. México.

<sup>24</sup> INVI Estatal, Gobierno del Estado de Chiapas (2007): *"La instauración del consejo para infraestructura del estado de Chiapas"*. México.

<sup>25</sup> INVI, Gobierno del Estado de Chiapas (2006): *"Paquete Hacendario"*. México.

que los rodea, particularmente del viento aplicado como estrategia proyectual a la vivienda para lograr una adecuada ventilación y por ende un desempeño térmico satisfactorio.

Por otra parte las diversas Leyes y reglamentos que poseemos para tomar en cuenta como medidas normativas en los parámetros de construcción en el estado son: "La ley general de planeación del estado de Chiapas", "La ley de fraccionamientos del estado", "El plan estatal de desarrollo del estado", "El reglamento de construcción para la Cd. De Tuxtla Gutiérrez"; en ellos no se contemplan, mucho menos tratan a fondo, el factor viento directamente aplicado a la vivienda dentro del entorno climático de la ciudad, por mencionar una referencia más cercana, el reglamento de construcción de la ciudad, menciona la existencia de normas complementarias para el manejo de la ventilación, pero realmente no describe nada sobre el tema. Sobre esto existen algunos estudios comprendidos dentro de las "*Normas técnicas complementarias del Reglamento de construcción para el D.F.*"<sup>26</sup>

Por lo tanto, es evidente la necesidad de abordar estudios científicos, debidamente planteados y comprobados, de la manera de como interactúa la variable viento en los edificios que aún no se construyen, refiriéndose en particular a la vivienda; para poder generar técnicas de diseño arquitectónico, así como tecnologías aplicables a estas técnicas; para coadyuvar en el desempeño de la función térmica de un espacio arquitectónico, en sinergia con las debidas, medidas prácticas, para el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales y preservación del medio ambiente local, sirvan a su vez estos ejercicios; como apoyo didáctico en la formación e información a los estudiosos interesados en el tema, logrando también ser de utilidad para el bienestar social de esta ciudad poseedora de múltiples beneficios ecológicos.

---

<sup>26</sup> *Normas técnicas complementarias del Reglamento de construcción para el D.F. (2004).*

## OBJETIVOS.

### ▪ **Objetivo General:**

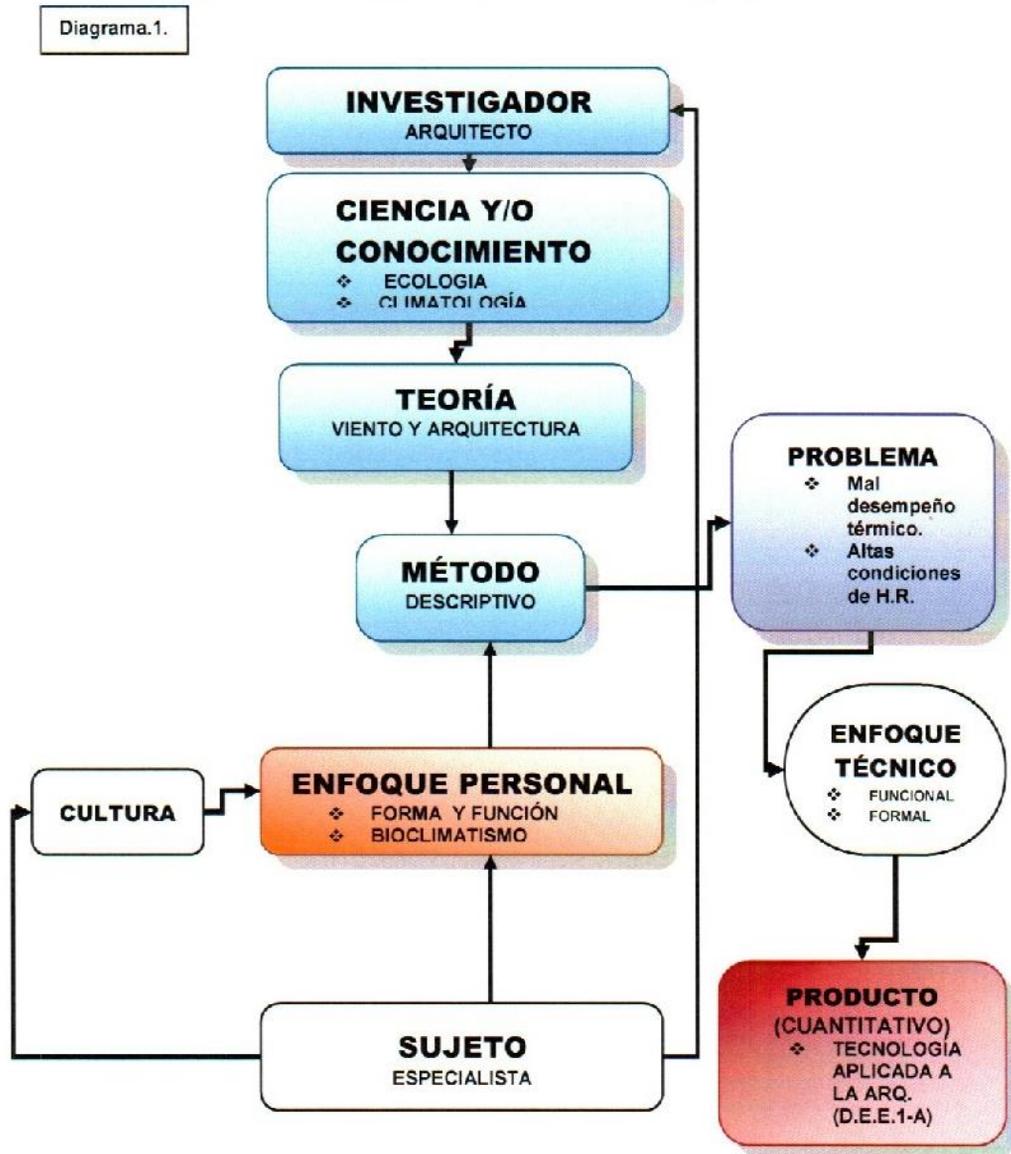
Comprobar la eficiencia, función y período de utilización, de la estrategia de "Enfriamiento Evaporativo", en las condiciones de un clima Cálido Semi-Húmedo.

### ▪ **Objetivos Particulares:**

- 1.- Conocer los factores del clima del contexto en estudio, particularmente el viento.
- 2.- Determinar el período climático y las horas en que las condiciones del viento (T y H.R) son favorables.
- 3.- Identificar los factores que intervienen y afectan el desempeño térmico de un espacio arquitectónico.
- 4.- Conocer las tecnologías de ventilación pasivas aplicadas a la arquitectura para el manejo del viento.
- 5.- Conocer el funcionamiento del mecanismo por enfriamiento evaporativo del viento; como método pasivo, identificándolo en un dispositivo.
- 6.- Diseñar y experimentar el dispositivo de ventilación E.E. en un espacio interior.
- 7.- Aplicar el dispositivo E.E. integrándolo a un proyecto arquitectónico.
- 8.- Utilizar como ejemplo de aplicación en cualquier espacio interior.

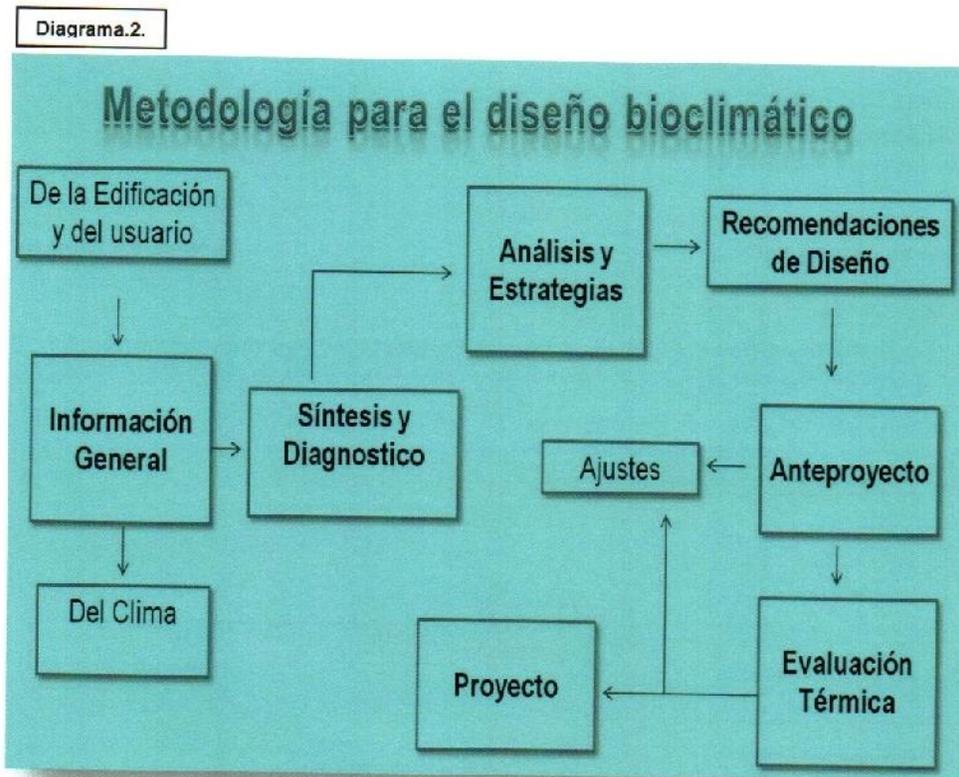
## METODOLOGÍA.

DIAGRAMA.1. DE APOYO PARA CONCEPTUALIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO BIOCLIMÁTICO.<sup>27</sup>  
(Antes de comparar con otras metodologías).



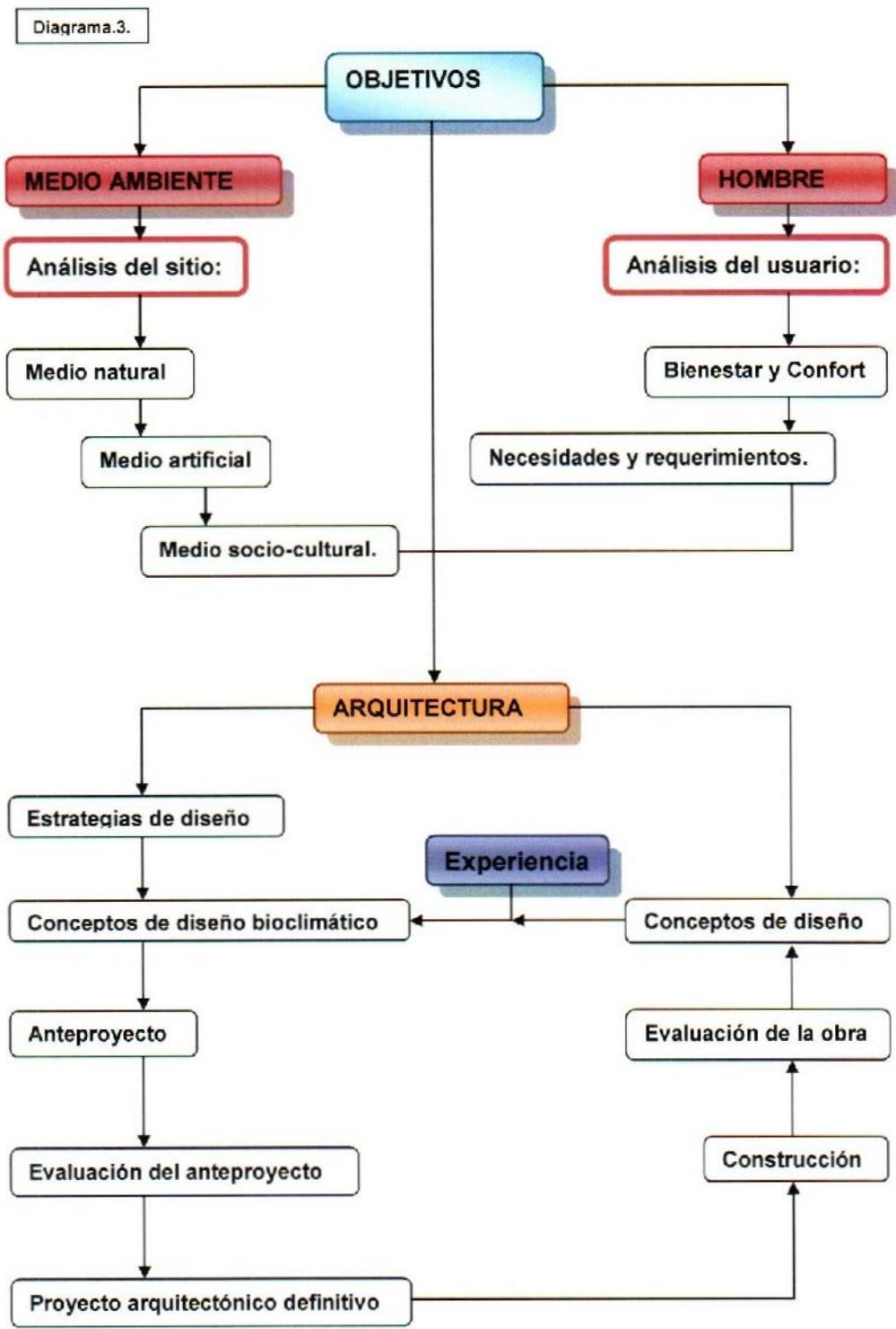
<sup>27</sup> La siguiente gráfica se elaboró en base a la Conceptualización realizada en clases, en el taller de la materia "Temas selectos de arquitectura y urbanismo", impartida por el catedrático: Mtro. Jorge Humberto Aguilar Arzate, Facultad de arquitectura. UNACH. Nov. 2007.

DIAGRAMA.2. CONCEPTUALIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO BIOCLIMÁTICO SEGÚN MORILLÓN, (2003).<sup>28</sup>



<sup>28</sup> Morillón Gálvez, David (2003): "*Comportamiento bioclimático en la arquitectura*". Instituto de Ingeniería de la UNAM, México, D.F.

DIAGRAMA.3. CONCEPTUALIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO BIOCLIMÁTICO SEGÚN FUENTES.<sup>29</sup>



<sup>29</sup> Fuentes Freixanet, Víctor A. (2002): "Metodología de diseño bioclimático: Estrategias de diseño bioclimático". Tesis Maestrante, UAM- Azcapotzalco, México D.F.

DIAGRAMA.4. COMPARANDO Y CONCEPTUALIZANDO AMBAS METODOLOGÍAS PARA EL DISEÑO BIOCLIMÁTICO.

Diagrama.4.



# **CAP.1.- EL CLIMA COMO CONTEXTO:**

---

1.1.- El clima y sus factores generales.

1.2.- Características generales del viento.

1.2.1.- Flujos de viento.

1.2.2.- Movimiento del viento.

1.2.2.1.- Dirección, velocidad, frecuencia y turbulencia.

1.2.2.2.- Propiedades higrotérmicas del viento: Humedad y Temperatura.

1.3.- Caracterización del clima de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

1.3.1.- El viento en la región.

1.3.1.1.- Registros de la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.) "Observatorio Los laguitos".

1.3.1.2.- Registros Estación "Terán- Aeropuerto", Base Aérea Militar (B.A.M.), de la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA).

1.3.1.3.- Registros Estación COCOVI, Facultad de Arquitectura, UN.A.CH.

## 1.- EL CLIMA COMO CONTEXTO.

### 1.1.- EL CLIMA Y SUS FACTORES GENERALES:

Identificar el clima como contexto dentro del desarrollo de la humanidad hace posible, detectar como el hombre desde su origen, posee diferentes niveles de adaptabilidad y capacidad para subsistir, en el mundo.

*“El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan a una zona geográfica”.<sup>1</sup>*

Dichas condiciones se repiten año con año, con ciertas variantes dependientes de otros factores; que suceden también año tras año, como son los eventos especiales de los fenómenos meteorológicos, estos fenómenos impactan directamente a diferentes regiones de los diferentes continentes del mundo.

*“Se aprecia también al clima como el comportamiento estadístico de las variaciones y combinaciones del estado del tiempo (fenómenos meteorológicos) durante un largo periodo, por varias décadas, su importancia radica en que constituye uno de los tres principales factores determinantes en el desarrollo de la civilización”.<sup>2</sup>*

Ahora bien, el clima posee, varios factores que lo conforman a su vez, es decir, la climatología comprende a numerosas variables meteorológicas pero siempre los elementos aparecen combinados y entonces se vuelve más difícil su valoración y determinación en cuanto a su importancia, relacionada con la interacción térmica; por esta razón y como menciona Olgyay (1998), los factores del clima más importantes a considerar, porque afectan directamente al confort humano son:

- Temperatura.
- Radiación.
- Efectos del viento.
- Lluvia.

---

<sup>1</sup> ----- (2000): *Diccionario Enciclopédico Espasa 2000*. Espasa Calpe, España.

<sup>2</sup> Huntintong, Ellworth (1927): *The Human Habitat*. D. Van Nostrand, Company, N. Y., 293 pp.

Rodríguez (2004), clasifica a "Los factores del clima como las condiciones físicas de una región en particular".<sup>3</sup> de los cuales los principales son:

- Latitud.
- Altitud.
- Relieve.
- Distribución de Tierra y Agua.
- Corrientes marinas.
- Modificaciones del entorno.

Mientras tanto clasifica a "Los elementos del clima como las propiedades físicas de la atmósfera".<sup>4</sup> Entre los cuales los más importantes son:

- Temperatura.
- Humedad.
- Precipitación.
- Viento.
- Presión atmosférica.
- Nubosidad.
- Radiación.
- Visibilidad.
- Fenómenos especiales.

Tales factores y elementos climáticos, en sinergia con otra ciencia como es la arquitectura dan paso hacia la adecuación de los "espacios climáticamente equilibrados".<sup>5</sup> de lo cual se hace mención en el capítulo No. 2 más adelante.

Así mismo, Víctor Olgyay, comenta; "Las soluciones arquitectónicas deben tener en cuenta el conjunto de todos estos factores para lograr un equilibrio climático del diseño bioclimático".<sup>6</sup>

Desde los estudios de Olgyay, surgen otros autores interesados en el tema quienes aplican estos fundamentos a su región y realizan variados estudios a su vez, originándose otros enfoques tal vez más precisos; Szokolay (1999), menciona como importantes "Parámetros de datos climáticos y ambientales".<sup>7</sup>, a las siguientes variables:

---

<sup>3</sup> Rodríguez Viqueira, Manuel (2004): *Introducción a la arquitectura bioclimática*. Editorial Limusa, México, 204 pp.14-16.

<sup>4</sup> Ídem, Pág. 17.

<sup>5</sup> Olgyay, Víctor (1998): *Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y Urbanista*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona.

<sup>6</sup> Ídem, Pag.32.

<sup>7</sup> Szokolay, Steven, Krishan, Arvind, Baker, Nick y Simos, Yanna (1999): *Climate Responsive Architecture: Design Handbook for Energy Efficient Buildings*. Editorial McGraw Hill.

- La radiación solar.
- Humedad del aire.
- Temperatura del aire.
- Viento.
- Precipitación.

Por lo tanto en base a estos datos, ubicando los más disponibles a nuestro alcance, se determina el clima de nuestra región, en este caso, el estudio en cuestión está enfocado puntualmente, en dos de los factores de los cuales está conformado, como son:

### SOL- VIENTO

Por tanto el bioclima es la asociación de estos elementos meteorológicos de un lugar y que influyen en la sensación de bienestar higrotérmico del ser humano. Estos elementos son principalmente "*temperatura del aire*" (*bulbo seco*), "*humedad*" (*relativa, específica, absoluta o presión de vapor*), radiación solar (duración, cantidad de flujo o irradiancia y calidad), viento (dirección, velocidad y frecuencia) y temperatura de radiación (la del entorno físico interior).

Al referir al clima como un todo; en cuanto al entorno de ubicación de la (persona-ambiente), dentro de un determinado e importante medio lleno de variables, en el planteamiento del estudio en cuestión. Este nos proveerá de una serie de lineamientos a seguir desde un principio dentro del proyecto, siendo luego entonces, un determinante muy importante en el diseño del objeto arquitectónico.

El elemento **viento**, es un factor número uno, en esta investigación, desde el nivel regional hasta abarcar un área específica aproximada de referencia, al poniente de la ciudad, cabe el ejemplo del experimento, inmerso en el microclima aproximadamente localizado.

## 1.2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL VIENTO:

Según la Organización Meteorológica Mundial (O.M.M (1996), para cuestiones meteorológicas se considera el viento como: "Una cantidad vectorial de dos dimensiones establecidas por los números que representan su velocidad y dirección en un tiempo dado".<sup>8</sup>

El viento es el aire en movimiento y se relaciona de acuerdo a la superficie de la tierra, la topografía del suelo juega entonces un papel muy importante en el desarrollo y flujo del viento. "Cuatro fuerzas básicas".<sup>9</sup> son el resultado del movimiento del viento estas son:

- Fuerza de gradiente de presión.
- Fuerza de coriolis.
- Fuerza centrífuga.
- Fuerza de presión.

Según García y Fuentes (1995); los vientos pueden dividirse en tres tipos:

Tabla.1.

CARACTERÍSTICAS GENERALES Y TIPOS DE VIENTOS.		
TIPOS DE VIENTOS:	CARACTERÍSTICAS:	UBICACIÓN:
▪ VIENTOS GENERALES:		
▪ VIENTOS LOCALES:	Son los vientos que se dan según el patrón regional, natural de cada lugar o "cinturones de viento". <sup>10</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calmas ecuatoriales.</li> <li>- Vientos alisios.</li> <li>- Calmas tropicales.</li> <li>- Predominantes del Oeste.</li> <li>- Zona de frente polar.</li> <li>- Predominantes del Este polar.</li> </ul>
▪ VIENTOS CONVECTIVOS:		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los vientos del valle.</li> <li>- Los vientos de ladera.</li> <li>- Las brisas de mar.</li> <li>- Las brisas de tierra.</li> </ul>

<sup>8</sup> Organización Mundial de Meteorología, (1996): "Guía de instrumentos y métodos de observación Meteorológica", Cap.5.1.1. 6ª. Edición.

<sup>9</sup> García Chávez, José Roberto y Fuentes Freixanct, Víctor (2005): *Viento y Arquitectura. El viento como factor de diseño arquitectónico*. Editorial Trillas, México, D.F. pp. 24.

<sup>10</sup> Hayas Barrú, Antonio (2003): *Iniciación a la meteorología: Física y Dinámica*. Editorial Jaén: A. Hayas, España.

Otro autor sintetiza los movimientos del viento, sin restarle su importancia en la ventilación pasiva; Rodríguez Viqueira (2004), analiza los vientos, de la siguiente manera:

Tabla.2.

<b>CARACTERÍSTICAS Y TIPOS DE VIENTOS.</b>		
<b>TIPOS DE VIENTOS:</b>	<b>CARACTERÍSTICAS:</b>	<b>UBICACIÓN:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>VIENTOS GENERALES:</b></li> </ul>	Son los <b>VIENTOS ALISIOS</b> , que	Se originan de manera natural y giran alrededor de la tierra, en diferentes y contrarias direcciones, unas de otras.
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>VIENTOS LOCALES.</b></li> </ul>	Son los <b>VIENTOS CONVECTIVOS.</b>	

A continuación se analiza la clasificación de los vientos desde el enfoque de Rodríguez (2004), para un clima cálido sub-húmedo, en esta investigación, ubicando a los vientos dominantes existentes, según el compendio de datos proporcionados por la Rosa de los vientos de las "Cartas Climáticas Regionales" (Cap.1.3.1. Pág.62 y Anexos), así como los derivados de reportes de diferentes estaciones meteorológicas, (Ver mapa de localización de estaciones meteorológicas consultadas en Cap.1.3.1. Pág.57) ubicadas en puntos claves donde convergen los vientos dominantes de la ciudad.

### 1.2.1.- FLUJOS DE VIENTO.

Analizar la dirección de los vientos locales de la entidad nos llevará a tener como resultado la manera de cómo fluye el viento en la localidad, siempre tomando en cuenta otros fenómenos o variables que pueden afectarlo.

En todas las ciudades se produce una alteración en la calidad de la ventilación, no dependiente de los vientos, ni del clima, Este fenómeno es denominado "*Domo Térmico*".<sup>11</sup> Este patrón de modificación de vientos generales se debe en gran parte a la contaminación originada al alto flujo

<sup>11</sup> Ídem, Pág.30.

vehicular de la ciudad, textura y orientación de superficies expuestas a la radiación solar y otros niveles de contaminación.

En cuanto a los flujos de viento a donde va dirigida esta investigación, se aprecia el origen de varios patrones localizables o también algunos propios de las ciudades en vías de desarrollo, la característica antes mencionada entre otras, afecta al entorno de estudio, pues actualmente, también cuenta con un elevado rango de contaminación, a esto se suma además, la originada por la roza-tumba-quema anual, por la costumbre de la siembra, aún realizada en los lugares aledaños a la ciudad.

### 1.2.2.- MOVIMIENTOS DEL VIENTO.

El viento es dinámico porque siempre está en movimiento, esto es debido a que la tierra está en movimiento, si la tierra no rotara entonces el viento no existiría.

*"Los patrones de circulación del viento en el planeta son el resultado combinado de los flujos convectivos, con el efecto de rotación terrestre".<sup>12</sup>*

Muchas de las funciones de la vida no ocurrirían, la existencia del viento sólo se da en una delgada capa de la atmosfera terrestre, y posee unas características y cualidades que hacen posible su medición tanto cuantitativa como cualitativamente.

Las principales características del viento que se deben considerar en cualquier estudio de viento son las siguientes:

Tabla.3.

CARACTERÍSTICAS DEL VIENTO:	
Dirección.	Turbulencia.
Velocidad.	Temperatura.
Frecuencia.	Humedad.

A continuación se explican más detalladamente estas características, que en adelante se consideran como variables muy importantes para determinar y aplicar diferentes funciones atribuidas al viento.

<sup>12</sup> Rodríguez Viqueira, Manuel (2004): *Introducción a la arquitectura bioclimática*. Editorial Limusa, México, pp.103.

### 1.2.2.1.- DIRECCIÓN, VELOCIDAD, FRECUENCIA, Y TURBULENCIA.

El viento posee parámetros cuantitativos y a la vez cualitativos, usualmente la dirección, velocidad y frecuencia son parámetros expresados en términos cuantitativos es decir medibles, mientras que la turbulencia y ráfaga generalmente se expresan en términos cualitativos.

#### DIRECCIÓN:

*"La dirección del viento desde un punto geográfico dado es la dirección de desplazamiento horizontal del aire. En términos de meteorología se define la dirección del viento como la dirección desde donde viene el viento".*<sup>13</sup>

*"El viento define su procedencia".*<sup>14</sup> Esta característica se refiere a la dirección de donde proviene el viento, no a donde se dirige. Se mide por medio de las veletas o anemoscopios. La manera de detectar su frecuencia es por medio de la rosa de los vientos, utilizada desde tiempos remotos para la navegación, determina la dirección de donde proviene el viento, de esta manera *"Puede ser desde los diferentes puntos cardinales, sus divisiones y subdivisiones".*<sup>15</sup> nunca será un solo punto, siempre es una combinación de dos o más puntos diferentes, además siempre estará afectado por diferentes fenómenos, capaces de modificarlo en su frecuencia y velocidad.

*"La dirección del viento se define como variable (V), cuando no puede definirse su procedencia y calma (C), cuando está ausente".*<sup>16</sup>

Según datos proporcionados por el Instituto de Protección Civil (2009), la rosa de los vientos se aplica en la determinación de la procedencia de los vientos. De tal manera que:

*"Se llama dirección del viento el punto del horizonte de donde viene o sopla. Para distinguir uno de otro se les aplica el nombre de los principales rumbos de la brújula, según la conocida rosa de los vientos. Los cuatro puntos principales, corresponden a los cardinales: Norte (N), Sur (S), Este (E) y Oeste (W)".*<sup>17</sup>

<sup>13</sup> Organización Mundial de Meteorología, "Guía de instrumentos y métodos de observación Meteorológica". 6ª. Ed., 1996.

<sup>14</sup> Fuentes Freixanel, Víctor y Rodríguez Viqueira, Manuel (2004): *Ventilación Natural Cálculos Básicos para Arquitectura*. UAM-Azcapotzalco, México, D.F., pp.13.

<sup>15</sup> Ídem.

<sup>16</sup> Ídem, Pag.14.

<sup>17</sup> Protección Civil del Estado (2008): *Departamento de Hidrometeorología*. Terán. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

“Se consideran hasta 32 entre estos y los intermedios aunque los primordiales y más usados son los siguientes con su equivalencia en grados del Azimut”.<sup>18</sup>

Tabla.4.

DIRECCIONES O PROCEDENCIAS DEL VIENTO.					
SIGLAS	DIRECCION	GRADOS.	SIGLAS	DIRECCION	GRADOS.
NE	Noreste	45,00°	SW	Suroeste	225,00°
ENE	Este Noreste	67,50°	WSW	Oeste Suroeste	247,50°
E	Este	90,00°	W	Oeste	270,00°
ESE	Este Sureste	112,50°	WNW	Oeste Noroeste	292,50°
SE	Sureste	135,00°	NW	Noroeste	315,00°
SSE	Sur Sureste	157,00°	NNW	Norte Noroeste.	337,50°
S	Sur	180,00°	N	Norte	360,00°
SSW	Sur Suroeste	202,50°			
NNE	Norte Noreste	22,50°			

Figura.1.

Rosa de los vientos



<sup>18</sup> Meléndez Mcza, Raúl Enrique (2009): *Manual Meteorológico 2009*. Instituto de Protección Civil, para el manejo integral de riesgos de desastres del estado de Chiapas, Chiapas, México.

## ROSA DE LOS VIENTOS.

Según datos de el diccionario náutico; una rosa de los vientos o rosa náutica, es un círculo que tiene marcados alrededor los rumbos en que se divide la vuelta del horizonte. En las cartas náuticas se representa por 32 rumbos unidos por un extremo mientras el otro señala el rumbo sobre el círculo del horizonte. Sobre el mismo se sitúa la flor de lis que con la que suelen representar el norte que se documenta a partir del siglo XVI.

También puede ser un diagrama que representa la intensidad media del viento en diferentes sectores en los que divide el círculo del horizonte.

### Divisiones:

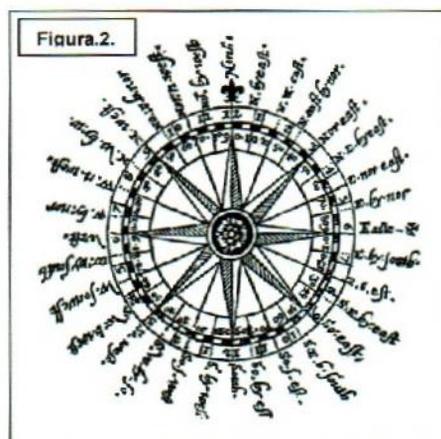


Fig.2. Rosa de los vientos del libro "The Seaman's Secrets" de John Davis (Londres, 1607).

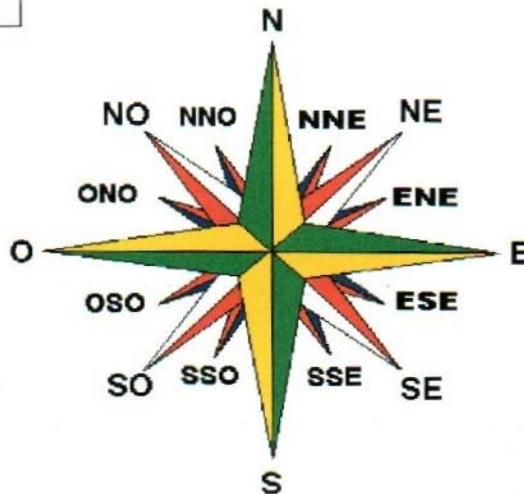
"Las orientaciones fundamentales de la rosa de los vientos son cuatro: Norte, Sur, Este y Oeste, a partir de éstos el horizonte queda dividido en cuatro partes de  $90^\circ$  cada una. La línea que une norte y sur se llama meridiana o línea norte-sur, mientras que la que une los otros puntos se llama línea este-oeste. De las bisectrices de cada uno de los ángulos rectos formados por las líneas meridiana y este-oeste resultan ocho nuevas orientaciones o rumbos llamados laterales que son: noreste, sureste, suroeste y noroeste. Si volvemos a dividir los rumbos laterales y los principales tendremos ocho nuevos rumbos llamados colaterales que son: nor-noreste, este-noreste, este-sureste, sur-sureste, sur-suroeste, oeste-suroeste, oeste-noroeste y norte-noroeste. En general la rosa de los vientos es representada con las anteriores orientaciones, sin embargo nuevos rumbos pueden señalarse con el mismo procedimiento, pero por lo general se emplean a partir de las divisiones señaladas, los ángulos, partiendo del Norte ( $0^\circ$ ) con dirección positiva siguiendo las manecillas de reloj, es decir hacia el Este".<sup>19</sup>

<sup>19</sup> <http://www.diccionario-nautico.com.ar/img/rosa-de-los-vientos-1607.jpg>

Tabla.5.

TABLA DE DIRECCIONES DE LA ROSA DE LOS VIENTOS.			
1	NNE	Norte Noreste	22.50°
2	NE	Noreste	45.00°
3	ENE	Este Noreste	67.50°
4	E	Este	90.00°
5	ESE	Este Sudeste	112.50°
6	SE	Sudeste	135.00°
7	SSE	Sur Sudeste	157.00°
8	S	Sur	180.00°
9	SSO	Sur Sudoestes	202.50°
10	SO	Sudoeste	225.00°
11	OSO	Oeste Sudoeste	247.50°
12	O	Oeste	270.00°
13	ONO	Oeste Noroeste	292.50°
14	NO	Noroeste	315.00°
15	NNO	Norte Noroeste	337.50°
16	N	Norte	360.00°

Figura.3.



## VELOCIDAD:

Inicialmente, el hombre estimaba la velocidad del viento, por los efectos que producía sobre las cosas o sobre los objetos cotidianos que están al aire libre. En este contexto recordemos entonces la "escala de Beaufort" (1806), aún utilizable en algunos casos.

Para la O.M.M. (1996), se distinguen en la velocidad del viento las siguientes variables:

- **La velocidad del viento:** "Es la velocidad horizontal del aire en metros por segundos".
- **El promedio de la velocidad del viento:** "Es el promedio de la velocidad horizontal de los paquetes de aire pasando un punto geográfico dado, durante un período previamente definido".
- **La velocidad de ráfaga de viento máxima:** "Es la velocidad máxima de viento en un período de tiempo dado".<sup>20</sup>

Actualmente y según Hayas (2003), "La fuerza o intensidad se suele evaluar de dos maneras diferentes: por su velocidad, expresada en m/s, en el sistema internacional de unidades, o bien en Km/h o en Nudos; esta última unidad es la más utilizada en meteorología".<sup>21</sup>

Rodríguez Viqueira (2001), define a la velocidad del viento de la siguiente manera; "La velocidad del viento es la distancia recorrida por el flujo de viento en una unidad de tiempo".<sup>22</sup>

En general estas unidades de viento son Km/h o m/seg. La velocidad del viento se mide con un **anemómetro**. Pero es de suma importancia observar su comportamiento, pues es muy fácil que se vuelva turbulento.

Mientras Fuentes (2004), analiza convenientemente, las velocidades y determina la velocidad media, haciendo una "distribución de frecuencias por rangos de velocidad".<sup>23</sup>

---

<sup>20</sup> Organización Mundial de Meteorología, "Guía de instrumentos y métodos de observación Meteorológica". 6ª. Ed., 1996.

<sup>21</sup> Hayas Barrú, Antonio (2003): *Iniciación a la meteorología: Física y Dinámica*. Editorial Jaén: A. Hayas, España.

<sup>22</sup> Rodríguez Viqueira, Manuel (2004): *Introducción a la arquitectura bioclimática*. Editorial Limusa, México, pp.20.

<sup>23</sup> Fuentes Freixanet, Víctor y Rodríguez Viqueira, Manuel (2004): *Ventilación Natural: Cálculos Básicos para Arquitectura*. UAM-Azcapotzalco, México, D.F.

## Diferentes tipos de anemómetros:

Existen distintos tipos de anemómetros, los hay desde los más sencillos; como los de copas o molinetes, de hélice, de presión, hasta los digitalizados o de láser. En los observatorios meteorológicos, generalmente cuentan con un aparato anemocinemógrafo, este aparato mide y grafica las direcciones y las velocidades del viento. Dicha medición se realiza a una altura de entre 4 y 10 metros de altura, la norma internacional es de 10 metros de altura.

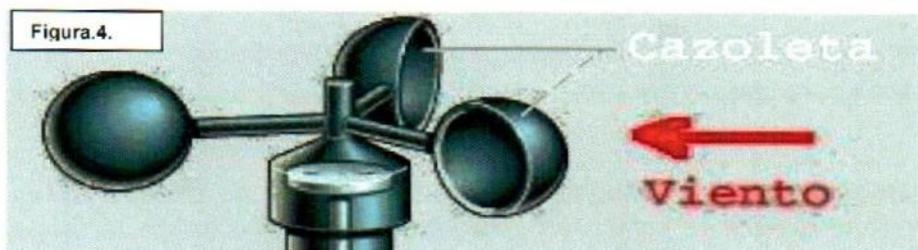


Fig.4. Figura de anemómetro de hélice de cazoleta, el más comúnmente conocido.

En las siguientes figuras podemos apreciar los diferentes y más comunes tipos de anemómetros de hélice, los anemómetros de hélice, son más utilizados por su simplicidad y suficiente exactitud para la mayor parte de las necesidades de medición, así como por la relativa facilidad de permitir la medición a distancia.

El diseño de hélice más común es la hélice de cazoleta, debido a que no es necesario mecanismo alguno, para orientar la hélice al viento y su construcción puede ser robusta para soportar grandes velocidades del viento.

La resistencia de la cazoleta es diferente en la parte cóncava y convexa, ahí recibe un empuje mayor en una dirección y la hélice rotará a mayor o menor velocidad, en proporción a la velocidad del viento.

Figura.5.



Fig.5. Anemómetro, electrónico.

Figura.6.



Fig. 6. Anemómetro, de fabricación casera.

## **FRECUENCIA:**

Según Fuentes (2004), *"La frecuencia determinará la dirección dominante del viento, refiriéndonos al mayor número de veces registrado, las frecuencias determinan la variabilidad de la dirección del viento, los rangos probables de donde proviene y posibles variaciones horarias, o de cada estación. Este dato es importante para poder graficar la rosa de los vientos"*.<sup>24</sup>

Es decir, para ordenar todas las lecturas efectuadas y poder precisar la dirección dominante, es necesario, contar con la frecuencia de lecturas tomadas para cada orientación.

Mientras tanto para Rodríguez (2004), *"La frecuencia es el porcentaje en que se presentó el viento de cada una de las orientaciones. Al sumar las frecuencias de todas las direcciones más los porcentajes de calma deberemos de obtener un 100%"*.<sup>25</sup>

## **TURBULENCIAS:**

Es importante entonces precisar, que la turbulencia es una característica del viento expresada en términos cualitativos o relativos.

Pueden ser de dos tipos:

- **Turbulencia térmica:** Asociada con la inestabilidad y actividad convectiva.
- **Turbulencia mecánica:** Determinada con la rugosidad y forma de la superficie.

Ambas características de viento ocurren juntas y la formación de remolinos es también una característica común entre los dos tipos de turbulencias.

---

<sup>24</sup> Ídem, Pag.14.

<sup>25</sup> Rodríguez Viqueira, Manuel (2004): *Introducción a la arquitectura bioclimática*. Editorial: Limusa. México, pp.20.

### 1.2.2.2.- PROPIEDADES HIGROTÉRMICAS DEL VIENTO: TEMPERATURA Y HUMEDAD.

La temperatura y humedad del viento son factores que influyen directamente sobre el confort térmico de un espacio determinado, siempre interrelacionado con los factores humanos, así según los estudios en el tema; la temperatura y humedad del viento se valoran en cuanto a una determinación específica, estos términos estudiados más afondo por Givoni (1969); relaciona los factores higrotérmicos del viento: La temperatura y humedad, como a los responsables del confort de un espacio arquitectónico, los factores del viento son tomados en cuenta para todo tipo de diseño bioclimático, así apreciamos los estudios realizados por diferentes autores entre ellos: Aulisiums y Szokolay, (1982) y un poco más enfocado a nuestro tipo de clima apreciamos los reconocidos estudios de Gonzales (1997) y García Chávez (2005). Así mismo, para dar una idea más precisa sobre los conceptos y según los especialistas nos referimos a los términos derivados de los mismos, como a continuación se indica.

**TEMPERATURA:** Según Tippens (2001), *"La temperatura es la propiedad fundamental que determina si los objetos estarán en equilibrio térmico con respecto a otros cuerpos"*.<sup>26</sup>

Pero también determina que en el interior de los cuerpos (moléculas) se desarrollan ciertas energías; de tal forma que son responsables también en el equilibrio térmico de un cuerpo u objeto.

*"La energía potencial como la cinética están asociadas con el movimiento molecular"*.<sup>27</sup>

Esta energía es la llamada energía térmica y explica; *"La energía térmica representa la energía interna total de un objeto: la suma de sus energías moleculares, potencial y cinética"*.<sup>28</sup>

De este modo; las moléculas que posee un determinado cuerpo o sustancia en movimiento, (energía cinética) *"La energía cinética es la energía que tiene un cuerpo en virtud de su movimiento"*<sup>29</sup>, son las que hacen que sea posible determinar una temperatura, de esta forma; *"La temperatura se refiere al nivel térmico de un cuerpo o sustancia y se mide por medio de termómetros"*.<sup>30</sup>

---

<sup>26</sup> Tippens, Paul E. (2001): *Física, Conceptos y Aplicaciones*. Ed. McGraw-Hill, México, D.F.

<sup>27</sup> Ídem, Pág. 361.

<sup>28</sup> Ídem, Pág. 361.

<sup>29</sup> Ídem, Pág. 176.

<sup>30</sup> ----- (1999): *Gran Diccionario Enciclopédico Visual*. Editorial Océano, Barcelona, España, pp. 3354.

Según Kelvin (1848), el creador de la escala termodinámica y descubridor de la temperatura absoluta,  $T = t$  absoluta (Sitúa al cero en los  $-273^{\circ}\text{C}$ ) quien a su vez trabajó en conjunto con Joules (1852) y crearon la "Ley cero de la termodinámica", explicando mejor el concepto temperatura y abriendo paso a diversas investigaciones sobre la temperatura de los cuerpos en sus diferentes estados físicos.

En lo que respecta al aire siendo uno de los elementos que forman el clima de un determinado lugar; se mide en cuanto a sus características; pues es un determinante en las soluciones para enfrentar los problemas térmicos de un espacio abierto o cerrado, entre otras cosas.

De esta manera la llamada temperatura del aire, suelen ser moléculas en movimiento, que a su vez suelen ser calentadas por la radiación que el sol, ha depositado en las superficies de la tierra y que el viento o sea el aire en movimiento, capta de estas, dando como resultado a una de sus dos principales propiedades, diversos autores sugieren la obtención de diferentes temperaturas del aire, entre las que destacan, la temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo, entre otras.

Según Mondelo (2007), el fenómeno térmico se estudia desde cuatro factores principales que componen y caracterizan el "Ambiente térmico"<sup>31</sup>, directamente interrelacionados con el calor metabólico y la vestimenta, estos son:

- Temperatura del aire.
- Temperatura radiante media.
- Velocidad del aire.
- Humedad.

La temperatura del aire varía dependiendo el factor térmico que se estudia para dar un ejemplo, describe diferentes unidades de mediciones de la temperatura del aire, según sea el caso necesario.

Los instrumentos de mediciones para la temperatura del aire pueden ser de diferentes tipos: Líquidos, de resistencia, termoeléctricos y termistores.

### **Magnitudes y unidades de los factores del ambiente térmico:**

**Temperatura:** Todas en grados Celsius, ( $^{\circ}\text{C}$ ).

- **Del Aire:** ( $t_a$ ) o seca ( $t_s$ ) o de bulbo seco ( $t_{bs}$ )
- **Húmeda:** ( $t_h$ ) o de bulbo húmedo ( $t_{bh}$ )

---

<sup>31</sup> Mondelo, Pedro, Gregori Torada, Enrique, Comas Úriz, Santiago, Castejón Vilella, Emilio y Bartolomé Lacambra, Esther (2007): *Ergonomía 2: Confort y estrés térmico*. Editorial Mutua Universal, Barcelona, pp. 37.

- De globo: ( $t_g$ )
- Radiante media: (TRM)
- Del aire natural: ( $t_{an}$ )
- De bulbo húmedo natural: ( $t_{bhn}$ )
- Temperatura operativa: ( $t_o$ )

#### HUMEDAD:

El aire de nuestra atmósfera está compuesto en su mayor parte de nitrógeno y oxígeno, con pequeñas cantidades de vapor de agua y otros gases.

Tippens (2001), se refiere igualmente a "La humedad absoluta, como la masa de agua por unidad de volumen de aire".<sup>32</sup>

A lo que expone un método más útil para expresar el contenido de vapor de agua en el aire y consiste en comparar la presión de vapor real a una determinada temperatura, con la presión de vapor saturado a esa misma temperatura. La adición de más moléculas de vapor tan solo da por resultado una cantidad igual de condensación. De esta manera define a la humedad relativa como:

*"La razón de la presión real de vapor del aire con respecto a la presión de vapor saturada a esa temperatura".*<sup>33</sup>

La humedad relativa se expresa generalmente como un porcentaje. Por su parte Mondelo (2007), define a la humedad absoluta (HA) como:

*"La cantidad de vapor de agua contenida en un volumen determinado de aire".*<sup>34</sup>

Se acostumbra a medir en  $\text{Kg/m}^3$ , mientras que la humedad relativa (HR) la expresa como:

*"La relación porcentual entre la expresión de vapor de agua existente con respecto a la máxima posible para la temperatura del aire existente".*<sup>35</sup>

Kerslake (1972), determinó la siguiente ecuación para determinar la humedad absoluta:

$$HA = 0.217 p_a / (t_a + 273)$$

<sup>32</sup> Tippens, Paul E., (2001): *Física, Conceptos y Aplicaciones*. Editorial McGraw-Hill, México, D.F.

<sup>33</sup> Ídem, Pág. 436.

<sup>34</sup> Mondelo, Pedro, Gregori Torada, Enrique, Comas Úriz, Santiago, Castejón Vilella, Emilio y Bartolomé Lacambra, Esther, (2007): *Ergonomía 2: Confort y estrés térmico*. Editorial Mutua Universal, Barcelona.

<sup>35</sup> Ídem, Pág. 41.

Siendo:

HA: humedad absoluta ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ )

$p_a$ : presión parcial del vapor de agua en el aire (hPa)

$t_a$ : Temperatura del aire ( $^{\circ}\text{C}$ )

Mientras que mediante la ecuación de Antoine se puede determinar la humedad relativa:

$$\text{HR} = (p_a/p_{sa}) 100 (\%)$$

Las mediciones de la humedad del aire se realiza mediante un aparato llamado higrómetro, estos pueden ser de: Condensación, variación de la conductividad eléctrica o de absorción.

### **Magnitudes y unidades de los factores del ambiente térmico:**

#### **Humedad del aire:**

- **Humedad relativa:** (HR) %
- **Humedad absoluta:** (HA)  $\text{Kg}/\text{Kg}$  de aire seco, o en  $\text{Kg}/\text{m}^3$
  
- **Presión parcial del vapor de agua:** ( $p_a$ ) kPa y hPa, según sea el caso.
- **Presión del vapor de agua saturado, a 1 at (1013 hPa), a la temperatura del aire:** ( $p_{sa}$ ) hPa.
- **Presión del vapor de agua saturado, a 1 at (1013 hPa), a la temperatura de bulbo húmedo:** ( $p_{sabh}$ ) hPa.
- **Presión parcial del vapor de agua en la piel, a la temperatura de la piel:** ( $p_{sap}$ ) hPa.

### 1.3.- CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA DE LA CIUDAD DE TUXTLA GUTIÉRREZ.

La Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, ubicada en el centro del Estado de Chiapas, forma parte de la región fisiográfica llamada "*Depresión Central*"<sup>36</sup>.

*"La Depresión Central, es baja y hundida entre montañas, con una gran variedad de formas topográficas, que incluyen serranías, cerros aislados, mesas, llanos y cañadas".*<sup>37</sup>

*"Forma parte de la región socio-económica Centro"*<sup>38</sup>, y comprende 22 municipios que cubren una superficie de 1.3 millones de hectáreas, es la segunda más extensa de Chiapas, entre ellos ubicamos el municipio de Tuxtla Gutiérrez, quien se encuentra colindante con los municipios de San Fernando al Norponiente, al Norte con el Cañón del Sumidero, al Oriente con Chiapa de Corzo, al Sur, con Copoya y al Poniente con Berriozabal.

Cada municipio circundante con la ciudad posee; diferente altitud con respecto al municipio de Tuxtla, por lo mismo se aprecia en las normales climatológicas diferentes y muy variados microclimas, a solo unos cuantos Km. de distancia de la ciudad capital.

*"Tuxtla Gutiérrez con una altitud de 570 M.S.N.M. (Metros sobre el nivel del mar), ubicada en la Latitud Norte 16.75, es poseedora de un clima muy estable, considerado en el rango de Cálido subhúmedo, con lluvias en verano".*<sup>39</sup>

Todo el estado es barrido por los vientos alisios, amortiguados en el norte de la entidad, así como en la Vertiente Pacífica de la Sierra Madre.

Su temperatura promedio máxima anual oscila entre los 32 y 33°C, en donde las altas temperaturas también se asocia a fenómenos aislados, llegando a alcanzar casi los 40°C, sobre todo en verano, cuando se acercan las primeras lluvias de la temporada.

---

<sup>36</sup> Anuario estadístico del estado de Chiapas, Edición 1994, Pag.18,19

<sup>37</sup> Plan Estatal de Desarrollo Urbano (2000): *Fisiografía, Gobierno del Estado de Chiapas 2000.* Chiapas, México Pag.20

<sup>38</sup> Idem, Pag.145

<sup>39</sup> Idem, Pag.18, 146.

En contraste en la temporada de otoño e invierno la temperatura desciende considerablemente, motivo de los fenómenos atmosféricos de los "frentes fríos, provenientes del Polo Norte".<sup>40</sup>

Tabla No. 6.- Datos obtenidos de las Normales Climatológicas del Sistema Meteorológico Nacional, Comisión Nacional del Agua. C.N.A. 1981-2000.

Tabla.6.

<b>DATOS CLIMATOLÓGICOS</b>	<b>Tuxtla Gutiérrez</b>
LATITUD N	16.75
LONGITUD W	93.13
ALTITUD (m.s.n.m)	570
TEMP. PROMEDIO DE MAXIMA ANUAL (°C)	32.1
TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	25.7
TEMP. PROMEDIO DE MINIMA ANUAL (°C)	19.4
TOTAL HORAS DE INSOLACIÓN ANUAL	1887
HUMEDAD RELATIVA MEDIA ANUAL (%)	65
PRESIÓN MEDIA ANUAL	951.3
PRECIPITACIÓN MAXIMA DEL MES EN 24 HRS. (mm)	104.6

<sup>40</sup> C.N.A. Servicio Meteorológico, Boletines. 2008.

### 1.3.1- EL VIENTO EN LA REGIÓN.

Para poder establecer unos datos más precisos y reales en cuanto a la climatología existente en el lugar con respecto a la variable viento, se trató de abarcar en la medida posible, parámetros cualitativos y cuantitativos, identificables en la ciudad, en sí, "El viento, es uno de los parámetros más difíciles de cuantificar, por los cambios tan abruptos de los que es capaz, en un corto periodo de tiempo"<sup>41</sup>, además posee cualidades también muy fáciles de modificar en un solo lugar, lo mismo originando altas o bajas presiones en un solo sitio y aún más puntualmente cuando se trata de establecer un microclima existente, no es fácil ubicar o catalogar también a esta variable.

Por lo mismo en la etapa de investigación en la formación del estado del arte, se obtuvo información precisa, para poder establecer un determinado tipo de microclima de la zona, a donde se pretendían llevar a cabo los experimentos para poder también así mismo, definir los alcances del mismo, adaptando el diseño posteriormente, a manera de unidad de experimentación, analizando su implantación a manera teórica, a un prototipo arquitectónico, inmerso dentro del rango urbanístico en la ciudad, en este caso; se pretende poder adaptarlo a la vivienda. Apoyando así el paso de lo teórico a lo práctico. (Ver capítulo 6).

En la ciudad capital del estado se dejan sentir los vientos dominantes primarios, del lado Norte-Poniente, son los vientos de mayor intensidad. Las velocidades normales se registran en un rango de entre 30 y 40 Km/Hr.

*"Los fenómenos aislados o eventos especiales han registrado velocidades de entre 80 a 100 Km/ Hr. siendo el resultados de los frentes fríos".<sup>42</sup>*

Mientras tanto se analizan los principales vientos localizables en el Valle de Tuxtla, según la bibliografía de García, Fuentes y Rodríguez (2005), se reconocen dos tipos más comunes; (Vientos del Valle y Vientos de Ladera), ambos interrelacionados, dan lugar a un patrón de circulación de: "vientos convectivos"<sup>43</sup>.

---

<sup>41</sup> Meléndez Meza, Raúl Enrique (2009): *Manual Meteorológico 2009*. Instituto de Protección Civil, para el manejo integral de riesgos de desastres del estado de Chiapas, Chiapas, México.

<sup>42</sup> Protección Civil del Estado (2008): *Departamento de Hidrometeorología*. Terán, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

<sup>43</sup> Rodríguez Viqueira, Manuel (2004): *Introducción a la arquitectura bioclimática*. Editorial Limusa, México, Pág.104.

Existen otros patrones de circulación de viento para la región de Tuxtla Gutiérrez siendo el resultado diferentes flujos de viento; provenientes de los cuatro lados de la ciudad, de esta manera y según los datos obtenidos en diferentes observatorios meteorológicos de la ciudad; tenemos como resultado:

*"Los principales vientos dominantes al NNW (Nor-noroeste) y vientos predominantes secundarios provenientes de diferentes puntos de la ciudad, muy dependientes del curso de los meses, al NE (Nor-este), y desde el SSE (Sur-sur-este); según la estación del año"*<sup>44</sup>. (Consultar la rosa de los vientos para la ciudad, en el capítulo 1.3, fotos y anexos 1 y 2, así como la tabla No.11).

Siendo que la ciudad se encuentra rodeada de cerros al norte y sur de su territorio, como se aprecia en las siguientes fotos 1 y 2, el valle de Tuxtla Gutiérrez, es ventilada por vientos a sotavento provenientes de las laderas de estos mismos (Fig.1), contando con diferentes cañadas al norte y laderas al sur que re-direccionan los diferentes patrones de viento ya existentes en la ciudad, dependiendo desde luego de la época del año.

---

<sup>44</sup> Instituto de Protección Civil para el Manejo Integral de Riesgos de Desastres del Estado de Chiapas, "Observatorio Meteorológico de la C.N.A.", Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

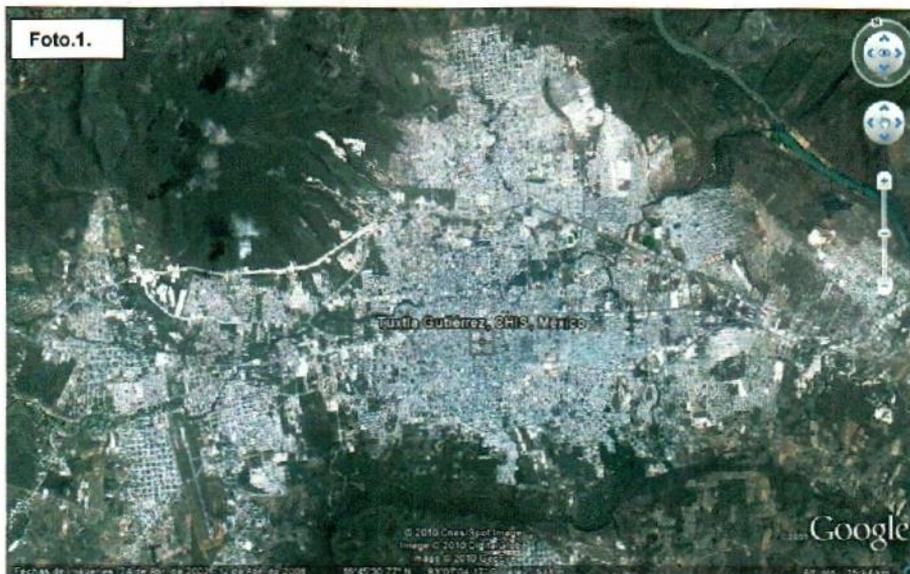


Foto.1.- Toma satelital de la mancha urbana de Tuxtla Gutiérrez, en donde se muestra la ubicación de los cerros que la limitan al norte y sur de su geografía.



Figura.7.- La Ciudad se desarrolla como un valle, entre dos importantes cordilleras al Norte y Sur, mismos que son azotadas a barlovento por los vientos del norte y sur, de manera distinta; según corresponda la estación del año.

## LOS VIENTOS DEL VALLE, LOCALIZABLES EN TUXTLA GUTIÉRREZ:

Corresponden a un patrón de viento ubicado dentro de una sola región; este patrón de viento es propio y naturalmente localizable en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, en donde los vientos del valle se desarrollan libremente como resultado de la conformación del terreno de la población; ubicada en una explanada, rodeada de cerros al norte y sur de su geografía.

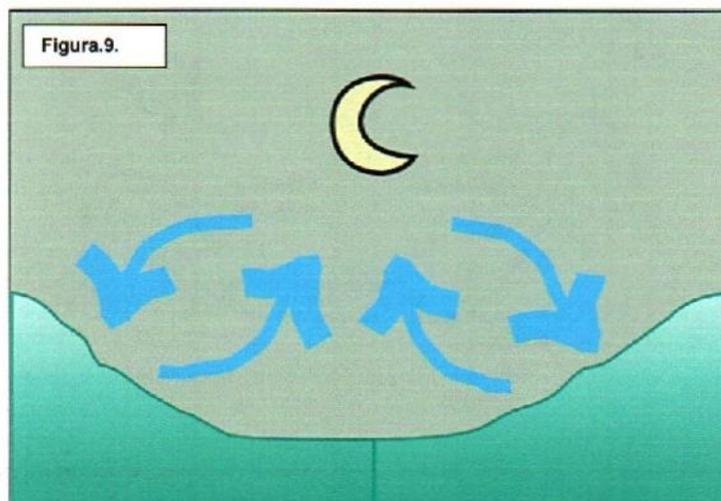
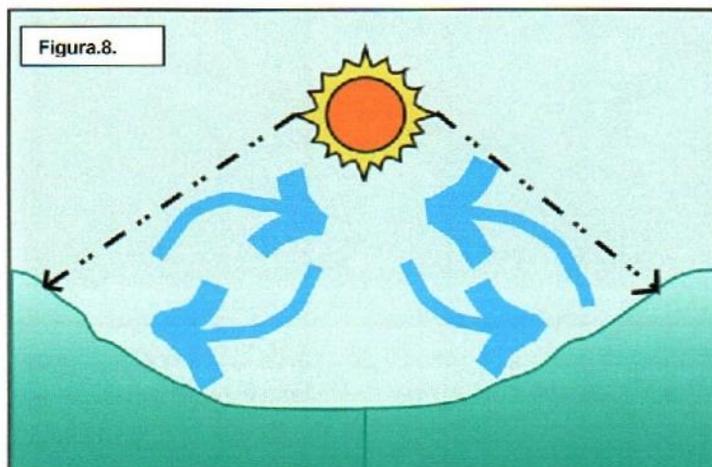


Figura.8 y 9.- Patrón de circulación de vientos de valle, para la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, diurno y nocturno.

Fotos de vista en perfil de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez; por entrada autopista-poniente, en ella se aprecia la conformación orográfica, además del ejemplo de las figuras esquemáticas anteriores; de la acción de uno de los dos tipos de vientos característicos: los "Del Valle y de Ladera", que convergen desde diferentes direcciones de la ciudad, rodeándola de Norte a Sur.

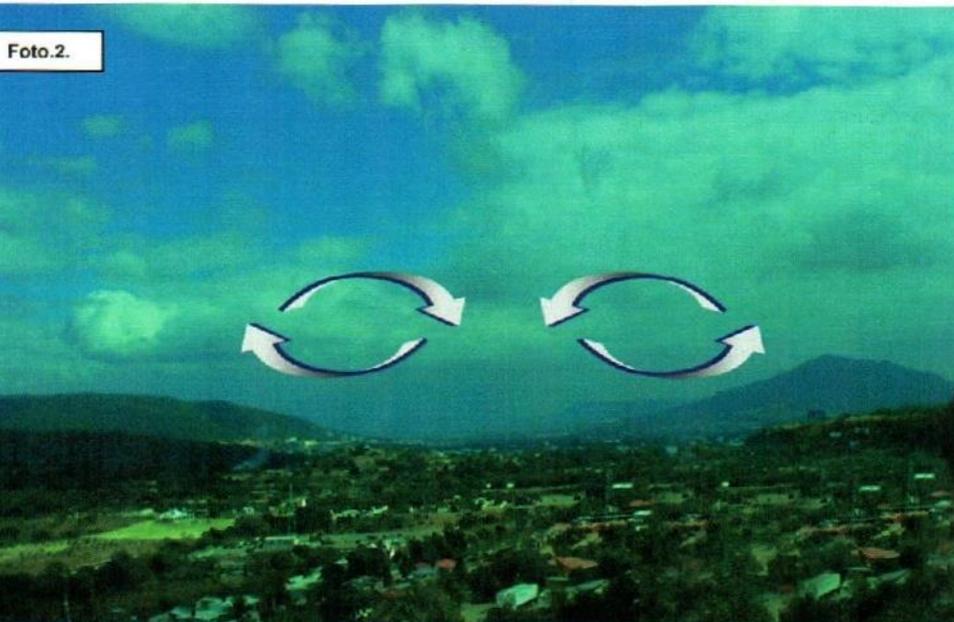


Foto.2. "Vientos del Valle", desarrollados durante el día.

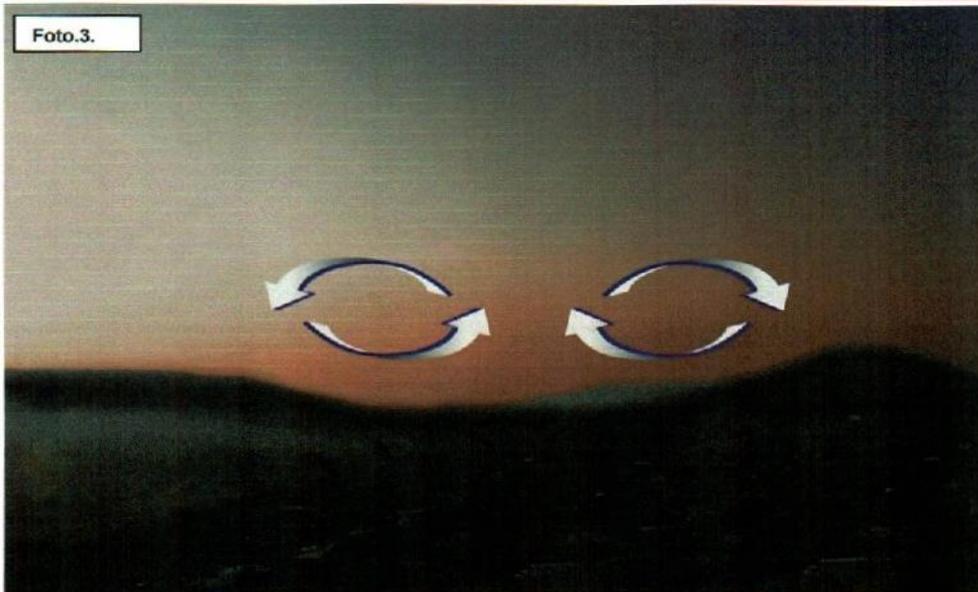


Foto.3. "Vientos del Valle", desarrollados durante la noche.

Es un viento con diferentes patrones de circulación durante el día y durante la noche, "Los vientos de ladera se producen por el gradiente de presión local que, a su vez, se origina por la diferencia de temperatura entre el aire adyacente a la ladera y el aire que se encuentra a la misma altura pero alejado de ésta".<sup>45</sup>

Por lo tanto los vientos de ladera y de valle no son independientes, son el resultado de una "circulación convectiva de valle"<sup>46</sup>.

Que durante el día fluye como aire caliente, hacia arriba y se reemplaza por aire frío y en la noche fluye hacia abajo.

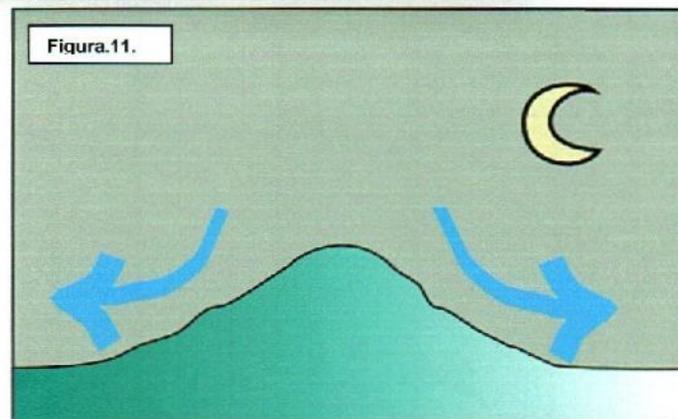
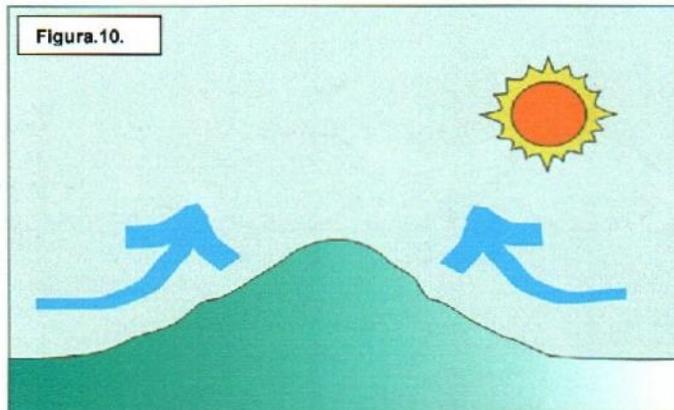
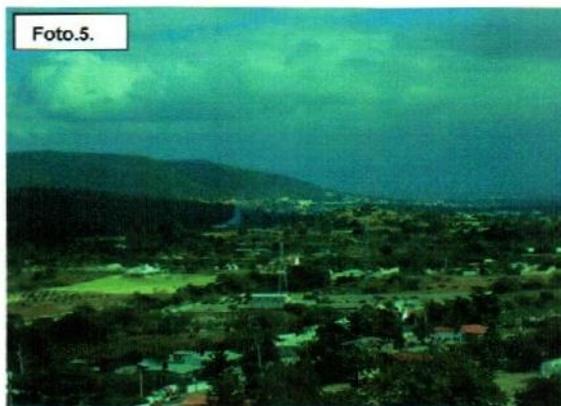
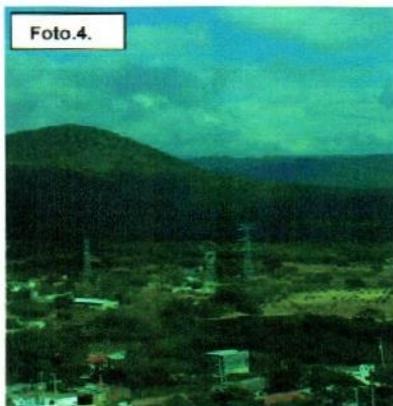


Figura.10 y 11.- Patrón de circulación de vientos de Ladera, para la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, diurno y nocturno.

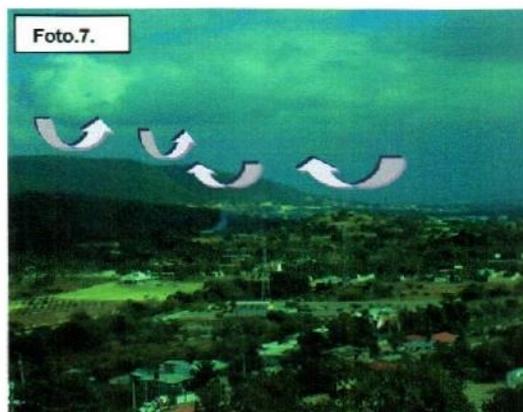
<sup>45</sup> García Chávez, José Roberto y Fuentes Freixanet, Víctor (2005): *Viento y Arquitectura: El viento como factor de diseño arquitectónico*. Editorial Trillas, México, D.F.

<sup>46</sup> Ídem.

Foto.4. y 5. De la entrada por autopista-poniente, de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez; vista correspondiente a su dirección Norte, sobre esta serranía azotan los vientos dominantes de la ciudad, y los "Vientos de Ladera"; estas fotos corresponden a su acción durante el horario matutino, cabe mencionar que el efecto se invierte en el horario vespertino.



Fotos 6 y 7. En ambas fotos se puede apreciar, un ejemplo gráfico de cómo sería la acción de los "Vientos de Ladera", en su patrón diurno. Serranía ubicada hacia el Norte o Cerro del Huitepec.



Después de establecer algunos parámetros cualitativos con respecto al viento en la región, por medio de la observación, a continuación se presentan datos cuantitativos por medio de los resultados obtenidos en tres diferentes centros meteorológicos, (Ver su ubicación en el mapa de la ciudad y en Fotos de la 15 a la 20), también para su pertinente comparación de datos; en las tablas 5, 8, 9 y 10 se presentan, registros climatológicos de dos años, del 2007 al 2009, obtenidos en las estaciones u observatorios meteorológicos de la zona poniente de la ciudad; "Estación LOS LAGUITOS"<sup>47</sup>, "Estación TERÁN-AEROPUERTO"<sup>48</sup> y "Estación meteorológica COCOVI"<sup>49</sup>, para referenciar un período general típico, en donde se ubica el mes más significativo del año, luego el día con la temperatura más alta, y la humedad más baja, los datos climatológicos específicos, en cuanto a variables del viento se refiere, y por medio de estos establecer el día típico y obtener los datos óptimos requeridos, para llevar a cabo los experimentos.

En seguida se muestra por medio de la siguiente tabla el grupo de las tres estaciones meteorológicas consultadas, incluyendo el mapa de localización de éstas, en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

Tabla.7.	
<b>ESTACIONES METEOROLÓGICAS POR ZONAS EN TUXTLA GUTIÉRREZ.</b>	
<b>ESTACIÓN METEOROLÓGICAS ZONA NORTE-PONIENTE.</b>	
1.-	OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE LA C.N.A. "LOS LAGUITOS".
<b>ESTACIONES METEOROLÓGICAS ZONA SUR-PONIENTE.</b>	
2.-	ESTACIÓN METEOROLÓGICA "TERÁN-AEROPUERTO". Estación meteorológica militar Tipo "B", de la Base Aérea Militar (B.A.M.) No.6, de la Fuerza Aérea Mexicana (F.A.M.); dependiente de la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA).
3.-	ESTACIÓN METEOROLÓGICA "COCVI-UNACH".

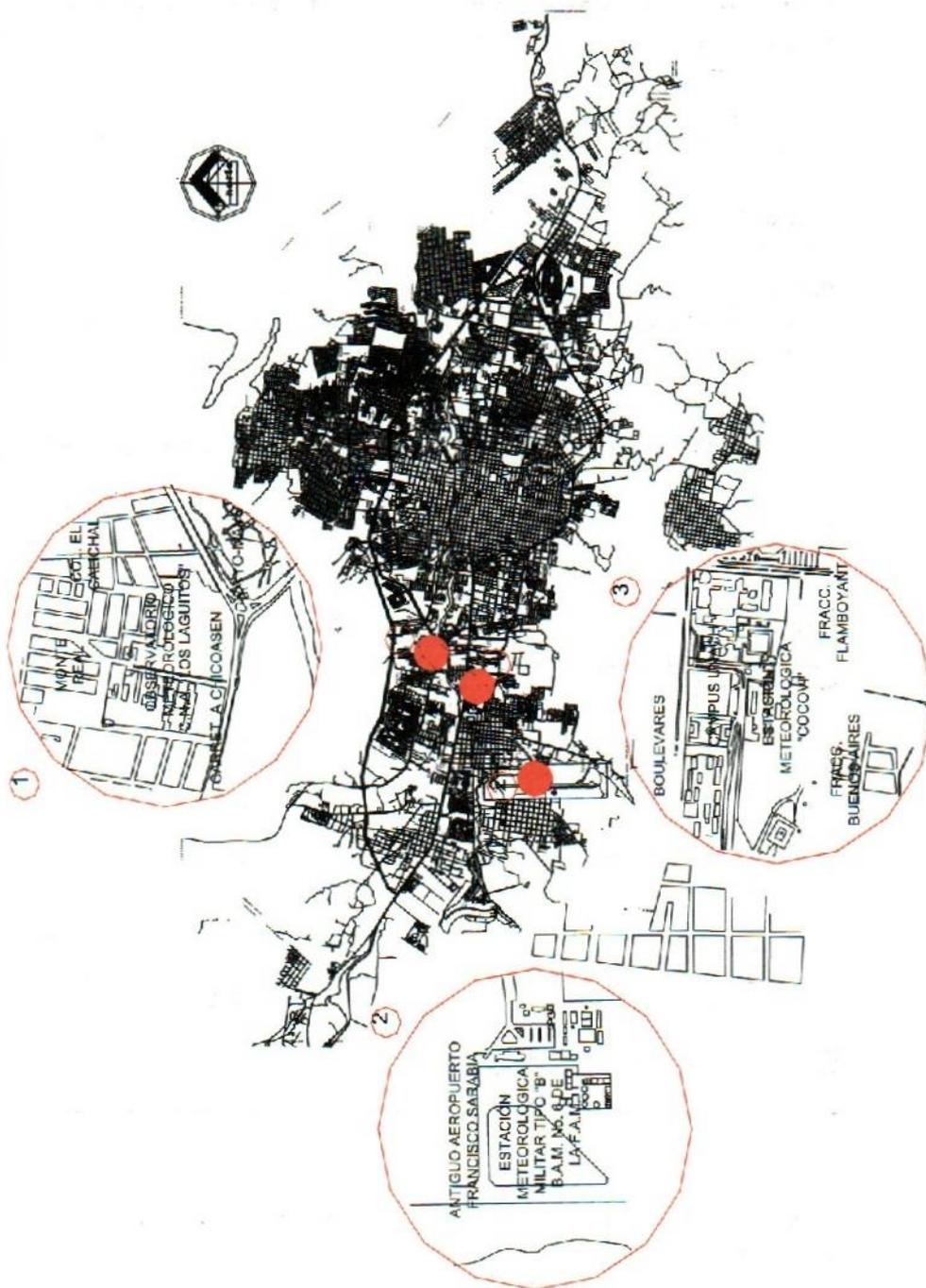
<sup>47</sup> Datos obtenidos en C.N.A. "Observatorio meteorológica Los laguitos", Gobierno del Estado de Chiapas.

<sup>48</sup> Datos proporcionados por el Instituto de Protección Civil del Estado (2008-2009): *Departamento de Hidrometeorología*, "Estación Terán-Aeropuerto" perteneciente a la SEDENA, Terán, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

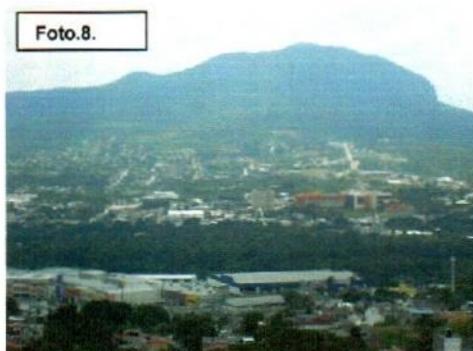
<sup>49</sup> Datos obtenidos en la "Estación meteorológica COCOVI", Componentes y condicionantes para la Vivienda (COCVI), de la Facultad de Arquitectura de la U.N.A.CH. Correspondientes a 16 de Mayo del 2007 a 15 de Mayo del 2008.

LOCALIZACION DE ESTACIONES METEOROLOGICAS  
TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS.

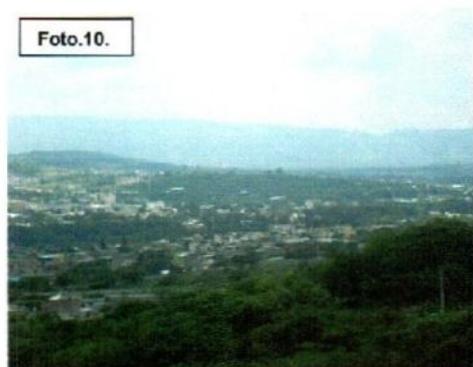
Fig.12.



Los resultados de la "estación meteorológica COCOVI" con los datos de la "estación meteorológica TERÁN-AEROPUERTO"; ubicadas en la misma zona, pero en diferentes puntos, comprueban los diferentes microclimas existentes en la ciudad, estableciendo el potencial, resultados y limitantes para el experimento.



Fotos.8, 9, 10 y 11. Panorámicas del lado Sur-Poniente de la ciudad, en donde podemos apreciar la zona a donde se efectuará el experimento y sus mediciones correspondientes.



A la vez, estos datos se apoyan en la teoría existente, por un lado; la teoría de la "Climatología dinámica" y los datos de Olgay de la "Zona de confort" en capítulo posterior.

En cuanto a las variables de viento, en las fotos aéreas, a continuación, se pueden apreciar la dirección de los vientos dominantes más importantes de la ciudad, estos datos son los correspondientes en un año, a la temporada ubicada entre los meses mencionados. (Ver anexo al final).

En el ejemplo de la Foto 8, se muestra; la dirección dominante primaria proveniente del Oeste-nor-oeste; para los meses Mayo-Octubre, con una velocidad media de 3.1 m/s. El tamaño de la flecha indica su frecuencia, con respecto a las otras flechas más pequeñas, estas indican los vientos secundarios, provenientes del Oeste, con una velocidad media de 2.7 m/s. Y del Suroeste, con una velocidad de 3.2 m/s. En el centro de la rosa, apreciamos el porcentaje de calmas, para este período, de un 19%. Aunque el viento no sea captado, no deja de moverse.

En la Foto 9, puede observarse; la dirección dominante primaria proveniente del Oeste-nor-oeste; para los meses Noviembre-Abril, con una velocidad media de 3.5 m/s. Los vientos secundarios, provenientes del Oeste, con una velocidad de 4 m/s. Y del Suroeste con una velocidad de 3.4 m/s. El porcentaje de calmas es de un 18 %.

LA ROSA DE LOS VIENTOS PARA TUXTLA GUTIÉRREZ.<sup>50</sup>



Foto 12. Aérea de la ciudad indicando el diseño de la rosa de los vientos entre los meses de Mayo a Octubre, datos correspondientes a un año en



Foto 13. Aérea de la ciudad indicando el diseño de la rosa de los vientos entre los meses de Noviembre a Abril. Datos correspondientes a un año.

<sup>50</sup> Cartografía de INEGI 2004, Dirección General de Geografía: "Carta de efectos climáticos regionales Mayo-Octubre, Noviembre-Abril, 1: 250 000". Chiapas, México. (Ver Anexo, al final).

Los fenómenos meteorológicos de eventos especiales, se dan durante casi todo el año, llevándose a cabo los llamados frentes fríos, provocando nubosidad proveniente del lado nor-nor-poniente de la ciudad, esta nubosidad, sombrea la superficies calentadas por la radiación solar, provocando temperaturas más frescas, aún en los meses Abril y Mayo, considerados de estiaje, originando el tipo de clima semi-húmedo, cuando el inicio de lluvias, modifican, las condiciones normales climáticas de la región.

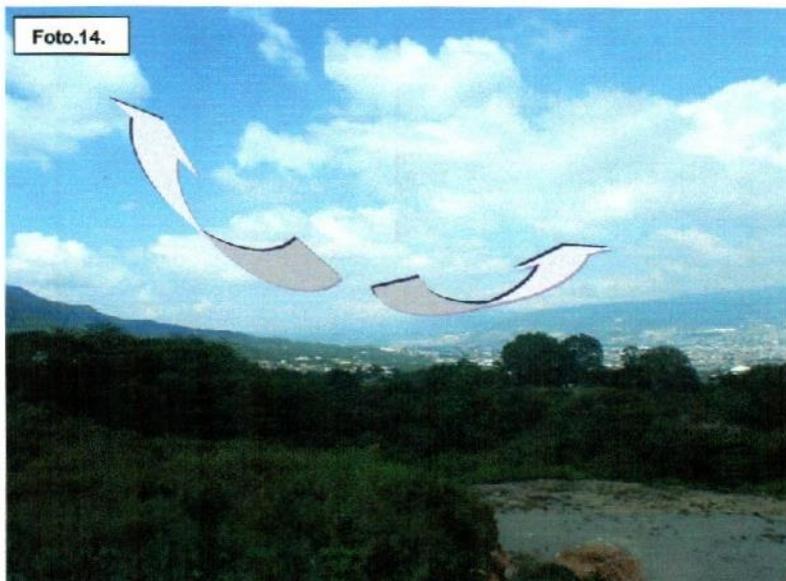


Foto.14.

Foto.14. Panorámica de la ciudad, hacia el lado Noroeste, de donde provienen los vientos dominantes, en donde se observa la entrada de la nubosidad, acontecida con los frentes fríos, en las temporadas de Otoño e Invierno; extendiéndose como fenómeno especial hasta la temporada Primavera.

Cuestión aparte son los datos obtenidos en el, "*Observatorio meteorológico LOS LAGUITOS*", representados en la tabla número 8 y 9 a continuación, corresponden al mes de octubre del 2008, para referenciamos en el cambio de patrón de vientos en la temporada otoño-invierno, en esta temporada, no será necesario adaptar el experimento; posteriormente mostramos datos del mes de mayo de 2009, en la tabla número 10, correspondientes a la temporada primavera-verano, el contraste de estos datos nos permiten, realizar un análisis a lo largo del año, del cambio de las temperaturas obtenidas, el incremento o decremento de la temperatura y humedad en el microclima de ambas zonas, donde se encuentran ubicadas, así mismo el patrón de vientos existentes; tanto del "*Observatorio Los Laguitos*" y la "*Estación meteorológica Terán- Aeropuerto*" (tabla Número 11), como la "*estación COCOVI*" (Tabla número 12) permitiendo de esta manera el fácil cotejo de la temporada ideal, para la ubicación del día típico relevante, por ende más óptimo, para llevar a cabo nuestro experimento alrededor de ciertas fechas.

1.3.1.1.- REGISTROS "OBSERVATORIO LOS LAGUITOS, C.N.A."  
2008 - 2009.

DATOS CLIMATOLÓGICOS Y DE VIENTO, OCTUBRE 2008.  
"OBS.LOS LAGUITOS".



SECRETARIA DE SEGURIDAD Y PROTECCION CIUDADANA.  
SUBSECRETARIA DE PROTECCION CIVIL.  
DPTO. HIDROMETEOROLOGICO



LUGAR  
MES  
AÑO

TUXTLA  
OCTUBRE  
2008

Tabla.8.

DIA	TEMPERATURA			HUMEDAD		VTO.			PRECIPITACION	
	MAX.	MIN.	PROM.	MAX.	MIN.	DIR	INT	RACHA	TIPO	TOTAL
1	26.2	18.3	22.3	64.0	38.0	NNW	19.8		INAP.	INAP.
2	26.6	20.0	23.3	70.0	41.0	SSE	24.1	30/WSW	LGS	1.5
3	27.4	20.3	23.9	72.0	44.0	NW	19.1	20.6		INAP.
4	28.7	20.0	24.4	66.0	40.0	NW	26.2			0.0
5	29.0	20.0	24.5	66.0	40.0	NW	23.3	28.0		0.0
6	32.0	20.0	26.0	63.0	30.0	NW	23.3	28.0		0.0
7	31.3	21.0	26.2	63.0	30.0	WNW	21.9	24.8		0.5
8	31.3	21.0	26.2	61.0	33.0	NW	24.1			0.0
9	31.0	21.3	26.2	66.0	34.0	NW	38.9		MDS	13.5
10	30.7	19.6	25.2	74.0	37.0	WSW	13.4			INAP.
11	30.4	22.0	26.2	68.0	53.0	SW	9.3			0.0
12	32.5	20.0	26.3	67.0	39.0	WSW	21.2		MDS	10.0
13	30.4	19.0	24.7	67.0	34.0	NNW	27.4			0.0
14	30.4	20.0	25.2	61.0	34.0	NW	28.0			0.0
15	29.2	21.6	25.4	56.0	46.0	WNW	9.3	31/WNW		0.0
16	29.2	20.0	24.6	59.0	32.0	NNW	31.7			0.0
17	29.2	20.0	24.6	52.0	41.0	NNW	24.8		LGS	4.5
18	24.6	15.4	20.0	76.0	48.0	SSW	16.9		LGS	2.7
19	28.0	19.3	23.7	64.0	41.0	NW	24.1		INAP.	0.1
20	28.7	18.2	23.5	63.0	46.0	WNW	28.0	32/WNW		0.0
21	26.5	19.2	22.9	58.0	43.0	W	23.3			0.0
22	29.9	18.0	24.0	60.0	44.0	NW	14.8			0.0
23	29.5	18.0	23.8	58.0	34.0	NW	28.0			0.0
24	30.1	19.0	24.6	64.0	34.0	NW	24.1			0.0
25	30.1	20.1	25.1	55.0	33.0	N	24.1			0.0
26	27.2	17.0	22.1	49.0	43.0	SSO	12.2			0.0
27	26.3	17.1	21.7	48.0	31.0	NW	28.8			0.0
28	27.5	17.0	22.3	52.0	20.0	NNW	36.0	38/NE		0.0
29	26.3	17.0	21.7	54.0	31.0	NW	38.9	40/NE		0.0
30	28.0	15.0	21.5	57.0	31.0	WNW	33.8			0.0
31	31.5	15.6	23.6	42.0	26.0	NW	31.7			0.0

Tabla No. 8.- Datos del Observatorio "Los laguitos"; Obtenidos a través el Instituto de Protección Civil para el manejo Integral de Riesgos de desastres, del Estado de Chiapas.

Tabla.9.



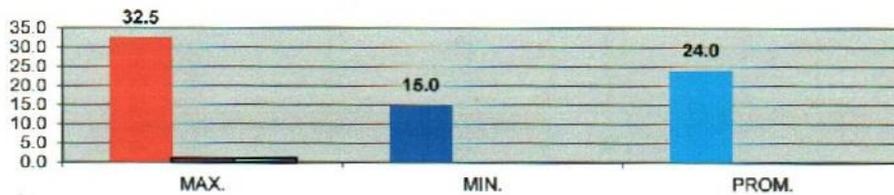
SECRETARIA DE SEGURIDAD Y PROTECCION CIUDADNA  
 SUBSECRETARIA DE PROTECCION CIVIL.  
 DPTO. HIDROMETEOROLOGICO



TEMPERATURAS		HUMEDAD		PRECIPITACIONES.	
MAX.	32.5	MAX.	76.00	MAX.	13.5
MIN.	15.0	MIN.	20.00	MIN.	0.0
PROM.	24.0	PROM.	48.00	TOTAL.	32.8
VIENTO.		VTO.MAX.			
DIR.	NW	DIR.	NE		
INT.	24.0	RACHAS.	40		
MAX	38.9				

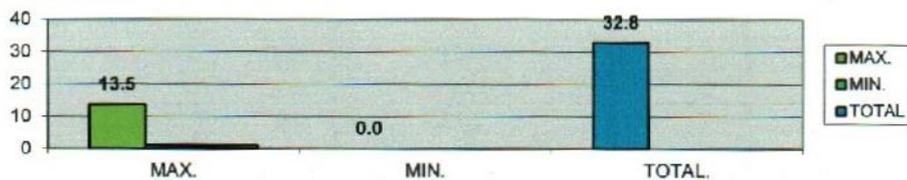
Gráfica.1.

TEMPERATURAS



Gráfica.2.

PRECIPITACION (mm)



Gráfica.3.

HUMEDAD RELATIVA %.



Tabla No.9.- Datos obtenidos y revisados por el Instituto de Protección Civil, del Gobierno del Estado de Chiapas.

## DATOS CLIMATOLÓGICOS DE VIENTO, DEL MES DE MAYO DEL 2009, DE LA ESTACIÓN LOS LAGUITOS-CNA. <sup>51</sup>

Tabla.10.

VIENTO DEL MES DE MAYO 2009				
DIA	VTO. DOMINANTE		VTO. MAXIMO	
	INT.	DIR	INT	DIR
1	0.0	0.0	6.6	NW
2	1	ESE	2.8	WNW
3	1.9	SSN	4.3	S
4	1.1	NW	1.8	NW
5	1.1	W	6.5	E
6	1.0	WNW	5.2	S
7	1.0	WNW	3.1	ESE
8	0.9	SW	2.5	WNW
9	1.2	ESE	7.8	S
10	3.2	WNN	7.1	WNW
11	2.7	WNN	6.7	WNW
12	2.9	NW	5.9	NW
13	1.0	ESE	7.6	WNW
14	1.1	WNN	5.7	NW
15	0.9	WNW	4.5	WNW
16	3.1	WNW	7.3	WNW
17	2.0	WNW	7.8	NW
18	2.3	NNW	6.4	NNW
19	2.7	N	12.2	NW
20	2.3	NW	9.4	NW
21	3.1	WNW	8.4	NW
22	1.8	WNW	7.8	NW
23	1.7	ENE	5.6	WSW
24	2.3	W	6.7	WNN
25	1.9	WNW	7.3	W
26	2.2	W	7.0	W
27	2.4	WNW	7.1	WNW
28	2.2	WNW	16.8	ESE
29	4.6	NNW	9.8	NNW
30	1.1	SSE	9.1	NNW
31	1.2	SSE	9.1	WNW

Tabla No.10. Información proporcionada por la Comisión Nacional del Agua Observatorio (CNA), "Los laguitos". Nota: En tabla 10, los días marcados en color amarillo, se comparan con tabla 11, en Cap. 2. Pág. 90.

<sup>51</sup> Observatorio Meteorológico, CNA, "Los laguitos", datos climatológicos de vientos, C.N.A.,2009, Gobierno del Estado de Chiapas.

### 1.3.1.2.- REGISTROS, "ESTACIÓN TERÁN-AEROPUERTO" 2009.

#### DATOS CLIMATOLÓGICOS DE VIENTO, DEL MES DE MAYO DEL 2009, DE LA ESTACIÓN TERÁN- AEROPUERTO.

Tabla.11.

MES.		VIENTO MAX., (KT)			TEMPERATURAS (°C).			HUM. REL. (%).		
D I A.	Hora.	DIR	INT.(Nudos)	Km/h	MAX.	MIN.	PROM.	MAX.	MIN.	PROM.
1	18:45	270°	30G40	55G74	34	23	26.1	81	70	75.8
2	19:45	150°	10G20	19G37	35	18	25.1	100	29	69.9
3	19:45	250°	19	35	34	21	26.9	86	45	64.1
4	20:45	270°	10G20	19G37	35	20	27.6	83	35	56.8
5	20:45	310	15	28	36	22	28.4	69	52	63.3
6	18:45	270	10G20	19G37	36	22	28.5	68	37	53.8
7	20:45	340	10G20	19G37	37	22	28.7	76	30	53.9
8	20:45	270	19	35	35	24	28.8	68	36	55.9
9	19:45	060	19	35	37	23	22.4	84	29	63.3
10	19:45	140	10G40	19G74	34	20	24.6	100	38	77.8
11	18:45	340	19	35	33	19	26.0	92	44	69.5
12	19:45	300	10G20	19G37	34	22	26.7	88	42	69.6
13	20:45	360	19	35	35	23	27.3	91	38	70.0
14	19:45	250	09	17	33	22	26.3	83	47	70.0
15	19:45	090	10G20	19G37	31	23	25.5	84	54	73.8
16	19:45	330	19	35	38	23	29.8	86	46	72.5
17	18:45	320	10G20	19G37	30	23	26.3	92	55	71.5
18	19:45	330	10G20	19G37	30	23	25.3	84	50	71.5
19	19:45	340	15G25	28G46	30	22	24.8	83	47	67.9
20	19:45	320	15G30	19G56	28	21	24.3	82	51	66.1
21	18:45	360	19	35	30	21	24.7	82	50	68.4
22	19:45	310	19	35	32	21	25.9	82	46	64.6
23	20:45	340	19	35	33	21	26.3	83	42	65.2
24	20:45	270	19	35	34	21	27.3	84	40	62.6
25	20:45	270°	19	35	35	23	28.0	78	37	60.9
26	21:45	270	10	19	36	22	28.4	80	43	60.0
27	21:45	290	19	35	37	23	28.9	84	30	59.9
28	20:45	290	19	35	36	23	29.3	82	33	54.5
29	19:45	090	19	35	35	23	27.9	84	54	70.3
30	18:45	330	10G20	19G37	31	22	26.9	83	54	67.3
31	22:45	270	19	35	32	23	26.9	86	70	76.3

Tabla No.11.- Datos obtenidos en la "Estación Meteorológica TERÁN- AEROPUERTO", perteneciente a la SEDENA. Proporcionados por el Instituto de Protección Civil para el manejo integral de riesgos de desastres del Estado de Chiapas.

1.3.1.3.- REGISTROS "ESTACIÓN COCOVI", 2007-2008. FACULTAD DE ARQUITECTURA, UN.A.CH.

Tabla.12.

TEMPERATURA MAXIMA Y HUMEDAD RELATIVA MENSUAL ABRIL 2007 A MAYO 2008					
Datos del 25/04/2007-31/05/2008					
TOA5	COCOVI	7508			
TIMESTAMP	RECORD	Temp.	HUMEDAD RELATIVA	RadSol_Avg	Lluvia_Tot
TS	RN	°C	%		mm
27/04/2007 15:00	80	40.07	30.52	11.96	0
04/05/2007 16:00	418	42.35	23.37	10.13	0
04/06/2007 15:00	1904	40.82	32.08	12.82	0
01/07/2007 15:30	3201	39.48	42.11	10.53	0
03/08/2007 15:30	4785	38.03	39.51	12.44	0
03/09/2007 16:00	6274	37.14	44.12	12.11	0
05/10/2007 16:00	7810	36.98	43.04	10.09	0
25/11/2007 15:00	10256	37.1	42.32	10.1	0
08/12/2007 15:30	10881	35.92	43.37	8.82	0
30/01/2008 16:00	13426	37.74	18.02	9.5	0
26/02/2008 16:30	14723	38.82	26.78	9.25	0
31/03/2008 16:00	16354	41.57	19.69	11.07	0
24/04/2008 15:00	17504	42.4	22.5	12.92	0
10/05/2008 16:00	18274	43.71	17.82	10.59	0

Tabla No.12.- Datos obtenidos de la "Estación Meteorológica COCOVI" Facultad de Arquitectura.U.N.A.CH.

**TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA, MES DE MAYO 2007,  
ESTACIÓN COCOVI.**

Tabla.13.

TEMPERATURAS MAXIMAS MAYO 2007					
DATOS DEL 01 AL 31 DE MAYO 2007					
TOA5	COCOVI	7508			
TIMESTAMP	RECORD	Temp	HUMEDAD RELATIVA	Rad.Sol_Avg	Lluvia_Tot
TS	RN	Cent	%		mm
01/05/2007 16:00	274	40.77	26	9.43	0
02/05/2007 15:00	320	40.07	29.11	12.06	0
03/05/2007 16:00	370	39.89	29.83	9.02	0
<b>04/05/2007 16:00</b>	<b>418</b>	<b>42.35</b>	<b>23.37</b>	10.13	0
05/05/2007 15:30	465	40.63	28.15	11.28	0
06/05/2007 16:30	515	41.43	25.4	8.55	0
07/05/2007 14:00	558	40.72	27.74	13.29	0
08/06/2007 16:30	2099	40.03	35.51	9.37	0
09/06/2007 14:30	2143	35.12	44.14	8.21	0
10/05/2007 15:30	705	38.86	28.4	11.12	0
11/05/2007 13:00	748	37.74	38.35	11.72	0
12/05/2007 14:30	799	37.31	36.02	11.87	0
13/05/2007 14:30	847	38.55	30.05	13.38	0
14/05/2007 14:00	894	36.4	30.29	14.31	0
15/05/2007 14:00	942	36.4	36.77	13.74	0
16/05/2007 15:30	993	34.65	40.7	11.26	0
17/05/2007 15:00	1040	36.28	35.54	12.95	0
18/05/2007 16:00	1090	36.24	31.49	10.46	0
19/05/2007 16:00	1138	35.84	36.44	9.35	0
20/05/2007 14:00	1182	36.69	39.34	13.44	0
21/05/2007 15:30	1233	40.21	30.7	10.17	0
22/05/2007 15:30	1281	41.67	27.94	10.29	0
23/05/2007 15:30	1329	41.05	27.22	8.88	0
24/05/2007 15:00	1376	39.22	35.29	10.44	0
25/05/2007 14:00	1422	37.91	41.35	12.07	0
26/05/2007 13:30	1469	37.61	36.96	10.59	0
27/05/2007 15:30	1521	36.44	42.79	8.76	0
28/05/2007 14:30	1567	35.4	47.62	11.46	0
29/05/2007 16:00	1618	36.9	39.28	9.9	0
30/05/2007 15:00	1664	36.32	39.2	11.01	0
31/05/2007 15:00	1712	36.12	37.94	12.57	0

Tabla No. 13.- Datos obtenidos de la "Estación Meteorológica COCOVI" Facultad de Arquitectura.U.N.A.CH.

**TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA, MES DE MAYO 2008,  
ESTACIÓN COCOVI.**

Tabla.14.

TEMPERATURAS MAXIMAS MAYO 2008					
DATOS DEL 01 AL 31 DE MAYO 2008					
TOA5	COCOVI	7508			
TIMESTAMP	RECORD	Temp	HUMEDAD RELATIVA	RadSol_Avg	Lluvia_Tot
TS	RN	Cent	%		mm
01/05/2008 15:00	17840	39.3	26.75	9.86	0
02/05/2008 16:30	17891	40.16	25.34	9.89	0
03/05/2008 00:00	17906	23.29	55.38	0	0
04/05/2008 14:00	17982	33.7	37.75	5.474	0
05/05/2008 14:30	18031	39.3	32.08	13.9	0
06/05/2008 14:30	18079	38.99	30.72	13.89	0
07/05/2008 16:30	18131	41.52	22.84	9.07	0
08/05/2008 16:00	18178	41.86	26.26	9.39	0
09/05/2008 15:30	18225	42.5	23.43	8.64	0
<b>10/05/2008 16:00</b>	18274	<b>43.71</b>	<b>17.82</b>	10.59	0
11/05/2008 16:00	18322	42.9	19.54	10.37	0
12/05/2008 14:30	18367	41.43	33.96	12.73	0
13/05/2008 17:00	18420	41.96	19.3	6.888	0
14/05/2008 16:30	18467	43.61	18.28	9.1	0
15/05/2008 15:00	18512	42.85	24.55	12.27	0
16/05/2008 15:30	18561	41.1	26.47	8.13	0
17/05/2008 15:00	18608	37.19	38.97	9.54	0
18/05/2008 15:30	18657	37.06	37.63	10.34	0
19/05/2008 15:30	18705	40.44	33.46	13.02	0
20/05/2008 14:30	18751	38.51	33.49	11.91	0
21/05/2008 17:00	18804	38.77	23.6	8.48	0
22/05/2008 16:00	18850	37.65	19.39	11.71	0
23/05/2008 15:30	18897	40.16	23.91	11.88	0
24/05/2008 16:30	18947	41.1	17.61	9.6	0
25/05/2008 13:30	18989	37.74	40.13	12.41	0
26/05/2008 14:30	19039	35.4	47.37	14.81	0
27/05/2008 14:30	19087	38.12	34.03	14.87	0
28/05/2008 12:00	19130	35.44	48.34	13.49	0
29/05/2008 15:30	19185	33.36	53.48	11.94	0
30/05/2008 14:00	19230	33.73	52.47	12.82	0
31/05/2008 14:00	19278	28.59	71.17	6.209	0

Tabla No. 14.- Datos obtenidos de la "Estación Meteorológica COCOVI" Facultad de Arquitectura.U.N.A.CH.

En cuanto a los registros podemos apreciar claramente un desfase de las temperaturas, entre los dos centros meteorológicos, ubicados en la zona sur-poniente de la ciudad, así como la apreciación de las temperaturas más cálidas en diferentes horarios, esto es debido a los diferentes puntos de ubicación de los centros, mientras que en el centro "meteorológico COCOVI", (Tablas 12, 13 y 14) ubicado en las instalaciones de la facultad de Arquitectura, se encuentra rodeado de diferentes variables que incrementan los resultados clima-ambiente, como son los edificios alrededor, la alta afluencia de número de personas y de vehículos entre otros. El centro "meteorológico TERÁN-AEROPUERTO" (Tabla 11), se ubica en un espacio reservado, al aire libre, sin edificios cercanos y reúne las condiciones necesarias para aportar una lectura lo más precisa al puerto de aviación en donde se ubica. (Ver fotos de estaciones meteorológicas).

Las tablas número 8, 9 y 10, correspondientes al Observatorio meteorológico CNA "Los laguitos", ubicado en la zona nor-poniente, aporta entre otras variables, datos de velocidad y dirección del viento, corresponden a los vientos dominantes provenientes del WNW, considerada como la zona mejor ventilada de la ciudad. (Ver Tabla 4, Figuras 1, 2 , Fotos 12 y 13).

#### **FOTOS DE UBICACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS CONSULTADAS.**

Foto.15.- Estación Meteorológica "COCOVI- UNACH". Ubicada en el Campus Universitario, Facultad de Arquitectura. Terán, en la zona Sur-Poniente.



## FOTOS DE UBICACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS.

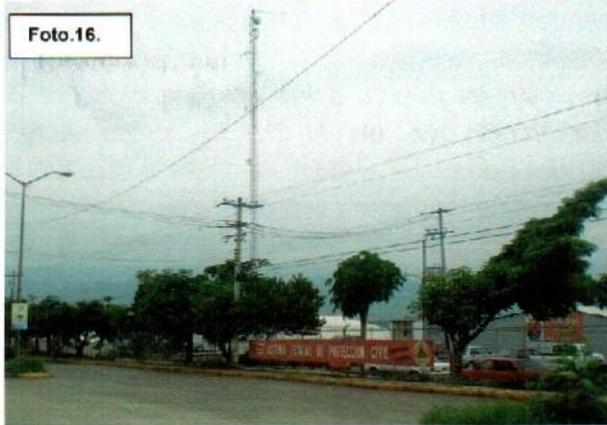


Foto.16.

Foto.16 y 17.- "Estación meteorológica Terán-Aeropuerto".

Dependiente de la SEDENA. Ubicada en la delegación Terán, en la zona Sur-Poniente de la ciudad.

Foto.17



Acceso de datos, proporcionados por el Sistema Estatal de Protección Civil, de Gobierno del Estado de Chiapas.

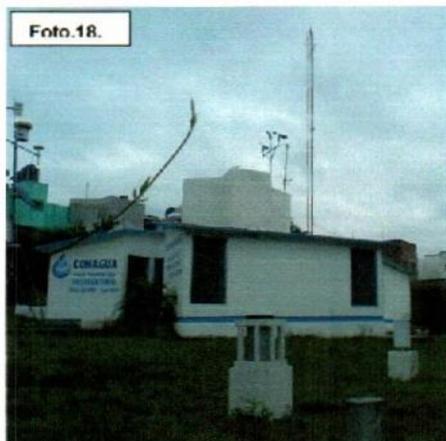


Foto.18.

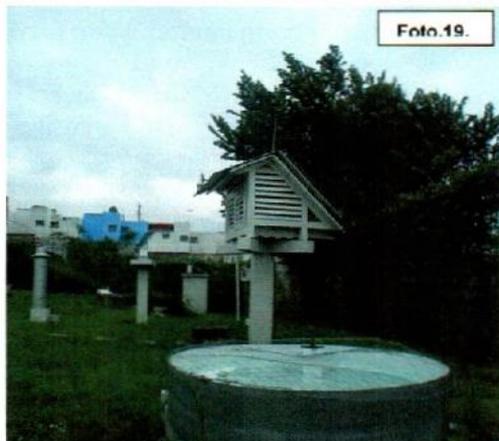


Foto.19.

Fotos 18, 19 y 20.- "Observatorio meteorológico "Los laguitos". Perteneciente a la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.) Ubicada en la zona Nor-Poniente de la ciudad.



Foto.20.

## **CAP.2.- LA ARQUITECTURA Y LOS FACTORES QUE INTERVIENEN Y AFECTAN EL DESEMPEÑO TÉRMICO DE UN ESPACIO EN LA VIVIENDA:**

---

- 2.1.- La arquitectura responsable con el medio ambiente.
- 2.2.- Las envolventes.
  - 2.2.1.- Ganancia y pérdida de calor.
- 2.3.- Impacto del viento sobre el producto arquitectónico.
  - 2.3.1.- La ventilación e infiltración.
    - 2.3.1.1.-Efectos del viento en espacios exteriores.
    - 2.3.1.2.- Efectos del viento en espacios interiores.
- 2.4.- El confort higrotérmico y la "zona de confort".
  - 2.4.1.-Factor óptimo de humedad.
    - 2.4.1.1.- Los rangos de confort de la Temperatura y la Humedad, en Tuxtla Gutiérrez.

## CAP.2.- LA ARQUITECTURA Y LOS FACTORES QUE INTERVIENEN Y AFECTAN EL DESEMPEÑO TÉRMICO DE UN ESPACIO EN LA VIVIENDA:

Desde los cincuentas los hermanos Olgay exponen diversos planteamientos de una arquitectura diferente a la utilizada por esos años, Víctor Olgay (1963), culmina esos estudios en su libro *"Design with climate"*.<sup>1</sup> Planteando criterios propios para englobar a la arquitectura en general, y al ser humano en conjunto con el medio ambiente *"El criterio ideal para el diseño de un refugio en equilibrio respecto a su medio ambiente sería el que cubriera satisfactoriamente todas las necesidades fisiológicas humanas"*.<sup>2</sup> Lo más importante en este caso para avanzar y ampliar el tema, es lograr el equilibrio térmico o "confort higrotérmico", mencionado más adelante, y estudiado, por diversos autores en el mundo, cada uno con su debido enfoque, pero siempre teniendo en cuenta entre estos criterios, a dos factores en general, como son:

- Factores Culturales.
- Factores Fisiológicos.

Destacando, diversos aspectos que incluyen los factores climáticos, además de los factores físicos del hombre (en la medida posible), debido a la compleja e importante interacción de éste, con el medio ambiente que lo rodea y su adaptación, facilitada por medio de la implementación de medidas adecuadas, para el diseño de los espacios del ser humano. (Ver Figura 12 y Diagrama 4).

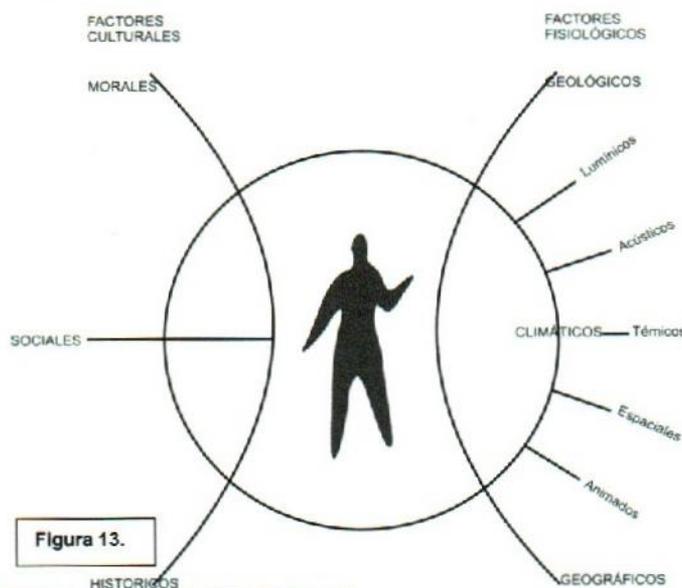


Figura 13.

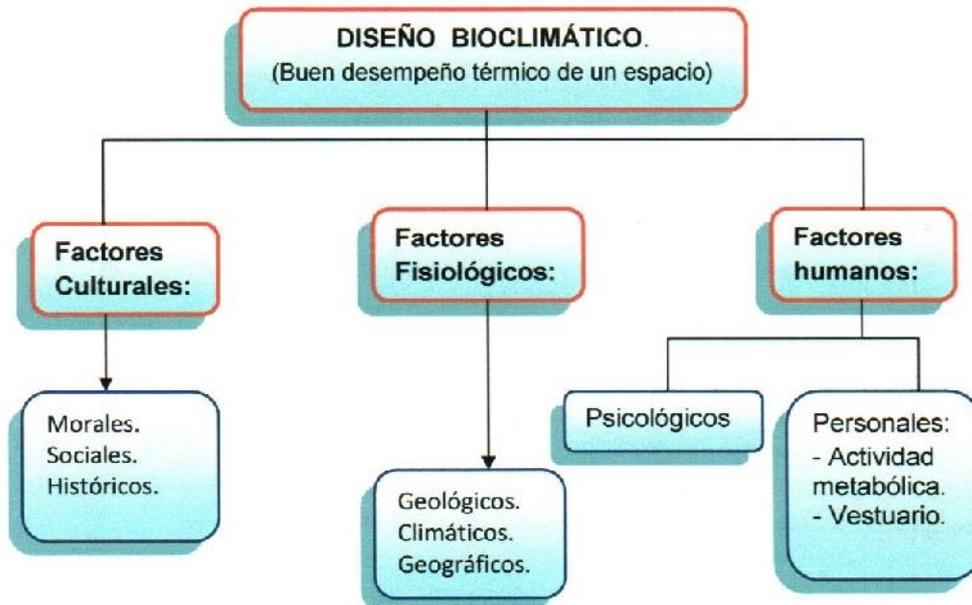
En la figura propuesta por Olgay, podemos entender, cómo se interrelacionan los "Dos Factores", más importantes que influyen en la expresión arquitectónica.

<sup>1</sup> Olgay, Víctor (1998): *Arquitectura y clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y Urbanistas*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España.

<sup>2</sup> Ídem, Pág.16.

Morillón (2004), por su parte en tiempos más actuales y dirigidos un poco más a nuestro entorno, engloba también a los factores humanos, “La respuesta humana frente al ambiente es de naturaleza global”<sup>3</sup>, quedando este planteamiento, como a continuación se indica, los factores primordiales a tomar en cuenta para un proyecto efectivo, en donde el “confort térmico” es la parte prioritaria del diseño bioclimático.

Diaqrama 5.



Para otros autores como Rodríguez Viqueira (2004), una parte esencial en la formación de estos criterios para nombrar a los factores de confort como los principales en la determinación del confort térmico de los edificios es su “orientación y emplazamiento concreto”, con una importancia relevantemente histórica y urbanística, pero sobre todo ambiental. “Durante siglos, la orientación ha sido determinante en el diseño de las construcciones, predominando las implicaciones simbólicas y culturales”.<sup>4</sup>

“Las obras arquitectónicas que se edificaron a lo largo de la historia, fueron concebidas a partir de las características de su emplazamiento concreto”.<sup>5</sup>

Quedando englobado este criterio dentro de los factores fisiológicos.

<sup>3</sup> Morillón Gálvez, David (2004): *Atlas del bioclima de México*. Instituto de ingeniería de la UNAM, México, D.F.

<sup>4</sup> Rodríguez Viqueira, Manuel (2004): *Introducción a la arquitectura bioclimática*. Editorial Limusa, México.

<sup>5</sup> Ídem, Pág.45.

## 2.1.- LA ARQUITECTURA RESPONSABLE CON EL MEDIO AMBIENTE.

El espacio humano "refugio"<sup>6</sup>, del hombre primitivo no era modificado de su medio-ambiente físico de manera profunda, ni permanente, siempre se veía necesitado a buscar un refugio natural para lograr su verdadera protección de las inclemencias del clima sobre él, en el mismo medio donde desarrollaba su vida, actualmente este espacio, es el resultado de la transformación que el hombre ha hecho al medio y de otros factores.

Desde que el hombre apareció en la tierra, necesita de protección, pero este hombre primitivo y recolector, no transforma su medio, más bien se adapta, éste es el hombre de las cavernas o guaridas, "*punto de partida de la Historia de la Arquitectura, primeros refugios del ser humano*"<sup>7</sup>.

La aparición de la vivienda es ulterior y se da; con el comienzo de la agricultura, así surge su hábitat cotidiano o vivienda, éste, es un espacio dirigido a cobijarlo y en donde desarrolla sus actividades de necesidad primarias para sobrevivir.

La arquitectura troglodita es el resultado de la primera respuesta al problema de morada, dentro de los parámetros de la vida sedentaria, determinada por la organización social del trabajo que impone la agricultura, este tipo de vivienda se trata de una arquitectura de comunidad.

*"De esta manera apreciamos como el hombre crea, transforma y altera el medio físico, estableciendo una relación simbiótica con el medio"*<sup>8</sup>.

En la búsqueda del espacio ideal para habitar, y preferentemente sea capaz de albergar las máximas capacidades de confort, el hombre ha ido modificando más y más su entorno, pero para ello ha sido capaz de estudiar detenidamente esos medios para lograrlo.

La tecnología contemporánea nos brinda las herramientas y los métodos para crear espacios internos a capricho: modificar el clima, la humedad, y la iluminación.

Lo anterior nos lleva a una conclusión obligada: la arquitectura no solo debe brindar al hombre un servicio físico, un lugar donde cubrir las-

---

<sup>6</sup> Senosiain Aguilar, Javier (1998): *Bioarquitectura: En busca de un espacio para vivir*. Editorial Limusa, México.

<sup>7</sup> Idem, Pag.87.

<sup>8</sup> Idem, Pag.88.

necesidades fisiológicas primarias, sino que, a la vez, y no con menor importancia, debe contribuir a la salud mental de sus moradores.

*“Por otro lado tenemos, las necesidades psicológicas que si bien presentan características esenciales y relativamente universales, varían de una cultura a otra, de una clase social a otra, de un individuo a otro individuo”<sup>9</sup>.*

*“El confort ambiental es el parámetro más importante dentro del diseño bioclimático, incluye el confort térmico, el higrométrico, el lumínico, visual, el auditivo, el olfativo y el relacionado con la calidad del aire intramuros. Lograr bienestar físico y psicológico es el objetivo primordial al diseñar y construir cualquier espacio ambiental integral”<sup>10</sup>.*



Fotos 21, 22, 23 y 24: Ejemplos de diferentes tipos de construcción adaptadas a su entorno, en Tuxtla Gutiérrez y lugares aledaños, en donde los materiales empleados en su construcción son compatibles con el medio ambiente de su contexto.

<sup>9</sup> Senosiain, J. Op.cit. Pag.157.

<sup>10</sup> García Chávez, José Roberto y Fuentes Freixanet, Víctor (2005): *Viento y Arquitectura: El viento como factor de diseño arquitectónico*. Editorial Trillas, México, D.F.

## 2.2.- LAS ENVOLVENTES.

Según Brown (1994), "Constituyen los elementos de la envolvente: Paredes, cubiertas, pisos y aberturas en la envolvente es decir ventanas".<sup>11</sup>

Las envolventes; así se le denominan a las partes materiales estructurales, que forman parte de una edificación, se determinan según la región en donde está inmersa la construcción, el tipo, el contexto y el medio ambiente tienen mucho que aportar al diseño y la ventilación es diseñada según las características del mismo (Ver Fotos 14, 15, 16, y 17, abajo Fotos 18 y 19).

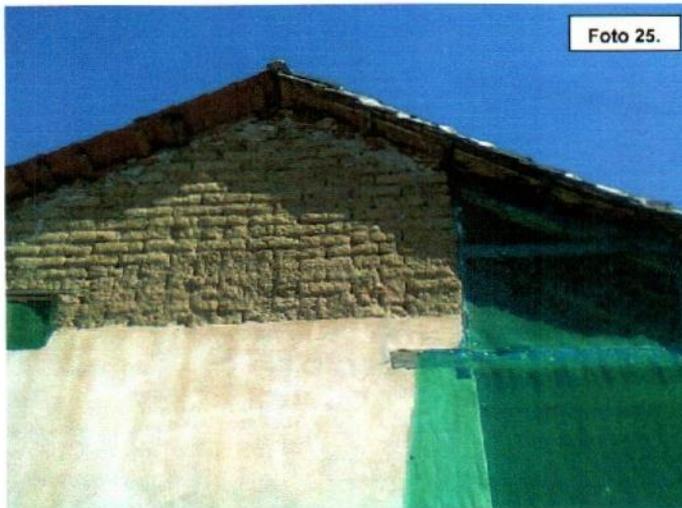


Foto 25.

Foto 25.

Apreciamos el tipo de material empleado en las envolventes de las construcciones locales del siglo XVIII, en el estado; totalmente compatibles con el medio ambiente.

(Chiapa de Corzo, Chiapas).



Foto 26.

Foto 26.

Esta fotografía muestra otras tipologías diferentes en los materiales empleados para la construcción de la envolvente, en otra región del sureste del país, también adaptables a su medio ambiente.

<sup>11</sup> Brown, G.Z. (1994): *Sol, luz y viento: Estrategias para el diseño arquitectónico*. Ed. Trillas, México, D.F.

A "La envolvente", Olgay le da el nombre de "La estructura", pues este autor es uno de los testigos directos en la historia de la arquitectura, del paso en la evolución de la arquitectura tradicional, a la arquitectura moderna, envuelta en nuevos procesos constructivos, el empleo de nuevos materiales de construcción, con el apoyo de la tecnología moderna y la explotación de los recursos materiales.

*"Los masivos muros de carga tradicionales, que combinaban la función de soporte con la de protección contra la luz y el calor, han sido sustituidos por elementos estructurales puntuales que soportan las cargas (a manera de esqueleto), cubiertos por muros cortina (la piel), realizados con diversos materiales".<sup>12</sup>*

Estas superficies o piel como lo determina Olgay, cubren por fuera los espacios arquitectónicos, a demás sirven de aislantes del espacio interior con el exterior y mantienen al exterior en contacto directo con el medio ambiente.

*"La piel de un edificio actúa como filtro entre las condiciones externas e internas para controlar la entrada del aire, el calor, el frío, la luz, los ruidos y los olores".<sup>13</sup>*

De esta manera los elementos encargados de conformar a la envolvente, piel, elementos estructurales o pantallas, encargados de aislar al ser humano del medio ambiente exterior, han llegado y pueden ser también empleados en la plástica creativa arquitectónica, la cual cumple actualmente con normativas y toman en cuenta el estado medio-ambiental de la arquitectura, las formas orgánicas de la naturaleza, en general a "La sustentabilidad".

*"Los elementos que pueden conformar una pantalla entre el hombre y el ambiente natural ofrecen posibilidades muy enriquecedoras para la expresión visual, añadir nuevos elementos al lenguaje arquitectónico y expresar una auténtica conciencia regional".<sup>14</sup>*

Esta situación se está dando en varios niveles en nuestro país, e incluso a nivel regional, y la podemos observar actualmente, entre los nuevos exponentes de la arquitectura en México. (Ver Fotos 20, 21, 22 y 23, a continuación).

---

<sup>12</sup> Olgay, V. Op.cit. Pág.63.

<sup>13</sup> Ídem.

<sup>14</sup> Ídem, Pág. 65.

**EJEMPLOS DE LAS ENVOLVENTES EN LA ARQUITECTURA  
CONTEMPORÁNEA DE MÉXICO.**

Foto 27.



Foto.28.



Fotos 27 y 28.- Edificio tipo panal de abejas, Rojkind Michel, (2009): City Sta. Fe. México D.F. El diseño fue concebido en cuanto al estudio de los vientos y su utilización en el enfriamiento pasivo en las envolventes.

Foto 29.



Foto 29. Museo, Regional de Antropología e Historia de Chiapas, Miramontes Juan, (1984): Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Foto 30.

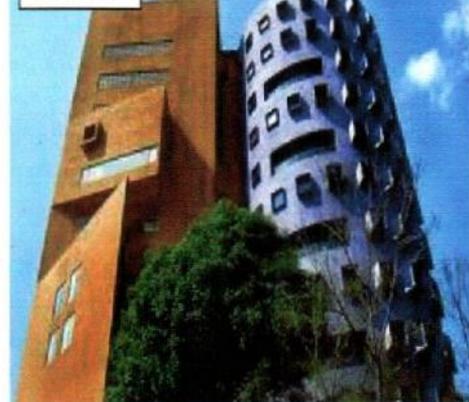
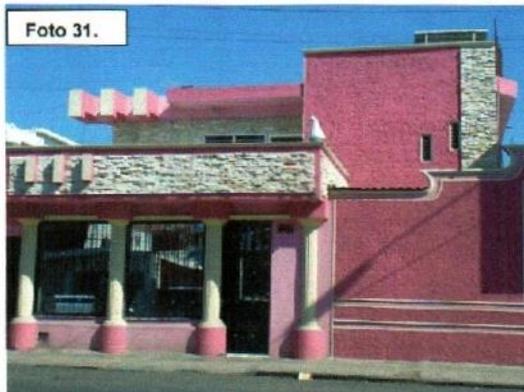


Foto 30. Centro Nacional de las Artes, Legorreta Ricardo, Cd. de México.

Dentro del tema en cuestión, la importancia de mencionar “La envolvente”, está centrada principalmente; en la aportación de radiación de la envolvente al interior de un edificio, teniendo en cuenta la importancia de las aberturas como medio de integración hacia el exterior.

Enfocando a la vivienda actual, como medio urbano-arquitectónico, sin perder de vista, a la vivienda popular; aún existente en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, tanto en la zona o contexto metropolitano, como en la “zona rural”<sup>15</sup>, esta última está experimentando actualmente el mismo cambio del contexto urbano del centro de la ciudad.

La diversidad de vivienda dentro de la zona urbana en la ciudad capital, tanto en su zona centro como en las periferias, es una clara muestra de la transformación que ha sufrido en su rápido desarrollo.



Fotos 31 y 32. El contexto urbano de la ciudad, se aprecia mediante estas fotos; diferentes envolventes de las actuales construcciones para vivienda.



Fotos 33 y 34. Ejemplo de las envolventes usadas en las antiguas construcciones, presentes aún, en algunos barrios del centro, testigos del desarrollo urbano. del Tuxtla de antaño.

<sup>15</sup> Después de los límites de la zona urbana metropolitana, da comienzo la zona rural, ésta se refiere a las actuales delegaciones de “Plan de Ayala y Terán” y las 6 Agencias Municipales.

El uso de los materiales tradicionales en la vivienda popular; ya no se da, actualmente los materiales industrializados, son los más utilizados para la construcción de la vivienda masiva, en Tuxtla Gutiérrez, siendo cada vez más común observar este hecho en las zonas rurales que la circundan; entre estos lugares mencionamos a las "4 delegaciones y 6 agencias municipales".<sup>16</sup>

Tabla.15.

DELEGACIONES Y AGENCIAS ALEDAÑAS PERTENECIENTES A LA CIUDAD DE TUXTLA GUTIÉRREZ.	
Delegaciones Administrativas.	Agencias Municipales.
I.- Las granjas.	I.- Copoya
II.- Patria Nueva.	II.- El Jobo.
III.- Plan de Ayala.	III.- Emiliano Zapata.
IV.- Terán.	IV.- Francisco I. Madero.
	V.- Cerro Hueco.
	VI.- San José Terán.

Las aberturas como integradoras del espacio interno con el externo juegan un papel sumamente importante; generalmente se refiere a las ventanas y la superficie que las cubre comúnmente, como el cristal.

*"El vidrio es 30 veces más vulnerable a los efectos solares que una pared opaca".<sup>17</sup>*

En un determinado momento será más real establecer una comparación de su comportamiento térmico; entre un material opaco, como los muros, contra uno liso y transparente, como lo es el cristal.

Diversos autores han realizado cálculos periódicos de estos elementos y de sus efectos producidos por las diferentes formas de radiación o de calor, en todo caso nos atañe la evaporación.

*"Todos los impactos caloríficos externos deben traspasar la piel externa del edificio antes de afectar las condiciones de la temperatura interior".<sup>18</sup>*

En cuanto a la evaporación, siempre tiene influencia el viento con sus efectos e impactos en el clima y en la masa edificatoria.

*"El aire con alto contenido de vapor de agua penetra a través de los materiales o de los espacios abiertos de la edificación hacia aquellas zonas con una presión de vapor baja. Generalmente la dirección del flujo parte desde el interior cálido hacia el frío exterior. También se producen flujos inversos, desde el calor exterior hacia los espacios interiores más frescos".<sup>19</sup>*

<sup>16</sup> Título Segundo del Territorio Municipal. Cap. II. División administrativa del territorio. Art.12. Sesión extraordinaria de cabildo No.43, el 4 de Noviembre del 2008.

<sup>17</sup> Olgay, V. Op.cit.Pág.66.

<sup>18</sup> Ídem, Pág. 113.

<sup>19</sup> Ídem, Pág. 114.

## 2.2.1.- GANANCIA Y PÉRDIDA DE CALOR.

La ganancia solar de los edificios está en función de la cantidad de radiación recibida a través de las envolventes, pero dependiente de otras variables.

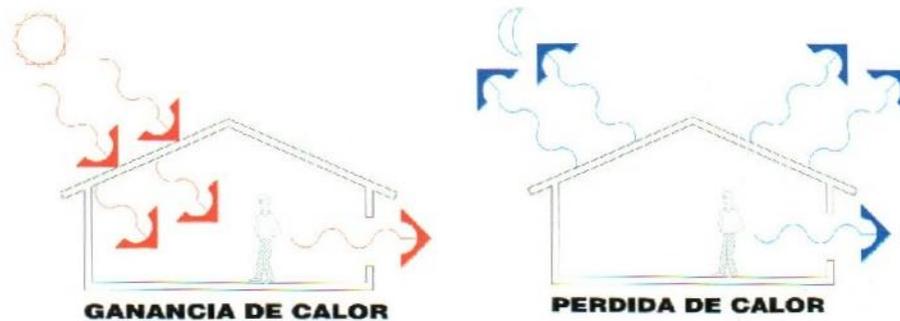
De esta forma Brown (1994), expone *“La cantidad de radiación solar transmitida a través de la envolvente de la construcción, está en función de la radiación disponible, el área, orientación y las características de transmisión de calor de la envolvente expuesta”*.<sup>20</sup>

La cantidad de flujo de calor también se relaciona con la ocupación, porque la temperatura interior está determinada por un criterio de confort humano.

*“La ganancia de calor por luz eléctrica, gente y equipo, forman la combinación de Clima, programa y forma”*.<sup>21</sup>

La cantidad de calor que fluye a través de la envolvente del edificio debida a la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior, está en función de la magnitud de esta diferencia, *“Dado que el calor fluye directamente del calor al frío, si el interior es más caliente que el exterior, el calor fluirá hacia afuera. Si el interior es más frío que el exterior, fluirá el calor hacia adentro”*.<sup>22</sup>

Fig.14.



Mientras tanto, la resistencia del flujo de calor se da por las características de los materiales en su superficie y el área de su envolvente, de tal forma, *“Mientras la ganancia de calor solar a través de superficies opacas puede ser muy considerable de 0 a 12%, es pequeña comparada con la ganancia a través de un ventanal el cual puede ser mayor de 85% de radiación incidente”*.<sup>23</sup>

<sup>20</sup> Brown, G.Z. Op.cit. Pág.54.

<sup>21</sup> Ídem, Pág.51.

<sup>22</sup> Ídem.

<sup>23</sup> Ídem, Pág. 54.

La importancia de establecer referencias de la ganancia y pérdida de calor para los edificios, se debe a la situación de poder prever o tener muy en cuenta la condición del "confort térmico", para los usuarios, en los espacios interiores, explicado más adelante en posterior capítulo. Se podrán determinar entonces, la ganancia solar y pérdida, desde la parte del diseño arquitectónico y elegir los materiales adecuados para emplear en la construcción, o tener en cuenta también la capacidad térmica de estos, y desde otra perspectiva, pero en conjunto, la ventilación hará posible o coadyuvará en el enfriamiento del edificio.

Mondelo (1995), en su ergonomía, previene sobre las tensiones calóricas a las que puede someterse el cuerpo humano, siempre y cuando se encuentre en una situación fuera del confort, debido a una sobre carga calórica o viceversa.

*"Bajo condiciones calurosas el centro termorregulador incrementa el flujo sanguíneo cargado del exceso de calor interno hacia los vasos capilares de la piel, llegando a ser el 30% del flujo total. Así la piel aumenta su temperatura y facilita la disipación de calor hacia el entorno por convección y por radiación."*<sup>24</sup>

Por lo tanto, explica, si las pérdidas de calor por convección y radiación, no son suficientes, para evitar el incremento de la temperatura corporal, se iniciará la segregación del sudor, para que por evaporación se provoque la evacuación del calor excesivo de la piel.

*"Hay que tener en cuenta que la sudoración por sí misma no garantiza la evacuación del calor de la piel, sino que es la evaporación del sudor, la cual no depende del individuo, sino de la humedad contenida en el aire circundante, de la calidad y cantidad de la ropa y de la velocidad relativa del aire respecto a la persona"*.<sup>25</sup>

Esta situación explica la importancia de una óptima ventilación y a la vez el control del viento, para lograr el necesario confort-higrotérmico de los usuarios. *"Los efectos del viento en la vivienda deben considerarse tanto exterior como interiormente (debido a la trasmisión por convección y a la infiltración)"*.<sup>26</sup>

Es notable la aportación, que Olgyay hace al elaborar un recuento muy importante de la forma como la radiación incide en los edificios y establece parámetros para observar gráficamente a los elementos climáticos para poder elaborar a conveniencia las estrategias para un diseño Higrotermicamente-regulado.

<sup>24</sup> Mondelo R., Pedro, Gregori Torada, Enrique, Comas Uriz, Santiago, Castejón Vilella, Emilio y Bartolomé Lacamba, Esther (1995): *Ergonomía 2: Confort y estrés Térmico*. Editorial Mutua Universal, Barcelona, España.

<sup>25</sup> Ídem, Pág. 24

<sup>26</sup> Olgyay, V. Op.cit.Pág.42.

### 2.3.- IMPACTO DEL VIENTO SOBRE EL PRODUCTO ARQUITECTÓNICO.

De antaño es conocida la forma como nuestros antepasados, en diferentes países climatizaban o ventilaban de manera natural sus edificios y viviendas; la vivienda es considerada actualmente desde el nivel urbano como el "Espacio Existencial"<sup>27</sup>, más privado del ser humano; que en vasta comunidad llega a ser el elemento básico de la familia.

"La casa es la obra útil por excelencia, el albergue, el lugar, el resguardo que habita la familia"<sup>28</sup>

"La arquitectura es un arte relacionado con la vivienda del hombre"<sup>29</sup>

"La vivienda es la experiencia del espacio"<sup>30</sup>

"La casa es una máquina para vivir"<sup>31</sup>

Un gran urbanista como lo fue Linch (1981), planteaba de manera diferente los espacios del hombre, agrupándolos por ciertas restricciones y límites; quienes en colectividad dan las características a las ciudades. Percibiendo así de esta manera el llamado paisaje urbano. "Se pueden crear distritos que tengan una fuerte identidad visual o dotarlos de límites visibles; construir centros activos de algún carácter especial; crear hitos visibles y audibles en puntos y momentos estratégicos; explotar e intensificar las características naturales; o conservar y realzar el carácter urbano ya existente".<sup>32</sup>

Las culturas prehispánicas, en nuestro país utilizaban acertadamente los elementos de la naturaleza, sacándole el mayor provecho. En los pueblos aún existentes, quienes no se han contaminado aún por el desarrollo de las tecnologías globalizadas, existe una forma diferente de edificación; es la arquitectura popular o tradicional, llamada actualmente "arquitectura vernácula"<sup>33</sup>, hoy en día, aún prevalece y suele ser la más amable y respetuosa con el medio ambiente.

<sup>27</sup> Norberg-Schulz, Christian (1975): *Nuevos caminos de la arquitectura. Existencia, espacio y arquitectura*. Editorial Blume, Barcelona, España.

<sup>28</sup> Philippe, M.D. (1969): *L'Activité Artistique: Philosophie du Ferie*. Ediciones Beauchesne, Paris, Francia.

<sup>29</sup> Palladio, Andrea (1570): *Los cuatro libros de la arquitectura. 2º. Libro*. Editorial Princeps por Franceschi, Venecia, Italia.

<sup>30</sup> Moholy, Nagy, László (1963): *La nueva visión y reseña de un artista*. Editorial Infinito, Buenos Aires. 2ª. Edición en Castellano [Traducido del alemán] "Von Material Zu Architektur", 1ª. Ed. 1929.

<sup>31</sup> LeCorbusier, (1923): *Hacia una nueva arquitectura*. París, Francia.

<sup>32</sup> Linch, Kevin (1985): *La buena forma de la ciudad*. Editorial G.G. [Traducido del Inglés] "A theory of good city form", Cambridge: The MIT press, 1981. Barcelona, España.

<sup>33</sup> Sánchez Suarez, Aurelio (2001): *La arquitectura Vernácula en el Camino Real del norte de Campeche*. Anuario de Estudios de Arquitectura, Historia, Crítica y Conservación 2001: 168-178, México. Ediciones Gernika, UAM-Azcapotzalco.

La ventilación para estas viviendas, construidas con tecnología tradicional, es la más adecuada, sabiamente estudiada desde la observación del propio clima y llevada a la práctica en el lento correr del tiempo, transmitida de generación en generación.

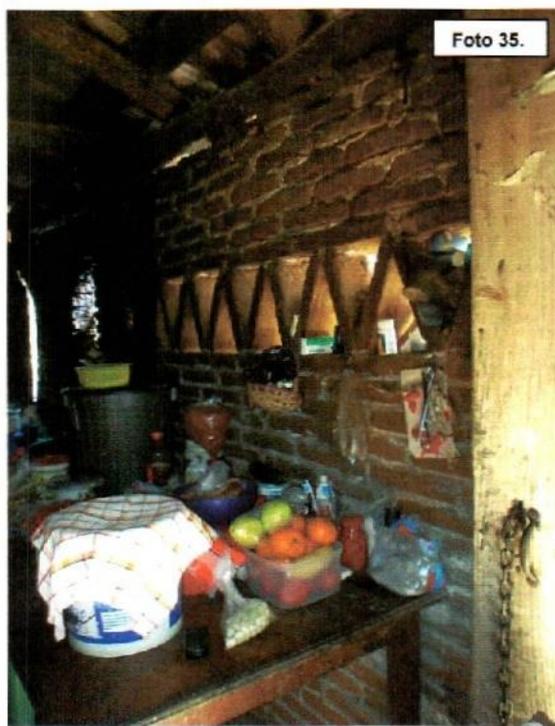


Foto 35.



Foto 36.

Fotos 28 y 29. A las afueras del contexto urbano, o sea el rural, podemos aún apreciar la conformación de la vivienda tradicional o vernácula y observamos también diferentes detalles de la ventilación para diferentes zonas de la vivienda. Fotos cocina y fachada exterior.

### 2.3.1.- VENTILACIÓN E INFILTRACIÓN.-

La ventilación se refiere prácticamente a la "acción y efecto de ventilar o ventilarse"<sup>34</sup>, es también la forma de dirigir o mover el viento para un determinado fin.

"Ventilación es el proceso de suministrar aire, natural o acondicionado y removerlo de cualquier espacio por cualquier método".<sup>35</sup>

Según Fuentes (2004), "La ventilación es el intercambio de aire en un espacio".<sup>36</sup> Y promueve y explica tres maneras en que la ventilación puede darse:

Tabla.16.

TIPOS O MANERAS DE LA VENTILACIÓN:
Ventilación Natural.
Ventilación por infiltración.
Ventilación Forzada.

- La *ventilación natural*, se refiere al intercambio de aire que se da de manera intencional a través de las aberturas de los espacios, ya sean puertas, ventanas, vanos, tiros, etc.  
Puede ser originada por dos causas:
  - 1.- Por presiones debidas al viento.
  - 2.- Por diferencias de temperatura, y por lo tanto de densidad del aire, entre el exterior y el interior. Ambas fuerzas pueden actuar de manera independiente o combinada.
- La *infiltración*, se refiere al intercambio de aire que se da de manera no controlada y no intencional a través de aberturas, fisuras o ranuras de la edificación. Al igual que la ventilación natural, la infiltración puede ser provocada por presiones de viento o por diferencias térmicas. A pesar de que la infiltración no es controlada y por lo tanto poco confiable, es una fuente de ventilación importante en las edificaciones, sobre todo en aquellas localidades donde, por su clima o deficiencias tecnológicas, no se pone atención a los sellos, trampas o esclusas contra la infiltración del aire.

<sup>34</sup> ----- (2004): *Gran Diccionario Enciclopédico Visual. (12 Tomos)*. Editorial Océano, Barcelona, España.

<sup>35</sup> Boutet, Terry (1987): *Controlling Air Movement*. Editorial Mc. Graw Hill, New York, USA.

<sup>36</sup> Fuentes Freixanet, Víctor y Rodríguez Viqueira, Manuel (2004): *Ventilación natural, Cálculos básicos para arquitectura*. UAM- Azcapotzalco, México, D.F. 2004.

- La *ventilación forzada* es aquella que utiliza sistemas mecánicos para lograr el intercambio de aire. Desde luego este tipo de ventilación es sobre el cual se tiene más control, tanto en el flujo de intercambio de aire, su distribución y acondicionamiento artificial. Sin embargo es el menos recomendable desde el punto de vista de la salud, bienestar y confort de los ocupantes, así como por su alto consumo energético.

*"La ventilación es necesaria por dos razones fundamentales: para renovar el aire de los espacios y con fines de climatización".<sup>37</sup>*

De tal manera podemos resumir; la actuación del viento en los espacios destinados a ser utilizados por el hombre para su confort térmico puede llamarse ventilación natural, siendo el resultado de introducir o hacer introducir por una abertura el viento. Otro ejemplo tratándose de ventilación conducida para otro tipo de servicios son los siguientes "*tipos de ventilación*"<sup>38</sup> estos mismos se pueden catalogar de la siguiente forma:

Tabla 17.

TIPOS Y MÉTODOS DE VENTILACIÓN.	
<b>MÉTODOS DE VENTILACIÓN:</b>	
Ventilación natural:	A través de una abertura para la transición de aire entre las atmósferas interiores y exteriores
Ventilación Hidráulica:	Utilizando aplicación de agua
Ventilación Forzada:	Inyectando o extrayendo aire, por medios mecánicos.
<b>TIPOS DE VENTILACIÓN:</b>	
Ventilación vertical.	
Ventilación horizontal.	

Es posible según Olgyay, hacer "*cálculos del viento*"<sup>39</sup> considerando algunos factores como:

- Disminución de la velocidad del viento, cercana al suelo.
- Modificación de flujos de viento, debido al entorno o topografía.
- Evaluación del confort.

*"Los efectos del viento en la vivienda deben considerarse tanto exterior como interiormente (Debido a la transmisión por convección y a la infiltración)."*<sup>40</sup>

<sup>37</sup> Fuentes, F.V. y Rodríguez, V.M. Op.cit. Pág.49.

<sup>38</sup> ----- (2009): *Apuntes para ventilación y ventilación forzada*. 18ª Estación de bomberos de Vitacura, Cuerpo de bomberos de Santiago, Chile.

<sup>39</sup> Olgyay, V. Op.cit. Pág.39.

<sup>40</sup> Ídem, Pág. 42.

### 2.3.1.1- EFECTOS DEL VIENTO EN ESPACIOS EXTERIORES.

Prudente es analizar las condiciones del entorno en un espacio exterior, antes de ubicar el problema a tratar. Pues una vez conocidas dichas condiciones permitirán el buen acondicionamiento y aprovechamiento de dichos espacios, especialmente durante los rigores de la estación calurosa.

El viento forma parte integrante de los factores que afectan el medio ambiente exterior, *"Uno de los factores del viento capaz de modificar y condicionar el diseño de los espacios exteriores, es la "Velocidad" <sup>41</sup>, obligando a introducir elementos o sistemas que reduzcan la influencia o flujo del viento. Siempre teniendo en cuenta como se mencionó anteriormente su procedencia; "Dirección".*

Se entiende también como lógico el campo de aplicación limitante del clima exterior en relación con algunas técnicas naturales de enfriamiento, como por ejemplo, un clima húmedo limita las posibilidades de aplicación de las técnicas naturales basadas en el de enfriamiento evaporativo, en nuestro caso particular, se reduce a poder aplicar estas técnicas a una temporada determinada, en verano, siendo también la época más castigada por el calor y la sequía.

Es por lo tanto muy importante *"Conocer las variables, que implican la climatología de un lugar e intervienen en el balance térmico del ocupante, como son: temperatura y humedad del aire, radiación solar incidente, velocidad y dirección del viento". <sup>42</sup>*

Las siguientes son variables meteorológicas que deben de estar bien caracterizadas por medio de información sobre:

- valores máximos.
- valores medios.
- valores mínimos.
- oscilaciones diarias.
- variaciones horarias.
- variaciones micro climáticas.

Estas son variables sobre el comportamiento del viento, modificables según la hora del día. Una de las variables más importantes de analizar cuidadosamente son las **variaciones micro-climáticas**, de acuerdo a la ubicación de la estación meteorológica más cercana que suministra la información de las condiciones climáticas del espacio en cuestión.

---

<sup>41</sup> Guerra Macho, José, Álvarez Domínguez, Servando, Molina Félix, José y Velázquez Vila, Ramón (1994): *Guía básica para el acondicionamiento climático de espacios abiertos*. Departamento de Ingeniería Energética y Mecánica de Fluidos, Universidad de Sevilla, España.

<sup>42</sup> Ídem.

Esto es porque el microclima puede variar de un clima urbano a uno rural, en una misma ciudad y en distintas estaciones meteorológicas, en algunos grados centígrados.

En nuestro caso en particular para la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, se tomaron los datos de tres estaciones meteorológicas; cercanas en su ubicación, en la zona poniente-sur y poniente-norte de la ciudad. Estos datos hacen posible la comparación en los resultados de Temperatura y H.R. en tres años consecutivos del 2007 al 2009, entre las mismas. (Consultar datos de las tablas 11, 12, 13 y 14), la finalidad es ubicar las características del clima de la región, además de conocer los datos necesarios de viento, para demostrar el potencial de la ventilación pasiva, esto demostrado en capítulos posteriores a continuación.

Tabla.18

VARIABLES DEL VIENTO EN EL MES DE MAYO DEL 2009.					
OBSERV. MET. "Los laguitos"	TEMPERATURA. °C		H.R.	VIENTO DOMINANTE.	
	MAX.	PROM.		Int. K/h.	Dir.
DIAS			%		
6	-	-	-	19	292° WNW
12	-	-	-	21.24	315° NW
18	-	-	-	23.04	337° NNW
24	-	-	-	24.12	270° W
ESTACIÓN MET. "Terán-Aeropuerto"					
DIAS					
6	36	28.5	54	19 a 35	270° W
12	34	26.7	69.6	19 a 37	300° NW
18	30	25.3	71.5	19 a 37	330° NNW
24	34	27.3	62.6	35	270° W

La estación meteorológica "Los laguitos" de la Comisión Nacional del Agua (C.N.A); proporciona los datos más importantes de la zona Norte-Poniente, (tabla 8 y 10) siendo según los mismos; la zona mejor ventilada de la ciudad, ésta a su vez, comprueba los datos precisos para el conocimiento de la acción de los vientos en esta área, así como su afectación en otras zonas de la ciudad.

En la tabla anterior, se hace un resumen de la comparación entre las variables de velocidad y dirección, del año 2009, aportados en las tablas 10 y 11, correspondientes a dos de las estaciones meteorológicas, ubicadas en direcciones contrarias, "El observatorio Los laguitos de C.N.A. y "La estación

Terán-Aeropuerto", de esta manera, se conjuntan las variables de viento más necesarias para conocer el contexto del lugar adonde se llevarán a cabo los experimentos. En este caso se aprecia una velocidad de viento suficiente, no en calma, para llevar a cabo el experimento de ventilación evaporativa, la dirección es la de los vientos dominantes, ideal para recibirlos de frente al dispositivo. Mientras que la Temperatura se maneja en rangos muy altos y la Humedad en rangos muy bajos, según estos registros, son datos ideales también, para ubicar el período o potencial del experimento en cuestión.

De esta manera las aproximaciones, entre las comparaciones de los diferentes centros meteorológicos nos presentan resultados característicos del clima de la capital chiapaneca tales como:

**CALUROSO, SUB-HÚMEDO.**

Esto lo podemos apreciar en el capítulo adelante; en donde se realiza un cálculo de las diferentes temperaturas y humedades, resultado de datos aportados por el S.M.N., de la C.N.A., estas pueden compararse a su vez con los resultados obtenidos de los otros centros locales, dando como consecuencia, una mejor delimitación y contextualización del microclima de la zona a donde se van hacer los experimentos, de esto se tratará en el capítulo 2.4.1.1, posterior.

### 2.3.1.2.- EFECTOS DEL VIENTO EN ESPACIOS INTERIORES.

Dado que el viento es aire en movimiento, los movimientos del aire son englobados por Olgay, dentro de su magno método universal para aplicar al "Control Bioclimático desde la Arquitectura".<sup>43</sup>

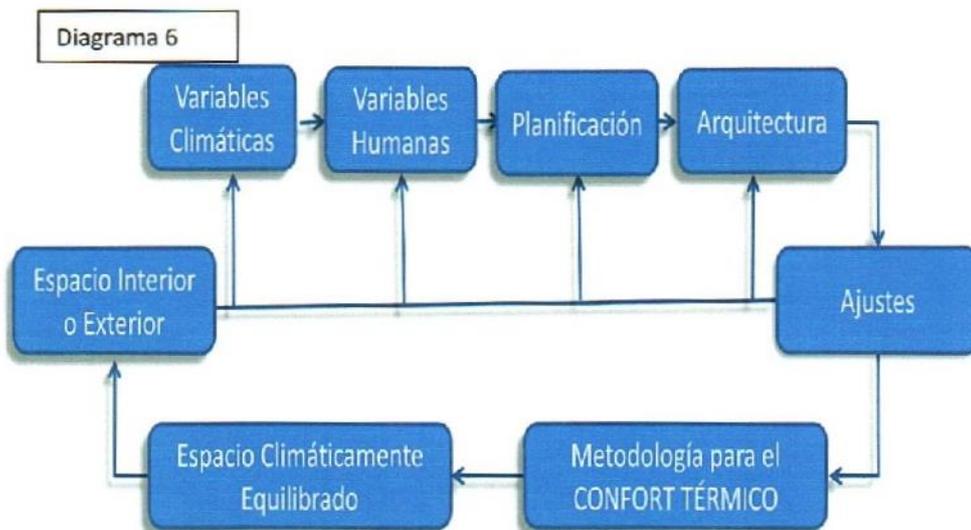
"El movimiento del aire en los espacios interiores debe satisfacer las necesidades bioclimáticas"<sup>44</sup>.

Por tanto el viento aparte de ser un factor primordial en la obtención de confort, es una estrategia de control bioclimático.

Para efecto del viento en los espacios cerrados o internos, intervienen diferentes factores y uno de ellos es la inducción del viento a través de aberturas, las aberturas se pueden manejar de diferentes dimensiones, forma y tipo; pudiendo ser medidas estandarizadas para cierto tipo de espacios en la construcción del hábitat humano.

De esta manera para experimentar el confort interior de un espacio, estas son las principales variables a considerar.

- Temperatura del aire.
- Humedad del aire.
- Temperatura radiante.
- Movimiento y velocidad del viento.
- Vestimenta
- Nivel de actividad.



<sup>43</sup> Olgay, Víctor (2002): *Arquitectura y clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España.

<sup>44</sup> Ídem, Pág. 12.

Con estas variables el reto del arquitecto es el de producir elementos tectónicos capaces de crear un entorno que no produzcan tensiones negativas sobre el mecanismo de compensación de calor del cuerpo, logrando el objetivo primordial de un espacio interior, el confort del usuario.

Olgay (1998), cita a H.M. Vernon y a T. Bedford quienes han realizado diferentes investigaciones y experimentos para definir las condiciones del confort, "Vernon afirma que las temperaturas ideales, con poco movimiento del aire, de menos de 0.25 m/s, son: 19 °C en verano y 17 °C en invierno", "Bedford sitúa la temperatura interior ideal en 18 °C durante el invierno y define una zona de confort entre los 13 y los 23 °C".<sup>45</sup>

De manera obvia, la apreciación de estas temperaturas corresponde para la zona ubicada al norte del hemisferio, no así para las zonas situadas entre los trópicos, en donde las temperaturas confortables aumentan hasta ubicarse en su rango de confort "Según la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, (ASHRAE), el rango comprendido entre 22 y 28 °C; corresponde a la comodidad, en donde hay que tomar en cuenta las condiciones en las cuales el ser humano puede desarrollar las funciones metabólicas de la mejor manera (condiciones de confort)."<sup>46</sup>

Posteriormente en el último apartado de este capítulo, se hace un cálculo de la posición centro de la zona de confort para Tuxtla Gutiérrez. Según la ecuación propuesta por Szokolay.

---

<sup>45</sup> Ídem, Pág.17.

<sup>46</sup> Morillón Gálvez, David (2003): *Comportamiento bioclimático en la Arquitectura*. Instituto de Ingeniería de la UNAM, México, D.F. 34 pp 12.

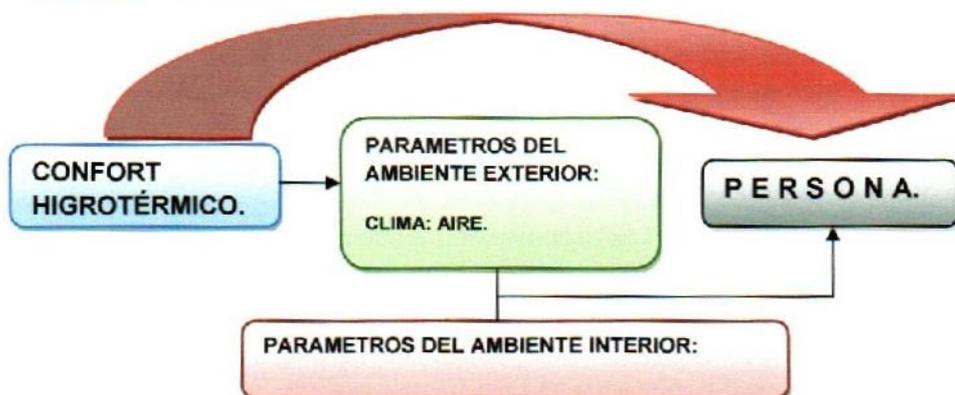
## 2.4.- EL CONFORT HIGROTÉRMICO Y LA "ZONA DE CONFORT".

Primeramente el término confort, se define según la Organización Mundial de la Salud, (O.M.S.) como: "Estado de completo bienestar físico, mental y social del individuo y no solamente la ausencia de afecciones o de enfermedades."<sup>47</sup>

Ahora bien el confort higrotérmico o la Comodidad higrotérmica, es la ausencia de malestar higrotérmico. Según Roset (2004), el confort higrotérmico es un factor externo, que se incluye dentro de los factores del confort térmico sensible al ser humano. "El confort térmico representa el sentirse bien desde el punto de vista del ambiente higrotérmico exterior a la persona".<sup>48</sup>

Diaq. 7.

### PARÁMETROS DEL CONFORT HIGROTÉRMICO .



La fisiología define al confort higrotérmico cuando no tienen que intervenir mecanismos termoreguladores del cuerpo, para una actividad sedentaria y con un ligero arropamiento. Estos mecanismos se refieren al sistema termoregulador del cuerpo, es decir el metabolismo, sudoración u otros.

"El clima es un factor que modifica la intensidad del metabolismo".<sup>49</sup>

El medio ambiente con sus diferentes factores influyen directamente en la salud del ser humano, de esta manera, en un clima excesivo ya sea por calor o frío se aprecia una disminución de nuestra energía; esto es resultado de la adaptación a dichas condiciones que el hombre realiza mientras se encuentra expuesto a este medio, ahora estudiado más de cerca.

"Al estudiar las cifras de metabolismo en distintas zonas de la superficie terrestre, se ha comprobado que son de 10 a 20 %, más bajas en las regiones tropicales que en las frías".<sup>50</sup>

<sup>47</sup> Constitución de la Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 1946, N.Y. U.S.A., O.M.S.

<sup>48</sup> Roset, Jaime (2004): Cálculos en confort térmico, COTEDI, Universidad de Zulia.

<sup>49</sup> Guyton, Arthur (1977): *Tratado de Fisiología Médica*, Ed.Interamericana, 5ª. Edición. Traducida al Español. México. 1159 pp 945-952.

<sup>50</sup> Ídem.

El confort higrotérmico se refiere pues, al confort obtenido entre algunas de las variables de Temperatura y Humedad, en cuanto al viento se refiere. Los pioneros en estos términos son Olgay (1963) y posteriormente Givoni (1969), quién menciona por vez primera la conjunción de estas variables.

Estas condiciones, en las que el hombre tiende a esforzarse menos para poder adaptarse al medio que le rodea es la denominada "Zona de confort" en la que "El hombre se esfuerza por llegar al punto en el que adaptarse a su entorno le requiera solamente un mínimo de energía"<sup>51</sup> y aquí en este estado o momento las personas usuarias de un espacio, tienden entonces a dejar de liberar energía y se dedican a producir.

A esto Olgay (1968), menciona dos diferentes métodos para evaluar estos efectos en la salud del ser humano.

El primero; "Describe los efectos negativos del clima en el hombre."<sup>52</sup>

El segundo; "Define las condiciones en las cuales la productividad, la salud y la energía mental y física alcanzan su máxima eficiencia."<sup>53</sup>

#### ▪ MÉTODO OLGAY LAS 4 ETAPAS.

1.- Los datos climáticos de una región.

2.- La evaluación biológica.

3.- Las soluciones tecnológicas.

- ✓ La selección del lugar.
- ✓ La orientación.
- ✓ Los cálculos de la sombra.
- ✓ La forma de las viviendas.
- ✓ Los movimientos del aire.
- ✓ El equilibrio de la temperatura interior.

4.- La aplicación arquitectónica.

Dentro de los estudios realizados para confort higo-térmico, después de Olgay (1963), pionero en diseño bioclimático y creador de la famosa carta bioclimática, esta es retomada y mejorada por Givoni (1969), presentando significativas aportaciones, determinando y creando el diagrama psicrométrico, estableciendo los límites de efectividad de diferentes estrategias de diseño, para lograr el confort higo-térmico, en los diferentes edificios arquitectónicos. Dichos límites forman zonas, que establecen los alcances del diseño arquitectónico con respecto a su buen funcionamiento,

---

<sup>51</sup> Ídem, Pág.15.

<sup>52</sup> Olgay, Víctor (2002): *Arquitectura y clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España.

<sup>53</sup> Ídem.

ante las condiciones de temperatura y humedad específicamente, creando un ambiente confortable. Este es el llamado "Diagrama Psicrométrico o carta bioclimática constructiva o de edificaciones".

En este Diagrama se determinan ciertas Zonas, estas suelen ser:

- Zona neutra o de confort.
- Zona de ventilación natural.
- Zona de calentamiento.
- Zona de enfriamiento evaporativo.
- Zona de masa térmica.
- Zona de humidificación.
- Zona de aire acondicionado artificial.

Estas zonas relacionadas con los mecanismos de transferencia de calor, se describen de la siguiente manera<sup>54</sup>:

- Zona 1.- Calentamiento.
- Zona 2.- Confort.
- Zona 3.- Ventilación Natural.
- Zona 4.- Masa Térmica.
- Zona 5.- Enfriamiento Evaporativo.

Szokolay (1980), describe en su texto sobre el confort, las siguientes zonas de confort, en donde expresa a través de la carta psicométrica como nueva propuesta, los siguientes parámetros o "estrategias de diseño"<sup>55</sup>; adaptables al clima de cada lugar, teniendo en cuenta un nuevo concepto a observar y estudiar "El confort adaptativo" del cuerpo humano.

#### ▪ ESTRATEGIAS DE DISEÑO DE SZOKOLAY.

Zona 1.-

Estrategias:

- Calentamiento.
- Reducir flujo conductivo.
- Restringir ventilación.

Desde este punto de vista optamos por el estudio luego entonces con sus debidas limitaciones de los factores fisiológicos, los factores climáticos y por ende los térmicos; tomando en cuenta en la medida posible la adaptación de tecnologías de transferencia por medio de dispositivos pasivos.

---

<sup>54</sup> Watson, Donal y Labs, Kenneth (1983): *Climatic Design*. Editorial Mc Graw-Hill Book Co. New York, USA.

<sup>55</sup> Docherty, Michael & Szokolay, Steven (1999): *Climatic Analysis*. PLEA- The University of Queensland Printery, Australia.

Tomando en cuenta los factores principales del clima, como serían, los mostrados en la tabla 19, como se aprecia a los de la primera columna correspondientes a "variables del viento".

Tabla 19.

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Temperatura del aire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Temperatura radiante.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Humedad del aire.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Movimiento y velocidad del viento.</li> </ul>	

Es importante conocer también, los medios a través de los cuales el cuerpo humano intercambia calor con su entorno para la aplicación correcta de estas estrategias, estos pueden clasificarse en cuatro procesos principales:

- Radiación.
- Conducción.
- Convección.
- Evaporación.

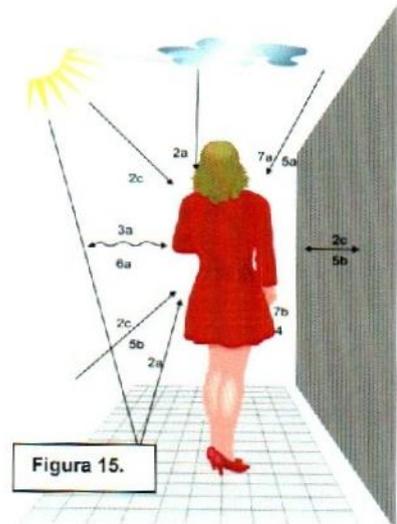


Figura 15.

En este caso interesa estudiar los procesos a través de los cuales podemos llegar a utilizar un mecanismo que nos acerque a emplear de manera correcta el potencial de la evaporación en nuestro medio climático.

*"En el cuerpo se produce constantemente calor como producto secundario de las reacciones metabólicas y se pierde continuamente calor, que pasa al medio vecino. Cuando la intensidad de calor producido es exactamente igual a la intensidad de calor perdido, se dice que el individuo se halla en equilibrio calórico. Pero cuando deja de existir el equilibrio, es evidente que empiezan a subir o bajar tanto el calor que contiene el cuerpo, como la temperatura del organismo".<sup>56</sup>*

<sup>56</sup> Guyton, Arthur (1977): *Tratado de Fisiología Médica*. Op.cit. Pág.950.

Morillón (2004), establece una "metodología de evaluación y delimitación de las condiciones de "Confort Higrotérmico"<sup>57</sup>, mediante los siguientes pasos:

Tabla 20.	
METODOLOGÍA PARA EL CONFORT HIGROTÉRMICO.	
Pasos.	Acciones a realizar.-
1.-	<p><b>Obtener los datos climáticos correspondientes,</b></p> <p>a la zona geográfica en estudio, los más importantes a obtener serían:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperaturas promedio Máximas y mínimas mensuales.</li> <li>- Temperatura media.</li> </ul>
2.-	<p><b>Calcular la posición centro de la zona de confort (Tn),</b></p> <p>mediante la ecuación propuesta por Szokolay (1984):</p> $T_n = 17.6 + 0.31 (T_{ma}), \text{ en } ^\circ \text{C.}$ <p>Donde Tma es la:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- temperatura media mensual.</li> </ul>
3.-	<p><b>Calcular la amplitud de la zona de confort.</b></p> <p>Determinando la oscilación media, mediante los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura del aire máxima, promedio mensual.</li> <li>- Temperatura del aire mínima, promedio mensual.</li> </ul> <p>*Anotando la diferencia entre los datos se determina, mediante la tabla 1 de Morillón.</p> <p>Ésta nos llevará a su vez a determinar, la "Amplitud de la zona de confort", comparada con la "Tn", se determinan los "límites de la zona de confort".</p>
4.-	<p><b>Definir las condiciones de sensación térmica.</b></p> <p>Obteniendo los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura.</li> <li>- Humedad relativa horaria.</li> </ul> <p>*Estos datos se comparan con los intervalos propuestos por la "American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineer (ASHRAE).</p>

<sup>57</sup> Morillón Gálvez, David (2004): *Atlas del bioclima de México*. Serie de investigación del Instituto de Ingeniería de la UNAM, México, D.F.

#### 2.4.1.- FACTOR ÓPTIMO DE HUMEDAD.

Anteriormente se han explicado las propiedades físicas de la humedad, en cuanto a su función como elemento del clima, una de las variables características de la atmosfera, estas propiedades siempre están en continuo cambio, debido al mínimo cambio de las otras variables, capaces de afectar a todas en conjunto. Esto explica la llamada "teoría de la climatología dinámica", que inscribe al clima en "ciclos dinámicos"<sup>58</sup>, y dan lugar a su continua diversidad.

Rodríguez (2001), analiza y expone a la humedad relativa como: "*Una manifestación de energía del aire (Calor latente)*"<sup>59</sup> Y la relaciona de manera directa con la temperatura y el confort, ambas variables pueden; "*Afectar la percepción del confort en las personas*"<sup>60</sup>.

De esta manera explica, "*El manejo de la humedad en el diseño es una herramienta básica de la climatización pasiva por su bajo costo y enorme efecto en los espacios*"<sup>61</sup>.

El factor óptimo de humedad, cobra entonces gran importancia en los estudios de climatización de los espacios dirigidos a ser ocupados por el ser humano, Olgyay (1963), es el gran pionero, logrando un gran paso con enfoques cualitativos sin perder de vista el enfoque cuantitativo, Givoni (1969), por su parte realiza estudios con enfoques cualitativos, logrando plasmarlos en su diagrama psicométrico; en su mencionada "zona de confort", posteriormente otros autores realizan una ampliación de los diferentes enfoques.

Todo con el fin de que la temperatura interna del ser humano, permanezca constante, el balance térmico deberá permanecer constante, al poseer ganancias y pérdidas de calor por cualquiera de los "*medios de intercambios de calor*"<sup>62</sup>. Las tres primeras formas de intercambios se refieren al "calor sensible", la evaporación se refiere al "calor latente".

En los 70's Givoni (1976), por realizó un viaje de estudios a Brasil; aplicando su famoso climograma para las zonas extremas cálidas húmedas, a su vez, este mismo es retomado y utilizado por su versatilidad para determinar la zona de confort de diferentes climas, como el ejemplo en la página siguiente.

---

<sup>58</sup> Rodríguez Viqueira, Manuel (2004): *Introducción a la arquitectura bioclimática*. Editorial Limusa, México, D.F.

<sup>59</sup> Ídem, Pag.19.

<sup>60</sup> Ídem.

<sup>61</sup> Ídem.

<sup>62</sup> Olgyay, Víctor (2002): *Arquitectura y clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España.

Tabla. 21.

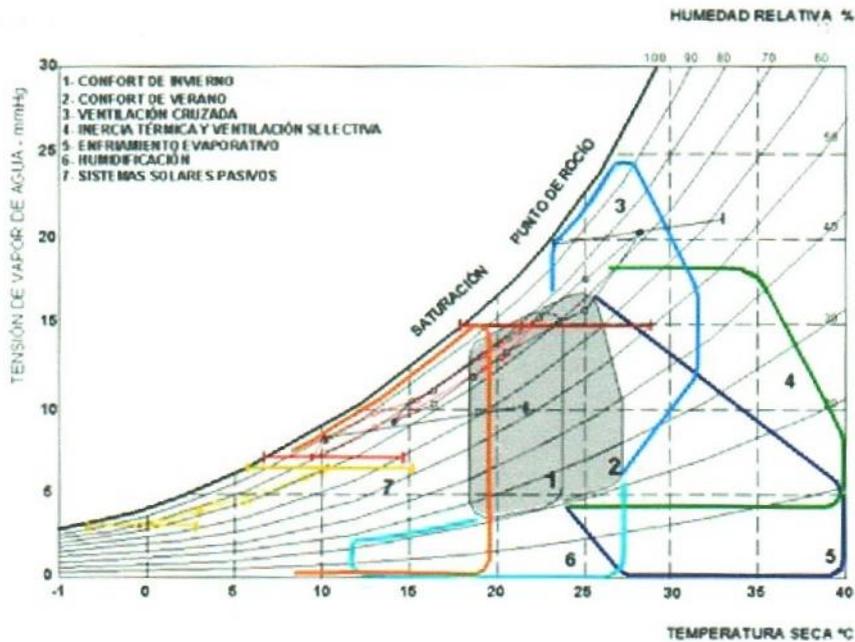


Tabla 21. El climograma de B. Givoni, aplicado a los climas húmedos. Indicando climas muy cálidos a uno muy frío.

La tabla 17, muestra un ejemplo de la investigación aplicada, por Czajkowski (2007), obteniendo el resultado para tomar las adecuadas medidas de confort a los espacios proyectados. Aquí el ejemplo es aplicado para determinar "zonas de confort en diferentes climas en Argentina".<sup>63</sup>

Por este motivo es importantísimo tener en cuenta todos los factores ambientales, anteriormente al diseño de un espacio habitable pues estos son responsables de lograr el llamado "factor óptimo de humedad". De la misma manera son varios los ejemplos en la actualidad de las herramientas al alcance; con diferentes enfoques, pero todos dirigidos a lograr el desarrollo de un diseño perfectamente compatible con el medio ambiente.

En el capítulo a continuación se presenta la obtención de la zona de confort térmico; para la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, estos resultados son obtenidos mediante el avance en los cálculos realizados en conjunto por la Universidad de Colima y la Universidad Veracruzana, en México.

<sup>63</sup> Czajkowski, Jorge (2007): Edificios para habitación humana en climas húmedos. Evaluación y propuesta de medidas para la mitigación del cambio climático. Publicados en Actas Jornadas Investigación. FAU-UNLP; La plata Argentina.

### 2.4.1.1.- LOS RANGOS DE CONFORT DE LA TEMPERATURA Y LA HUMEDAD, EN TUXTLA GUTIÉRREZ.

El confort, comparando los registros de los centros meteorológicos, con respecto a la teoría descrita, desde los rangos de la zona de confort, citado por Olgay (1998), para diferentes lugares del mundo, declara como:

"La zona de confort situada entre los trópicos arroja unas temperaturas de entre 23.3 y los 26.7 °C; con una humedad relativa entre el 30% y el 70%". Para las zonas cálidas-húmedas, ubicadas dentro de las latitudes cercanas a los trópicos.<sup>64</sup>"

Las tablas a continuación se derivan del cálculo de "temperaturas (T.B.S.) y humedad relativa (H.R.) para la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, obtenidas del Observatorio Sinóptico, de la CO.N.AGUA. (1981-2000): Datos de Temperatura y Humedad, de las Normales Climatológicas, Dependiente del S.M.N.-C.N.A. Para: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas".<sup>65</sup>

Tabla. 22.

TEMPERATURAS Y HUMEDADES RELATIVAS CALCULO DE MEDIAS HORARIAS												
Procedimiento desarrollado por Dr. Adalberto Tejeda Universidad Veracruzana, México						Hoja de cálculo desarrollada por Dr. Gabriel Gómez Azpeitia Universidad de Colima, México						
Nombre del Sitio	Tuxtla Gtz.											
Latitud del sitio	16.75 °											
Longitud del sitio	93.13 °											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T max PROMEDIO	30	31.5	33.8	35.7	35.5	33	31.7	31.9	31	30.7	30.9	29.8
T min PROMEDIO	16.2	16.9	18	20.5	21.8	21.5	20.6	20.5	20.6	20.1	18.6	17
Osc T	13.8	14.6	15.8	15.2	13.7	11.5	11.1	11.4	10.4	10.6	12.3	12.8
Hr promedio	61	62	58	56	60	70	71	74	75	68	63	64
Tp	296.1	297.2	298.9	301.1	301.7	300.3	299.2	299.2	298.8	298.4	297.8	296.4
Ep	17.5	19.0	19.7	21.7	24.0	25.8	24.5	25.6	25.3	22.4	20.0	18.7
E max	43.4	47.4	54.1	50.3	59.6	51.7	47.9	48.5	46.0	45.2	45.7	42.9
H min	40.3	40.1	38.4	36.0	40.3	49.9	51.1	52.8	55.0	49.6	43.6	43.5
H max	81.7	83.9	79.6	76.0	79.7	90.1	90.9	95.2	95.0	86.4	82.4	84.5
Osc H	41.5	43.8	43.2	40.0	39.4	40.2	39.8	42.4	39.9	36.9	38.7	40.9

<sup>64</sup> Olgay, Víctor (2002): *Arquitectura y clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España, pp. 18.

<sup>65</sup> Tejeda, Adalberto y Gómez Azpeitia, Gabriel (2000): *Cálculos de Medias Horarias: Temperaturas y Humedades Relativas*, Datos obtenidos de las Normales Climatológicas, Dependiente del S.M.N. - C.N.A. Para: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Universidad Veracruzana y Universidad de Colima, México.

Tabla.23.

**CÁLCULO DE TEMPERATURAS PARA TUXTLA GUTIÉRREZ.<sup>66</sup>**

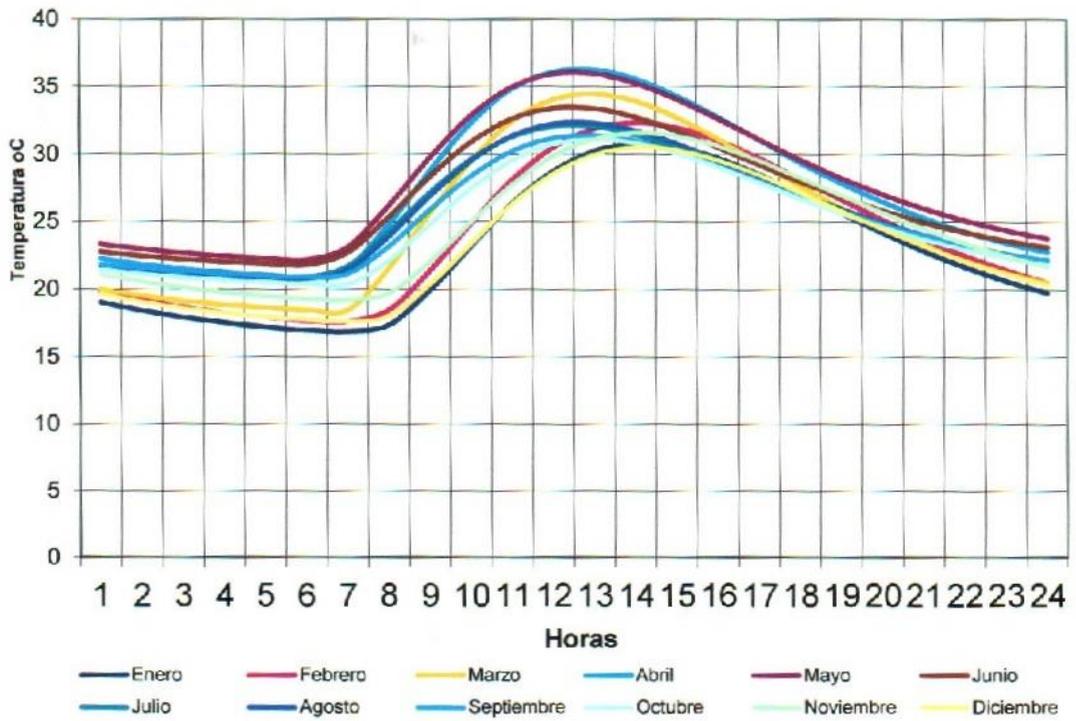
TEMPERATURAS													
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	19.1	19.8	20.0	22.3	23.4	22.8	219	218	219	215	211	211	19.7
2	18.4	19.2	19.5	218	23.0	22.5	216	215	216	212	20.6	19.1	
3	18.0	18.7	19.2	215	22.7	22.2	213	213	213	20.9	20.1	18.6	
4	17.6	18.3	18.9	213	22.5	22.1	211	211	212	20.7	19.8	18.3	
5	17.2	18.0	18.7	211	22.3	219	210	20.9	210	20.8	19.5	18.0	
6	17.0	17.7	18.5	210	22.2	219	20.9	20.8	20.9	20.4	19.3	17.8	
7	16.9	17.7	18.5	217	23.2	22.8	218	215	212	20.4	19.2	17.7	
8	17.4	18.5	216	24.8	26.2	25.3	24.3	23.9	23.2	22.2	19.8	18.1	
9	20.0	21.4	25.6	28.8	29.8	28.3	27.1	26.8	25.9	24.8	22.1	20.4	
10	23.2	24.9	29.5	32.3	32.9	30.9	29.6	29.5	28.4	27.5	25.0	23.4	
11	26.3	28.1	32.4	34.8	35.0	32.6	31.3	31.4	30.2	29.5	27.7	26.3	
12	28.8	30.5	34.0	36.1	36.0	33.4	32.1	32.2	31.2	30.8	29.9	28.6	
13	30.2	31.9	34.5	36.3	36.0	33.4	32.1	32.3	31.4	31.1	31.1	30.0	
14	30.8	32.4	33.9	35.8	35.3	32.8	31.5	31.8	31.0	30.9	31.6	30.5	
16	30.6	32.0	32.7	34.3	34.1	31.7	30.5	30.8	30.2	30.1	31.4	30.3	
16	29.7	31.0	31.2	32.8	32.6	30.5	29.3	29.6	29.1	29.1	30.8	29.6	
17	28.5	29.7	29.4	31.1	31.1	29.3	28.1	28.3	28.0	27.9	29.6	28.5	
18	27.1	28.2	27.7	28.4	29.6	28.0	26.9	27.1	26.9	26.8	28.3	27.2	
19	25.7	28.7	26.0	27.9	28.3	26.9	25.8	26.0	25.8	25.6	27.0	25.8	
20	24.2	25.2	24.6	26.5	27.1	25.9	24.8	24.9	24.8	24.6	25.7	24.5	
21	22.9	23.8	23.3	25.3	26.0	25.0	24.0	24.1	24.0	23.8	24.5	23.3	
22	21.7	22.6	22.2	24.3	25.1	24.3	23.3	23.3	23.3	23.0	23.5	22.2	
23	20.7	21.5	21.3	23.5	24.4	23.7	22.7	22.7	22.7	22.4	22.6	21.2	
24	19.8	20.6	20.6	22.8	23.8	23.2	22.2	22.2	22.3	21.9	21.8	20.4	
	23.0	24.1	25.2	27.4	28.0	26.7	25.6	25.7	25.3	24.9	24.7	23.3	25.3
	27.2	27.6	27.9	28.5	28.8	28.4	28.0	28.1	27.9	27.8	27.7	27.3	27.9
	24.7	25.1	25.4	26.1	26.3	25.9	25.5	25.6	25.4	25.3	25.2	24.8	25.4
	22.2	22.6	22.9	23.6	23.8	23.4	23.0	23.1	22.9	22.8	22.7	22.3	22.9

Ubicando a Chiapas entre el trópico de cáncer y el ecuador, la ciudad capital del estado poseedora de un clima cálido-subhúmedo, sitúa su temperatura máxima; fuera de los rangos de confort, los meses de primavera y parte del verano, con temperaturas que superan los 40°C, así mismo a la humedad, alcanzando los 86%, por debajo de los rangos de confort. Posteriormente, los meses a mitad del año, llegan a alcanzar debido a las primeras precipitaciones, prontamente un rango dentro del confort, no así en cuanto a la humedad, la cual se eleva hasta una máxima de 100 %. (Dato reportado en un día del mes, como "fenómeno especial", Ver tabla número 11, de datos climatológicos para el mes de Mayo).

<sup>66</sup> Tejeda, Adalberto y Gómez, Azpeitia, Gabriel ( Año): Temperaturas y Humedades Relativas ; *Cálculo de medias horarias*. Universidad Veracruzana y Universidad de Colima, México.

Grafica 4.

### Temperaturas horarias



Grafica 5.

### Humedades relativas horarias

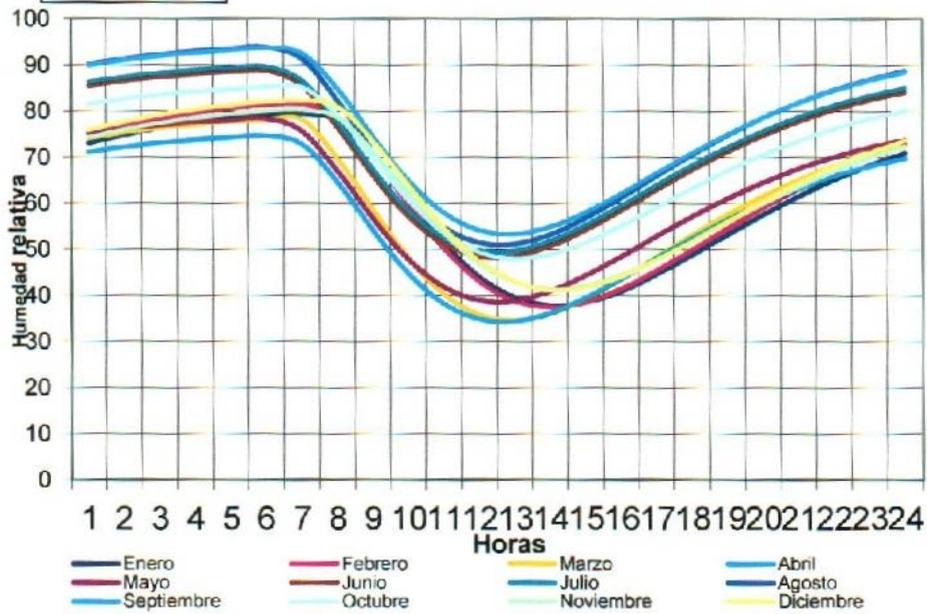


Tabla.24.  
**CÁLCULO DE HUMEDADES PARA TUXTLA GUTIÉRREZ.** <sup>67</sup>

HUMEDADES												
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
73.2	75.2	74.1	71.3	75.2	85.6	86.4	90.3	90.1	81.6	74.4	75.9	
75.0	77.0	75.4	72.4	76.3	86.6	87.5	91.4	91.2	82.7	76.1	77.7	
76.5	78.5	76.4	73.3	77.1	87.5	88.3	92.3	92.1	83.6	77.5	79.2	
77.7	79.8	77.2	73.9	77.7	88.1	88.9	93.1	92.8	84.3	78.6	80.4	
78.6	80.7	77.8	74.4	78.2	88.6	89.4	93.6	93.3	84.8	79.5	81.3	
79.3	81.5	78.2	74.8	78.5	88.9	89.7	93.9	93.7	85.2	80.1	82.1	
79.6	81.6	78.3	73.0	75.8	85.7	86.7	91.5	92.7	85.3	80.4	82.4	
78.1	79.0	69.8	64.7	87.1	76.6	77.8	82.4	84.9	79.3	78.7	81.1	
70.4	70.4	58.7	54.2	56.8	66.2	67.4	71.3	74.6	70.0	71.4	73.6	
60.6	59.9	48.1	44.9	47.9	57.2	58.5	61.6	65.0	60.7	62.3	64.0	
51.3	50.3	40.2	38.3	41.9	51.3	52.6	54.8	58.0	53.6	53.6	54.7	
44.0	43.1	35.8	34.9	39.0	48.5	49.7	51.5	54.2	49.4	46.9	47.4	
39.6	38.9	34.6	34.5	38.9	48.6	49.8	51.2	53.4	48.0	42.8	42.9	
37.9	37.5	36.1	36.3	41.0	50.8	51.9	53.3	55.0	49.0	41.4	41.2	
38.6	38.6	39.3	39.6	44.4	54.3	55.3	56.9	58.1	51.6	42.1	41.8	
41.0	41.4	43.6	43.7	48.5	58.5	59.5	61.3	62.2	56.2	44.5	44.2	
44.8	45.4	48.4	48.1	52.9	63.0	64.0	66.0	66.6	59.2	47.8	47.7	
48.9	49.9	53.1	52.5	57.2	67.3	68.3	70.6	70.9	63.3	51.8	51.9	
53.3	54.6	57.6	56.8	61.1	71.3	72.2	74.9	75.0	67.2	56.0	56.2	
57.6	59.1	61.8	60.2	64.6	74.9	75.7	78.7	78.7	70.6	60.0	60.5	
61.6	63.2	65.1	63.3	67.8	77.9	78.8	81.9	81.9	73.7	63.7	64.4	
65.2	67.0	68.1	65.9	70.1	80.4	81.3	84.7	84.6	76.3	67.0	68.0	
68.3	70.2	70.5	68.1	72.2	82.5	83.4	87.0	86.8	78.4	69.9	71.1	
70.9	72.9	72.5	69.9	73.9	84.2	85.1	88.8	88.6	80.2	72.4	73.7	
61.3	62.3	60.0	57.9	61.8	71.9	72.8	76.0	76.9	69.7	63.3	64.3	66.5
80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80.0
50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50.0
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30.0

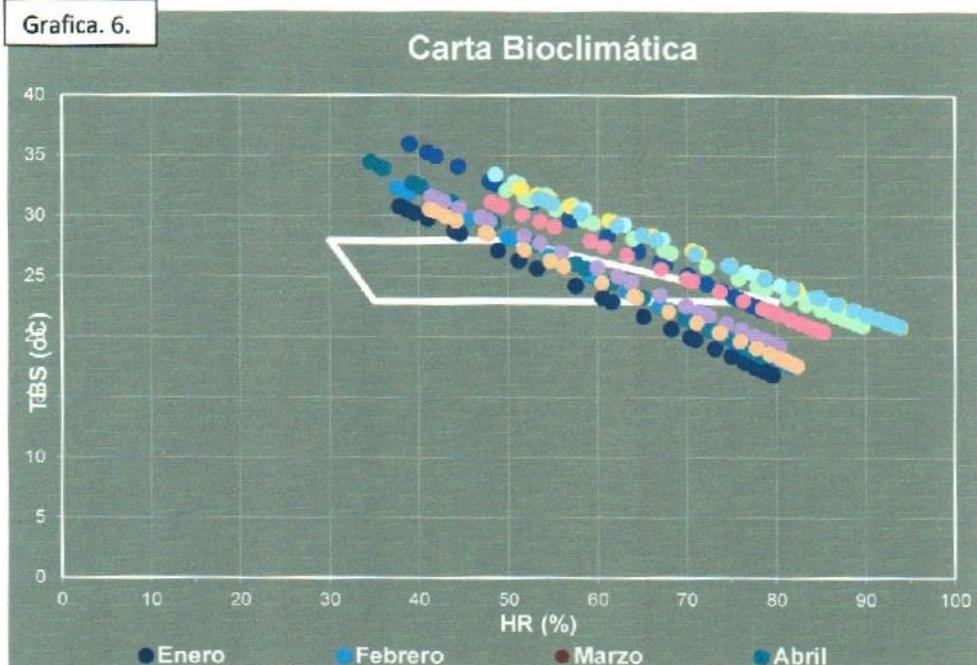
Morillón (2004), opina sobre la zona de confort *"En muchos casos la zona de confort se ha considerado fija, los márgenes de confort, al presentarse como universales, no tomaban en consideración el factor aclimatación que como la práctica cotidiana indica, puede modificar considerablemente la ubicación de la zona de confort"*<sup>68</sup>

Así mismo cita a Wakely (1979), quien relaciona la ubicación de la zona de confort con la temperatura media anual del lugar que se trate.

<sup>67</sup> Ídem.

<sup>68</sup> Morillón Gálvez, David (2004): *Atlas del Bioclima de México*. UNAM, México D.F.

Grafica. 6.



Para corroborar estos datos cualitativos, se realiza la siguiente ecuación propuesta por Szokolay (1984), con enfoque cuantitativo, citada por Morillón (2003), para su "Metodología de evaluación de las condiciones de Confort Higratérmico".<sup>69</sup> Por medio de los valores obtenidos de los registros del "Observatorio meteorológico, los laguitos de C.N.A.", para el mes de mayo del 2009, siendo el despeje de formulas de la siguiente manera:

Se calcula la Tn de la siguiente fórmula:

$$T_n = 17.6 + 0.31 (T_{ma}), \text{ en } ^\circ\text{C}.$$

Donde Tma es la: Temperatura media mensual, obtenida de la sumatoria de las temperaturas obtenidas durante todo el mes =  $\frac{829.90}{31} = 26.77$

Quedando así:

$$T_n = 17.60 + (0.31) (26.77)$$

$$T_n = 17.60 + 8.299$$

$$T_n = 25.899$$

Por lo tanto en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, puede ser catalogado según los registros en las diferentes estaciones u observatorios meteorológicos entre un rango de: 26 °C.

<sup>69</sup> Morillón Gálvez, David (2004): *Atlas del bioclima de México*. Serie de investigación del Instituto de Ingeniería de la UNAM, México, D.F.



# **CAP.3.- LA VENTILACIÓN PASIVA POR ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO:**

---

- 3.1.- Las tecnologías pasivas.
- 3.2.- Tecnologías de ventilación pasivas.
  - 3.2.1.- Las T.P.V. generadoras de energía.
  - 3.2.2.- Las T.P.V. ahorradoras de energía, en el espacio arquitectónico habitable.
- 3.3.- El enfriamiento evaporativo.
  - 3.3.1.- Diferentes tipos de diseños en los métodos de la ventilación por enfriamiento evaporativo.
  - 3.3.2.- El enfriamiento evaporativo en el espacio arquitectónico habitable.
- 3.4.- Propuesta de diseño del "Dispositivo de enfriamiento Evaporativo".
  - 3.4.1.- El dispositivo; material, uso y función.

## CAP.3.- LA VENTILACIÓN PASIVA POR ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO.

### 3.1.- LAS TECNOLOGÍAS PASIVAS:

El término pasivo es designado por Rogers (1975), citado posteriormente por Szokolay (1984), como "Los sistemas en los que la energía fluye por medios naturales: conducción, convección y radiación, sin requerir dispositivos mecánicos o electromecánicos que para activar y operar el sistema, consuman energía convencional o de origen fósil".<sup>1</sup>

Conceptualizar sobre los sistemas pasivos, es a manera de introducción primordial en el tema; estando así los sistemas pasivos; enfocados al aprovechamiento de la energía proveniente de los recursos del medio ambiente, estos son los principales elementos de la naturaleza como son: el sol, el viento y el agua.

En el mundo se reconocen los estudios y escritos realizados antiguamente por el arquitecto Marco **Vitrubio** Polión (Siglo I A.C.), en los mismos, determina la interacción de la arquitectura con el medio ambiente, y sobre el impacto, de la misma. Posteriormente se retoman muchos de sus escritos sobre arquitectura y actualmente, en la década de los cincuentas se reconoce al Israelí Baruch **Givoni** (1969); como uno de los arquitectos ambientalistas más importantes, mismo que ha plasmado sus estudios sobre confort humano, el clima y la arquitectura, en un "Climograma; realizado sobre un Diagrama psicrométrico, donde traza una zona de **Confort Higrotérmico**"<sup>2</sup> de gran uso por los ambientalistas del mundo. Propone zonas donde es posible alcanzar el confort mediante la incorporación y la aplicación de "Las estrategias de diseño pasivo".<sup>3</sup> El climograma, permite insertar valores de temperatura y humedad medios mensuales, trazar las características bioclimáticas de un sitio, sugiriendo estrategias de diseño para resolver un proyecto edilicio a fin de mantenerlo en confort sin uso de energía adicional más que la del sol, el viento y las temperaturas día-noche y humedad ambiente.

Los principios y actitudes a estos estudios e investigaciones, aplicados a la arquitectura son planteados desde la década de los cincuentas, por los

---

<sup>1</sup> Morillón Gálvez, David (2004): *Atlas del bioclima de México*. Serie de investigación del Instituto de Ingeniería de la UNAM. México. Op.cit. Pág.14.

<sup>2</sup> Givoni Baruch, A. (1984): *Hombre, Clima y Arquitectura*. Editorial Elsevier, París, Francia.

<sup>3</sup> Ídem

hermanos **Olgay** (1963), en Norte América llegando a adoptar el nombre de arquitectura solar, pasiva y finalmente arquitectura bioclimática.

En América latina, **Morillón** (2003), explica; *"Los sistemas pasivos son llamados así porque no se proveen de medios energéticos desgastantes del mismo entorno natural, mientras que los sistemas activos sí los utilizan, ambos tienen un fin requerido por el ser humano; proveerlo del confort higrotérmico dentro de un espacio cerrado, cuando el microclima generado en este espacio se encuentra fuera de la zona de confort y especialmente en climas extremos"*.<sup>4</sup>

Dentro de los aspectos más importantes para tomar en cuenta; pertenecientes a estos elementos necesarios para crear un sistema pasivo, se menciona a los del "entorno climático", porque forman parte de uno de los grupos de variables que constituyen a los *"Aspectos bioclimáticos en el diseño de edificios confortables de máxima eficiencia energética"*.<sup>5</sup>

De esta forma Morillón (2003), agrupa en su escrito sobre bioclimatismo; a las siguientes variables en tres grandes grupos, para crear el entorno bioclimático, aplicado y manejado mediante la metodología del diseño:

- 1er. Grupo.- Las variables ambientales, influyen directamente; en la delimitación del diseño de un espacio ambiental y pasivo.
- 2°. Grupo.- La vestimenta y las variables concernientes al metabolismo, como son: Edad, peso, complexión, actividad, etc.
- 3er. Grupo.- Los materiales, orientaciones, forma, de la envolvente arquitectónica.

Y afirma sobre los aspectos bioclimáticos, son "parámetros modificables" digamos a capricho, porque los se pueden combinar de acuerdo a lo conveniente en la interacción de la edificación, con el ambiente de tal manera que las condiciones del interior (microclima) deben de ser agradables o menos agresivos al cuerpo humano, sobre las condiciones ambientales exteriores al edificio y además tienen como fin; modularse entre sí para lograr, una construcción pasiva o un sistema pasivo.

---

<sup>4</sup> Morillón Gálvez, David (2003): *Comportamiento bioclimático en la arquitectura*. Instituto de ingeniería de la UNAM, México.

<sup>5</sup> Ídem, Pág. 14.

*"El diseño bioclimático surge como un medio para lograr la creación y conceptualización de edificios confortables, y el principal objeto es que estos resulten ser sistemas termodinámicos eficientes".<sup>6</sup>*

De esta manera se logran varios beneficios como son:

- La comodidad de los usuarios.
- El beneficio económico de los mismos.
- El mínimo consumo de energía eléctrica y el ahorro energético.

Con base en lo anterior, *"el sistema termodinámico ideal, será aquel cuyo consumo de energía convencional sea nulo a lo largo del año"<sup>7</sup>*, y esto se puede llevar a cabo con el empleo o protección del clima.

Ahora bien; para la clasificación de los sistemas pasivos de climatización se han considerado tres aspectos.

Tabla. 25.

<b>CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS PASIVOS.</b>	
<b>1.-Configuración y Estructura.</b>	
<b>2.- Género.</b>	
<b>3.-Requerimientos de Climatización:</b> <i>"El resultado del estudio del bioclima del lugar".<sup>8</sup></i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Control térmico. Calentamiento. Enfriamiento.</li> <li>▪ Control de humedad. Humidificación. Deshumidificación.</li> <li>▪ Control solar. Protección. Captación.</li> </ul>

En la actualidad, debido a la variedad en el mercado de nuevos materiales de construcción así como novedosos métodos constructivos, en este caso dentro del último de los tres aspectos de los sistemas pasivos, no se puede esperar a un determinado tipo de arquitectura logrando por sí sola, la optimización de los edificios para cada región. La única excepción es la arquitectura vernácula quien por sí misma, a través de el ensayo-error, en el transcurso de los años ha logrado adecuarse al medio ambiente regional.

<sup>6</sup> Morillón Gálvez, David (2003): *Comportamiento bioclimático en la arquitectura*. Instituto de ingeniería de la UNAM, México. Op. Cit. Pág. 6.

<sup>7</sup> Ídem.

<sup>8</sup> Ídem.

### 3.2.- TECNOLOGÍAS DE VENTILACIÓN PASIVAS.

En cuanto a las tecnologías pasivas de ventilación, lo cual viene siendo el mismo término de "sistemas pasivos de climatización", mencionado anteriormente, primeramente, el término pasivo es designado por Rogers (1975), como: "Los sistemas en los que la energía fluye por medios naturales: conducción, convección y radiación, sin requerir dispositivos mecánicos o electromecánicos que para activar y operar el sistema, consuman energía convencional o de origen fósil".<sup>9</sup> Término posteriormente citado por Szokolay (1984). Los sistemas en cuanto a los "requerimientos de climatización", forman tecnologías, las mismas a su vez, cobran importancia al utilizarse en apoyo al servicio del confort.

En este caso para climatizar un espacio habitable, Morillón (2002), resume agrupando los sistemas pasivos de la siguiente manera, entre otros:

- Sistemas pasivos.
- Sistemas cuasipasivos.
- Sistemas híbridos.
- Sistemas naturales.
- Sistemas de auto climatización.

Según Morillón (2002), el término "pasivo", se empieza a utilizar hace apenas unos cuantos años, denominándose así a los:

*"Sistemas pasivos de climatización ambiental que en contraste con los complejos y sofisticados equipos de aire acondicionados o calefacción modernos, resultan muy simples, tanto en concepto como en funcionamiento y mantenimiento tratando de ser lo menos dependiente posible de equipos auxiliares convencionales de apoyo (bombas, ventiladores, condensadores), siendo en la mayoría de los casos independientes de ellos".<sup>10</sup>*

Por lo mismo, la ventilación, por medio de sistemas pasivos; es lograda mediante el único uso del viento como elemento generador de energía.

---

<sup>9</sup> Morillón Gálvez, David (2004): *Atlas del bioclima de México*. Serie de investigación del Instituto de Ingeniería de la UNAM. México. Op.cit. Pág.14.

<sup>10</sup> Morillón Gálvez, David (2002): *Introducción a los Sistemas Pasivos de Enfriamiento*. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco.

*“Los sistemas pasivos de climatización se caracterizan por la nula dependencia de energéticos convencionales, de origen fósil, contribuyendo así al ahorro y uso eficiente de los recursos no renovables”.*<sup>11</sup>

Así se observa desde antaño, el uso del viento a través de las diferentes culturas, para el servicio del hombre, en diferentes campos como en la agricultura y ganadería, la navegación marítima, la arquitectura, además como avance tecnológico actual; generando energía eléctrica.

Por todo lo anterior comentado por diferentes autores, se sintetizan a las tecnologías pasivas de viento en dos grupos, ambas al servicio del ser humano, en apoyo a su mejor adaptación al medio ambiente y sin generar desgaste de los recursos energéticos.

Tabla. 26.

<b>TECNOLOGÍAS PASIVAS DE VIENTO:</b>
▪ <b>GENERADORAS DE ENERGÍA.</b>
▪ <b>AHORRADORAS DE ENERGÍA.</b>

---

<sup>11</sup> Ídem, Pág. 3.

### 3.2.1.- LAS T.P.V. GENERADORAS DE ENERGÍA:

Muñoz (2005), informa sobre las tecnologías del viento como generadoras de energía eléctrica, es al parecer, la más rentable, puesto que tiene la mayor tasa de crecimiento anual, del orden del 30 %, sobre pasando cualquier otra forma de generación de energía eléctrica. Para finales del 2005, se alcanzaron en el mundo 60,000 MW, instalados, para el año 2010, 75,000 MW, en Europa, y para el 2020, 180,000 MW.

Se cataloga a las tecnologías pasivas de viento, como una de las "Tecnologías de energías renovables".<sup>12</sup> Considerada en Estados Unidos desde 1978 por la Public Utility Regulatory Policie Act (PURPA), como "La tecnología de eficiencia energética más significativa".<sup>13</sup> Desarrollándose en 1980, las primeras granjas eólicas, en California.

Así mismo expone en la ANES; su potencial en México considerando los usos del suelo y áreas protegidas, la superficie explotada es de aproximadamente:

**1, 684, 500 M.W. como (potencial disponible).**

De la cual solo el 50% de esa área es aprovechable. En total serían:

**842, 250 M.W. (potencial eólico aprovechable).**

Este potencial es del mismo orden de magnitud que el total de la capacidad instalada de generación eléctrica de los Estados Unidos. Actualmente en México funciona una planta generadora eólica ubicada en el Istmo de Tehuantepec, en "La Ventosa", Juchitán, Oaxaca. Operada por la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E). Posee una capacidad de 1.5 M.W, una adicional en aerogeneradores y aerobombas, la velocidad de los vientos que se dan en esta zona son de entre 5 y 20 m/s. Ideal para este tipo de proyectos. (Ver fotos de ejemplo a continuación).

---

<sup>12</sup> Caldera Muñoz, Enrique (2005): *La Innovación Tecnológica. La energía del viento y sus posibilidades en México*. Asociación Nacional de Energía Solar (ANES), A.C. La revista Solar No.56. México.

<sup>13</sup> Ídem, Pág.4.



Foto.37.



Fot.38.



Foto 39.



Foto.40.

Fotos 30, 31, 32, 33, 34, 35. Granja Eólica "La ventosa", ubicada en el poblado de La ventosa, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

Observamos el crecimiento cada vez más rápido, y actual de la granja, en algunas áreas del territorio se aprecia muy cercana a las viviendas.



Foto 41.

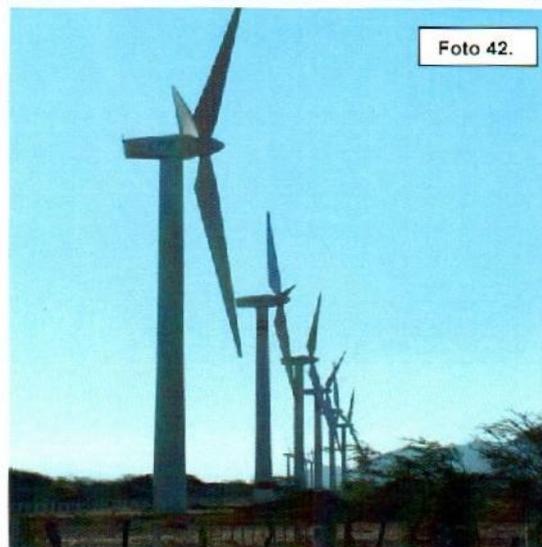


Foto 42.

### 3.2.2.- LAS T.P.V. AHORRADORAS DE ENERGÍA, EN EL ESPACIO ARQUITECTÓNICO HABITABLE.

Desde las propuestas de Olgyay (1963); los movimientos del aire, forman parte de una de los cuatro etapas en su metodología empleada con el objetivo de evaluar la importancia y la relación entre los elementos del clima para adaptarse a las necesidades de la práctica constructiva, (Ver Cap.2.4) teniendo como base estos criterios más amplios se podrá prever así la necesaria y oportuna intervención para: *"Lograr el control climático desde la arquitectura en el proceso constructivo de una vivienda climáticamente equilibrada."*<sup>14</sup>

*"Los efectos del viento en la vivienda deben considerarse tanto exterior como interiormente (debido a la transmisión por convección y a la infiltración). Para el equilibrio del confort, los movimientos del aire deberán evaluarse tanto positiva como negativamente, en épocas calurosas deben ser admitidos y utilizados para mejorar las condiciones de confort de la vivienda"*<sup>15</sup>.

La ventilación pasiva actualmente es considerada una estrategia importantísima para coadyuvar en el mejoramiento del confort térmico de un espacio interior, éste término lo discute, Fuentes (2002), a continuación:

*"El término estrategias se refiere a la definición de las acciones óptimas para la consecución de un fin basadas en ciertas reglas, principios o directrices que ayuden a tomar las decisiones correctas. En el caso del diseño bioclimático, las estrategias están enfocadas a cumplir los objetivos fundamentales de la arquitectura"*<sup>16</sup>.

Morillón (2003), las define como *"Un conjunto de reglas o medidas de carácter general destinadas a influenciar tanto en la forma del edificio como en sus procesos, sistemas y componentes constructivos"*<sup>17</sup>.

Actualmente hemos visto como la ventilación pasiva ha cobrado importancia, en el ámbito arquitectónico-ambiental, como un recurso rector utilísimo en el diseño bioclimático y generador de ahorro energético.

Apreciamos, en los diferentes estudios de ventilación pasiva, dentro de su utilización en la arquitectura, no sin antes darse a la tarea de realizar un

---

<sup>14</sup> Olgyay, V. Op.cit.Pág.10.

<sup>15</sup> Olgyay, V. Op.cit.Pág.42.

<sup>16</sup> Fuentes Freixanet, Víctor (2002): *Metodología de diseño bioclimático: Estrategias de diseño Bioclimático*. Tesis Maestrante, UAM- Atcapotzalco, México D.F. pp.75.

<sup>17</sup> Morillón Gálvez, David (2003): *Comportamiento bioclimático en la arquitectura*. Instituto de ingeniería de la UNAM, México.

diseño en la ventilación natural, diferentes prototipos para inducir el viento a los edificios, estos pueden ser:

*"Sistemas de Climatización Natural; como son: puertas y ventanas, torres o chimeneas eólicas, bóvedas o losas, túneles de viento, pipas de viento, diseño de patios".*<sup>18</sup>

Morales (2002), cita a los "sistemas de climatización natural", de la siguiente manera *"Cuando la naturaleza actúa según sus propios medios y sistemas para enfriar, calentar y ventilar sin intervención de medios mecánicos, decimos que es un sistema pasivo".*<sup>19</sup>

A continuación se expone algunos de los sistemas de ventilación pasivos más comunes y frecuentemente utilizados:

#### ▪ PUERTAS Y VENTANAS:

Son los elementos que directamente permiten o impiden la ventilación y a su vez modifican la temperatura interior, de un espacio habitable.

Existe una amplia variedad por mencionar las más comunes pueden ser: Corredizas, abatibles, de resbalón y persianas. El sistema se elige dependiendo de la ubicación con respecto a la dirección, el ángulo y la velocidad del viento. La colocación deberá ser a barlovento o sotavento y el ángulo recibirá la abertura al viento, siendo el responsable de la trayectoria en el interior. La velocidad del viento deberá considerarse en la decisión del tipo y la dimensión de las aberturas, pues produce modificaciones en la temperatura, pudiendo estar en rangos adecuados o perjudiciales para la salud de los ocupantes. El tipo de ventanas y sus accesorios es otro problema a resolver, pues de esto depende también el comportamiento del flujo interior y exterior; los elementos arquitectónicos exteriores e interiores modifican la dirección de desplazamiento así como la velocidad del mismo, el diseño puede lograr el rango comfortable.

Dos tipos de efectos del viento perceptibles, se dan en el ser humano:

- **Acción mecánica:** La acción mecánica; integra la velocidad media, la turbulencia y la frecuencia, en función de su actividad.
- **Acción térmica:** Los desplazamientos de aire aceleran los intercambios de dos formas: por convección, entre la superficie a la piel y el medio ambiente y por "enfriamiento evaporativo".

---

<sup>18</sup> Morales Ramírez, José Diego (2002): *Análisis de los Requerimientos de Enfriamiento en la Vivienda*. Facultad de Arquitectura de la UNAM, México.

<sup>19</sup> Morales Ramírez, José (2002): *Análisis de los requerimientos de enfriamiento en la vivienda*. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco.

▪ **TORRES Y CHIMENEAS:**

Las torres usan los vientos dominantes captándolos por medio de aberturas que canalizan el viento hacia la parte inferior, pasando por un ambiente húmedo, permitiendo el descenso de la temperatura del aire en el inferior de la torre, en donde luego, por medio de aberturas se inyecta aire fresco hacia el interior de las habitaciones. Funcionan con la combinación del flujo de aire y el agua como humidificador, produciendo un descenso de la temperatura del aire al salir de la torre e introducirse al interior de una habitación.

Las chimeneas existen de dos tipos: De introducción y de extracción aire.

Fig. 16.

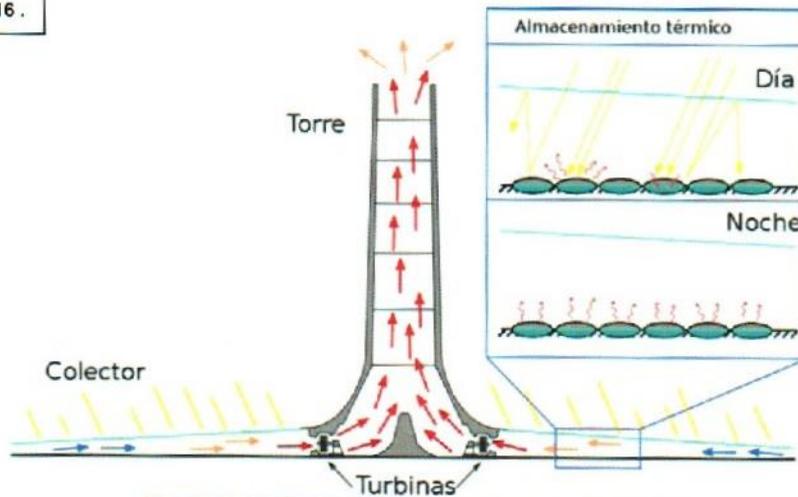
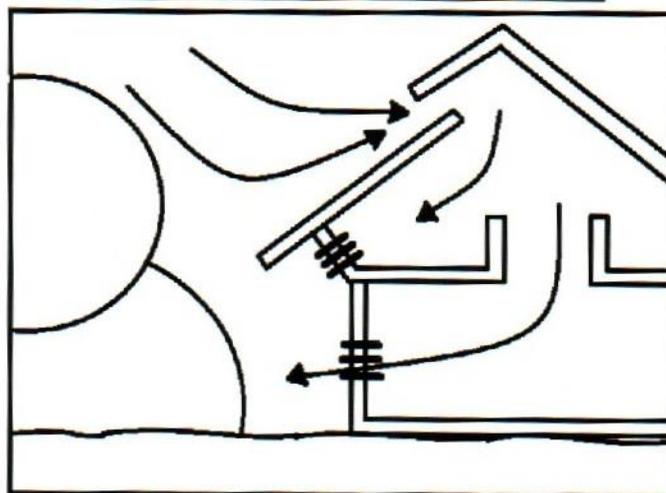


Fig. 16 y 17 . Torre de aire, arriba y chimenea, abajo.

Fig. 17.



- **BÓVEDAS O LOSAS:**

Las bóvedas permiten el almacenamiento del aire caliente en la superficie exterior, manteniendo a la altura de los ocupantes, el aire a más baja temperatura.

La salida del aire puede ser por medio de lucernarios, tiros de chimenea, turbinas extractoras y ductos con escotillas.

- **PIPAS DE VIENTO:**

Las pipas de viento, también llamadas como ductos de ventilación natural, usan la masa térmica del suelo como elemento refrigerador, este sistema consiste en conducir el aire ambiente a transportarse por un tubo enterrado bajo la tierra o colocado en el fondo de estanques y conduciéndolos hacia una salida dentro de las habitaciones que requieren ser climatizadas.

Estos ductos pueden ser fabricados de cerámica o metálicos y deben estar aislados. La entrada es controlada por medio de mallas y persianas y requieren de una pendiente, para recuperar el agua formada por efecto de condensación en el interior del mismo.

- **PATIOS:**

Los patios internos, son una solución arquitectónica para lograr la ventilación natural. Existiendo diferentes tipos de ellos según su requerimiento, pudiendo lograrse en edificios de grandes alturas por la creación de ventilación.

### 3.3.- EL ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO.

El gran pionero del enfriamiento evaporativo es el arquitecto-científico-ambientalista, Givoni, Baruch (1991), quién en sus muchos experimentos propone y clasifica a sus "métodos de enfriamiento"<sup>20</sup>; de la siguiente manera:

- Ventilación para el confort.
- Enfriamiento convectivo nocturno.
- Enfriamiento por radiación nocturna.
- Enfriamiento evaporativo directo.
- Enfriamiento evaporativo indirecto.

Entrando al tema en cuestión, comenzamos por delimitar el campo sobre el mismo, tratando obviamente sobre el enfriamiento del aire mediante medios pasivos en este apartado, posteriormente en otro apartado hablaremos sobre su potencial en la capital del estado de Chiapas.

El enfriamiento del viento mediante medios pasivos se puede lograr tanto en espacios abiertos, como en espacios cerrados a la interacción del medio ambiente. Pero en ambos casos tienen que tomarse en cuenta la acción de otras variables como son: la temperatura y humedad así como la dirección, velocidad y frecuencia del viento local, influyen también otros factores que iremos delimitando de acuerdo a este caso en particular.

Para efectos generales de la explicación en ambos casos también será necesaria la adopción de sistemas para el enfriamiento del aire, sobre todo cuando la ausencia de aire se hace presente.

Según Guerra (1994), El enfriamiento evaporativo se origina en función de "El foco frío"<sup>21</sup>; es decir cuando el agua se pone en contacto con aire caliente no saturado, tiene lugar un proceso simultáneo de "Transferencia de calor y masa"<sup>22</sup> Por una parte, la diferencia de temperatura entre el aire y el agua da lugar a un intercambio neto de calor entre ellos. Por otra parte, la diferencia de presiones de vapor entre la superficie del agua y el aire no saturado provoca la evaporación del agua tomándose la energía necesaria de la propia agua.

---

<sup>20</sup> Givoni Baruch, A. (1991): "Performance an applicability of pasive and Low Energy Cooing Sitems".

<sup>21</sup> Guerra Macho, José, Álvarez Domínguez, Servando, Molina Félix, José y Velázquez Vila, Ramón (1994): *Guía básica para el acondicionamiento climático de espacios abiertos*. Departamento de Ingeniería Energética y Mecánica de Fluidos, Universidad de Sevilla, España.

<sup>22</sup> Ídem, Pág. 40.

En relación al nivel térmico del agua, estos dos fenómenos tienen pues un efecto opuesto. El primero de ellos tiende a incrementar su temperatura, mientras que la energía absorbida para la evaporación tiende a disminuirla.

El resultado es una temperatura de equilibrio denominada "temperatura de bulbo húmedo". Una vez que el agua ha alcanzado esta temperatura, el calor latente necesario para que prosiga la evaporación se extrae del aire circundante que por lo tanto se enfría.

En resumen, "en los procesos de enfriamiento, primero se enfría el agua y posteriormente, el agua enfría al aire. El foco frío es pues el agua a la temperatura de bulbo húmedo y la fuerza impulsora del enfriamiento es la diferencia de temperaturas entre el aire y el agua".<sup>23</sup>

Morillón (2002), define el enfriamiento como "Una descarga de energía por acoplamiento selectivo del sistema, con las partes más frías del medio ambiente".<sup>24</sup>

Y lo define en dos formas:

- Enfriamiento nocturno: Realizado al enfriar el aire frío de la noche. Con la elevación de la energía de calor sensible del aire circunvecino.
- Enfriamiento evaporativo: Con la elevación de la energía del calor latente.

"En ambos casos la transferencia de la energía al aire puede ser mejorada con el movimiento del aire".<sup>25</sup>

Diag. 8.

#### ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.



<sup>23</sup> Guerra, Macho, José, y varios (1994): "Guía básica para el acondicio... Op. Cit. Págs.40-45.

<sup>24</sup> Morillón Gálvez, David (2002): *Introducción a los Sistemas Pasivos de Enfriamiento*. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco.

<sup>25</sup> Ídem, Pág.6.

### 3.3.1.- DIFERENTES TIPOS DE DISEÑOS EN LOS MÉTODOS DE LA VENTILACIÓN POR ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO.

Los siguientes ejemplos mencionados abajo son un recuento actual que el Dr. Givoni (2003), hace de los diferentes "Métodos de Enfriamiento Evaporativo",<sup>26</sup> entre los trabajos más destacados encontramos los siguientes:

- Enfriamiento por ventilación nocturna y masa térmica.
- Enfriamiento radiante en techos de metal, o mediante el aislamiento o el color.
- Torres de enfriamiento como las empleadas en la Feria Internacional de Sevilla en 1992.
- Enfriamiento en cubiertas con estanques sombreados.
- Enfriamiento evaporativo indirecto (estanque – torre).
- Enfriamiento con pared húmeda en patio.
- Enfriamiento del terreno mediante cobertura de grava.
- Efecto de la sombra (sin obstruir el viento) en la temperatura superficial de pavimentos.

Para el Dr. Givoni; los diferentes tipos de diseño de la ventilación pasiva, van encaminados a un lugar y espacio en común, de esta manera los espacios pueden ser abiertos y cerrados y los lugares varían de acuerdo a cada región del mundo.

Todos estos sistemas, diseños, tecnologías, o técnicas de acondicionamiento, tienen como fin; ser un "medio pasivo controlador, captable, transferible, para bloquear, almacenar o descargar energía en forma natural y autorregulable, según el proceso de climatización implicada"<sup>27</sup> para reducir las temperaturas superficiales y por ende mejorar las temperaturas ambientales de un espacio determinado, procurando el confort al usuario.

Otros investigadores Hispanos; de la Universidad de Sevilla (1994), comentan al respecto; en cuanto al *enfriamiento del viento*<sup>28</sup>; se presentan diversos sistemas, como pueden ser los mencionados a continuación:

---

<sup>26</sup> Givoni, B. (2003): *Climatic Effect of Building Design*. Passive Cooling and Landscaping Summary of Personal Experience.

<sup>27</sup> Morillón Gálvez, David (2002): "Introducción a los sistemas pasivos de... Op. Cit. Pág.3.

<sup>28</sup> Guerra Macho José, y varios (1994): *Guía básica para el acondicionamiento climático...* Op. Cit. Págs.33- 48.

1. Enfriamiento mediante el terreno.
2. Enfriamiento evaporativo.
3. El agua como foco frío intermedio.
4. Sistemas combinados

Estos son sistemas utilizables para ambos casos, de cualquier manera, para acotar la información y llegar al punto de interés preciso, solamente se mencionan las tecnologías para espacios cerrados por enfriamiento evaporativo, aún así las soluciones presentadas tienen por ende un cierto grado de compatibilidad.

Según los postulados de Guerra, Macho (1994), en su guía básica del Departamento de ingeniería energética y mecánica de fluidos, son aplicables en todo proceso de diseño de la ventilación pasiva; por ende los mismos persiguen tres objetivos en la reducción de temperaturas superficiales:

- a) Mejorar las condiciones de confort de los ocupantes reduciendo el intercambio de temperatura radiante de larga.
- b) Contribuir al enfriamiento directo del aire en contacto con la superficie.
- c) Contribuir al enfriamiento indirecto de aire mediante agua a baja temperatura.

Los sistemas para tratamiento del aire mediante el enfriamiento evaporativo, en espacios cerrados, más utilizados en el mundo son los siguientes:

- Las U.T.A. latentes.
- Torres frías.
- Sistemas combinados.

En las fotos a continuación (Fotos 54, 55 y 56), se aprecian algunos ejemplos de sistemas combinados comerciales de enfriamiento evaporativo directo, aplicados en diferentes sectores industriales, cosa aparte es el análisis de la aplicación de este sistema a la arquitectura.

### 3.3.2.- EL ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO EN EL ESPACIO ARQUITECTÓNICO HABITABLE.

Todos los espacios arquitectónicos habitables, se pueden referir como antes se mencionó a espacios abiertos, como también a espacios cerrados, pero nos referiremos únicamente a los espacios cerrados, porque esta investigación está enfocada hacia los espacios cerrados o interiores en la vivienda.

La aplicación del sistema pasivo para el enfriamiento del aire, es utilizado en forma de diferentes tecnologías a través del tiempo, por diferentes culturas en el mundo, no es un descubrimiento actual, más bien la tendencia ahora debido a los problemas ambientales es la de volver a retomar antiguas soluciones pasivas que no dañan y nunca han impactado, al medio ambiente.

Givoni (1969); es uno de los primeros arquitectos ambientalistas que plantea en sus estudios más importantes la importancia del confort interior mediante enfriamiento pasivo del aire, mismos utilizados en su antigua cultura como usos y costumbres populares.

A nivel Latinoamérica se conocen los estudios realizados por el venezolano, Eduardo González, los cuales contemplan entre sus líneas de investigación, el estudio de sistemas pasivos de enfriamiento (SPE).

Su *"Aplicación en el acondicionamiento térmico de edificaciones y del espacio urbano, con el propósito de contribuir con el desarrollo de la arquitectura climáticamente adaptada y sustentable"*<sup>29</sup>, González (1989), realiza en sus experimentaciones, diversos tipos de adaptaciones enfocados a diferentes tipos de climas en el año de 1997, y propone sistemas nuevos de enfriamiento evaporativo posteriormente en el 2001. En sus estudios sobre enfriamiento pasivo, *"Se encuentran enmarcados en el desarrollo de estrategias y técnicas que favorezcan el diseño arquitectónico bioclimático, basado en principios de conservación de energía y respeto por el contexto ambiental"*.<sup>30</sup>

---

<sup>29</sup> González Eduardo (1997): *Estudios sobre el enfriamiento pasivo de edificios: Proyectos en desarrollo en el IFAD-LUZ*. Instituto de investigación de la Facultad de arquitectura y diseño, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

<sup>30</sup> Ídem.

Pero lo más rescatable de los estudios de Eduardo González, radica en la importancia de haber realizado estudios de enfriamiento pasivo en climas calientes y húmedos; según González. *"El propósito general que se persigue con la aplicación de un SPE, es reducir la temperatura del aire del espacio habitable o de componentes de su envolvente respecto a la temperatura del ambiente exterior"*.<sup>31</sup>

Similares son las condiciones ambientales en nuestro caso, para la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Se presenta adelante una investigación acerca de los espacios destinados para la habitación; buscando adentrarnos más a las tecnologías de antaño, concebidas de manera pasiva, siempre en armonía con el medio ambiente.

### **HISTORIA DEL ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO EN LA ENTIDAD, SEGÚN LOS USOS Y COSTUMBRES DE LA CULTURA ZOQUE:**

Algunas antiguas costumbres de nuestros antepasados sobre la climatización de sus espacios habitables aparecen contenidos dentro de los usos y costumbres de la Cultura Zoque en Tuxtla Gutiérrez, misma que según la historia fue un *"Grupo indígena, asentado en la época prehispánica, en el cruce de las márgenes de los ríos Quistimbak (Sabinal) con el desaparecido Arroyo San Roque"*.<sup>32</sup>

La vivienda zoque constituye una de las abundantes manifestaciones que configuran *"El costrumbre Zoque"*<sup>33</sup>, en el antaño pueblo del *"Coyatokmó"*, en antiguo lenguaje zoque, que quiere decir: *Lugar y casa de conejos*. Posteriormente los Nahuas la denominan *Tochtlán*, del Náhuatl, que significa: *Lugar en que abundan los conejos"*<sup>34</sup>. Esta misma, forma parte de, una de las tres disciplinas, estudiadas actualmente, con sus debidas extensiones descubiertas y practicadas aún en la actualidad. Entre estas disciplinas, destacan entonces la Antropología, la Etnomusicología y la Arquitectura, esta última de nuestro propio interés.

Según la información obtenida por diferentes medios como la bibliografía local existente y entrevistas personales con integrantes de la "Asociación de Cronistas del Estado de Chiapas, A.C. y del Consejo de la Crónica Municipal de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas", en apoyo del CONECULTA, Chiapas. Mencionamos a continuación un recuento de la tradicional vivienda Zoque;

---

<sup>31</sup> González, Eduardo (1997): *Estudios sobre el enfriamiento pasivo*. Op. Cit. Pág.

<sup>32</sup> Rodríguez León, Félix, Ruiz Pascasio, Gustavo, López Espinoza, Omar y Zea Chávez, Omar (2007): *Los Zoques de Tuxtla: Como son muchos dichos, muchas palabras, muchas memorias*. Colección hechos en palabras. CONECULTA, Chiapas.

<sup>33</sup> Ídem, Pág.20-22.

<sup>34</sup> Ídem, Pág.26.

para enfocar más claramente cómo se desarrollaron las costumbres en la forma de su habitad, y cómo propiciaron luego entonces, el uso de sistemas pasivos, entre ellos el "enfriamiento evaporativo", para proveerse de espacios ambientalmente confortables, sin afectar o alterar a su medio ambiente de ese entonces.

## DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA ZOQUE:

Llamada también, "Vivienda Zoque: *Tuc-bajaré*".<sup>35</sup>, de acuerdo al material y la técnica empleados en su construcción, la casa tradicional zoque: la casa de bajaré o bajareque, notable desde el punto de vista arquitectónico por su "procedimiento constructivo, muy económico y fabricada con materiales de la región, su técnica constructiva brinda soluciones idóneas para el clima local, constituye una de las representaciones más importantes de la arquitectura vernácula en Tuxtla Gutiérrez".<sup>36</sup>

"El costumbre zoque" como se menciona anteriormente encuentra en la construcción de sus viviendas uno de sus principales espacios de expresión, actualmente en la ciudad debido a su rápido crecimiento demográfico, alta demanda del uso de suelo, empleo de nuevos materiales y técnicas constructivas, se ha dejado casi de realizar. No así en las colonias o barrios de las periferias de la ciudad.

"Se conoce como bajaré a la manera de construir los muros de una vivienda, utilizando horcones como estructura principal, caña-maíz para la elaboración de los muros, con un acabado de lodo mezclado con paja o zacate".<sup>37</sup>

"Este tipo de construcción responde muy bien a las condiciones climáticas de Tuxtla Gutiérrez, fresca para las temporadas cálidas y para la breve temporada fría en invierno, muy abrigadora".<sup>38</sup>

---

<sup>35</sup> Rodríguez León, Félix, Ruiz Pascasio, Gustavo, López Espinoza, Omar y Zea Chávez, Omar (2007): *Los Zoques de Tuxtla: Como son muchos dichos, muchas palabras, muchas memorias*. Colección hechos en palabras, CONECULTA, Chiapas.

<sup>36</sup> Ídem.

<sup>37</sup> Ídem.

<sup>38</sup> Ídem.

Dentro de la modalidad de la construcción de bajareque se utilizó la técnica llamada "Corazón de piedra, la misma consistía en construir tres capas en un solo muro; uno con un embarre de lodo y zacate, luego otro de piedra junteada del lugar con lodo y posteriormente el último con embarre de lodo y zacate".<sup>39</sup>



Foto 43. Casa ubicada en la esquina de la 9ª. Norte con 5ª. Oriente, Barrio de La pimienta. En ella apreciamos parte de la arquitectura vernácula prevaleciente en la ciudad, fabricada con muros de adobe, chapeados con ladrillo, otra modalidad en la arquitectura de los pueblos. En Tuxtla Gutiérrez, quedan dentro de la ciudad pocos ejemplos así.

<sup>39</sup> De la Cruz Vázquez, Sergio (2011): "Entrevista personal". Arquitecto Investigador de la cultura Zoque de Tuxtla Gutiérrez, Miembro de la Asociación de Cronistas del Estado de Chiapas, A.C.

## LA ESTRUCTURA Y CONSTRUCCIÓN DE LA CASA.

A pesar de las modificaciones que ha sufrido la casa de bajaré, debido a la sustitución de algunos materiales de construcción, como lo es el empleo de madera aserrada en las cubiertas, láminas metálicas, de asbesto, de plástico o de cartón, en los techos, entre otros elementos más, debido a la necesidad de durabilidad y mejora en la economía. Estas modificaciones han alterado las funciones primordiales de la vivienda tradicional zoque.

Sin embargo la técnica constructiva o "*Manera de levantar la casa*"<sup>40</sup>, no ha cambiado y consta de lo siguiente:

### ▪ **Horconadura:**

Se le llama así a los elementos verticales en forma de "Y" fabricados en madera de "Cinco negrito" o "amorillo" (*Comocladia guatemalensis*), estos hacen la función de columnas y por lo tanto son parte de la estructura de la casa; encargados de darle rigidez. Enterrados a 80 cms. aproximadamente del suelo y a una distancia entre sí de 2.50 Mts. Los horcones deberán tener un diámetro de 15 a 20 cms. y una altura de 2.50 a 2.70 Mts. A esta medida se le conoce como "Altura de Solera", un madero encargado de unir en la parte superior de manera perimetral, a todos los horcones, atándose con bejuco blanco. (Ver Figura 15.).

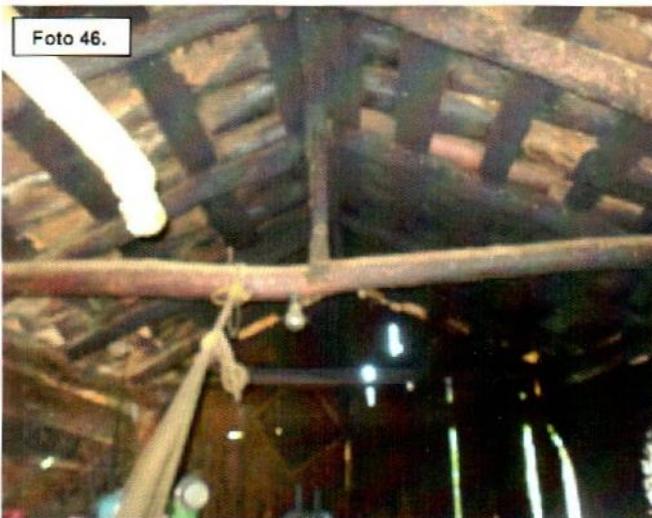
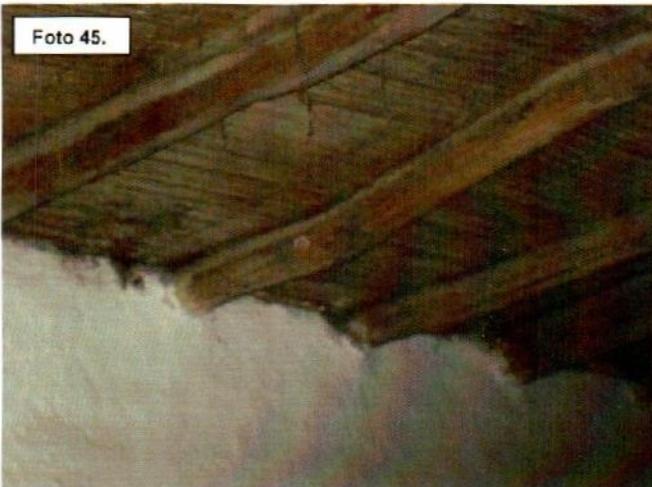
### ▪ **Cubierta:**

La cubierta es la estructura del techo, fabricadas con armaduras conocidas como "Tijeras" en maderas de diferentes tipos como por ejemplo: "Camarón" (*Alvaradoa amorphoides*), "Hormiguillo" (*Platymiscium dimorphandrum*), "Guachi" (*Diphysa floribunda*), "Cacho de toro" (*Bucida macrostachya*), entre otras. Deberán tener un diámetro de entre 8 y 10 cms. en forma rollizas, descortezado sin labrar. La distancia de separación entre una tijera y otra es de 0.90 a 1.20 Mts. A la altura de la solera, se colocan otros maderos, conocidos con el nombre de "Tirantes", y tienen función de amarre, contrarrestando el empuje de las tijeras. En la parte más alta de las tijeras se ubica el "Mojinete", a una altura de 1.00 a 1.20 Mts. (Ver Figura 15. y Fotos 37, 38 y 39).

---

<sup>40</sup> Rodríguez León, Félix, Ruíz Pascasio, Gustavo, López Espinoza, Omar y Zea Chávez, Omar (2007): *Los Zoques de Tuxtla: Como son muchos dichos, muchas palabras, muchas memorias*. Colección hechos en palabras, CONECULTA, Chiapas. pp.120.

## FOTOS DE DIFERENTES CUBIERTAS EN LA CASA ZOQUE.



Fotos 44, 45 y 46.

Se aprecian tres diferentes tipos de cubiertas para la casa zoque, imágenes obtenidas en diferentes puntos en el poblado de Copoya.

Observamos a las "tijeras", con sus respectivos "tirantes", el "mojinete" en el centro y el "envarillado", sobre las tijeras, encargado de recibir a las tejas, en la foto del centro apreciamos otro detalle más elaborado de la cubierta; un plafón de fabricado con "pituti".

## MANERA DE LEVANTAR LA CASA.<sup>41</sup>

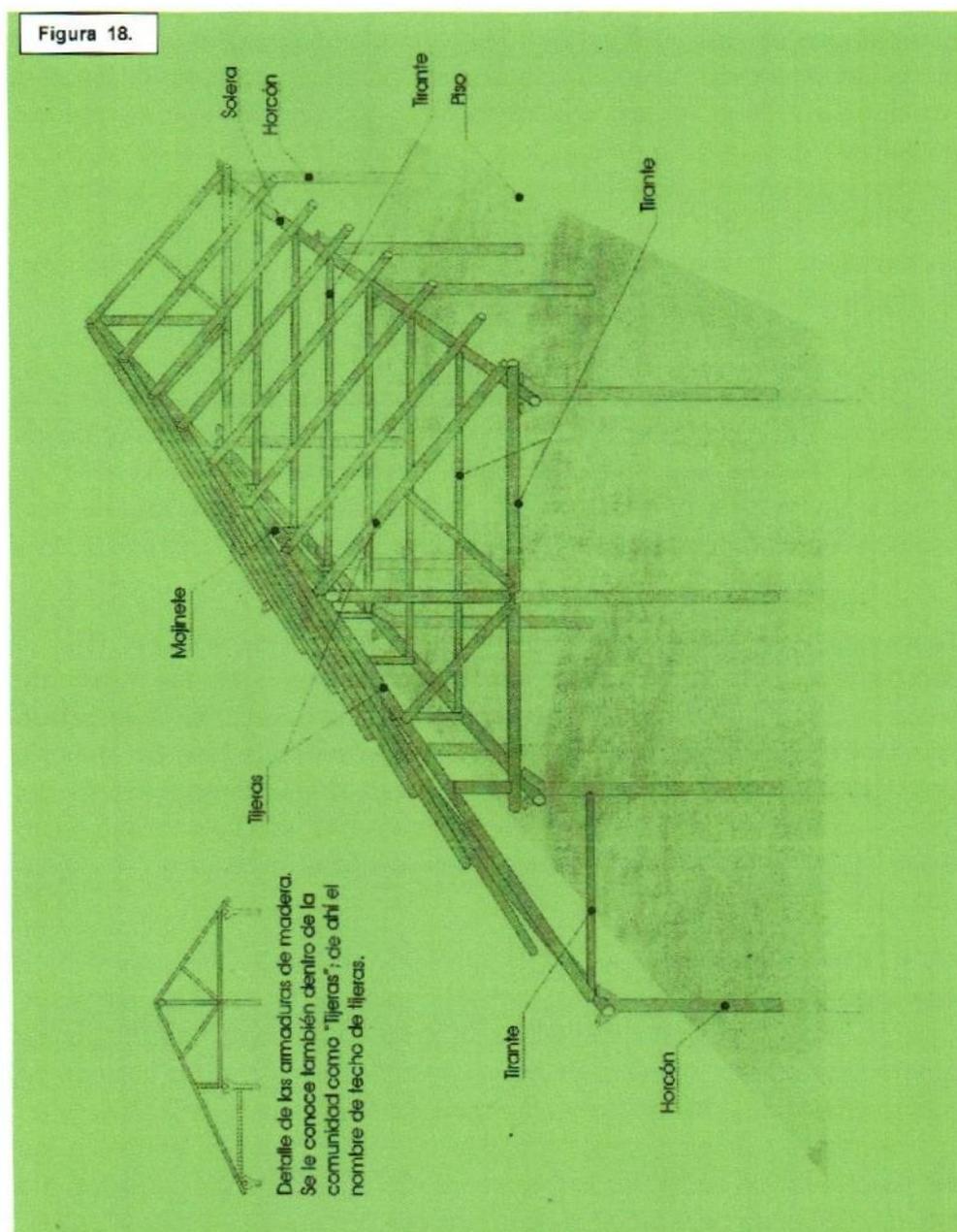


Fig. 18. Horconadura y cubierta. Vivienda zoque.

<sup>41</sup> Las Figuras 18, 19 y 20 fueron extraídas del libro: ----- *Los Zoques de Tuxtla: Como son muchos dichos, muchas palabras, muchas memorias*. Colección hechos en palabras, CONECULTA, Chiapas, 2007.

▪ **Ensetado:**

Colocada la estructura principal de la casa, se procede antes a la colocación de unas "cintas" o varas de madera de unos 3 a 5 cms. A una altura del piso de 0.25, 1.00 y 2.30 Mts. Las cintas cumplen la función de soporte del caña-maíz, alrededor de la casa, para luego colocar encima, el "ensetado", en forma vertical a base de caña-maíz o "varilla", amarrándolo con "bejuco", en la actualidad debido a la escasez de este material, se utiliza el alambre de amarre. El ensetado es la base para la elaboración de los muros, dejando libre los vanos para las puertas, las ventanas son ocasionales en la casa zoque, de acuerdo al gusto y necesidad del dueño. (Ver Figura 16).

▪ **Embarro:**

Se procede posteriormente al "embarro", basado en la aplicación del lodo mezclado con paja del campo, tanto en el interior como en el exterior de los muros de la casa, cubriendo completamente muros y horcones. La aplicación debe ser en fresco con una mezcla pastosa y plástica, de esta manera al secar adquiere solidez. (Ver Figura 16).

▪ **Encalado:**

Terminado y secado el muro se procede a realizar el acabado final, a modo de repellido, pero a la vez también de pintura, sirve así mismo de protección contra la lluvia en el exterior, e iluminación al interior, El encalado se prepara con agua, cal, sal y la baba de la penca de la tuna de monte o nopal (*Nopalea karwinskiana*), La tuna y la sal sirven como fijadores del color; sin ellos el acabado blanco tendería a perderse, con solo tocarlo o con la lluvia, el color blanco es una característica típica de la casa de bajaré zoque. (Ver Figura 16).

▪ **Envarillado:**

Se realiza después del embarro, formando parte de la cubierta, van sobre las tijeras, está encargado de recibir el techo de la casa, son cintas de madera rolliza con un diámetro de aproximado de 2 a 3 cms. Se colocan de manera horizontal, apoyándose y amarrándose directamente a las tijeras en grupo de tres a cuatro piezas, formando una "faja", aquí se apoyarán las tejas, su separación es de aproximadamente 25 cms. de distancia entre una y otra, dependiendo de la longitud de la teja. (Ver Figura 16 y Fotos 37 y 39).

▪ **Techos:**

Se fabrican a partir de la conquista de tejas de barro cocido, anteriormente eran de paja del campo o de palma de coyol, traída de la zona de la frailesca. (Ver Figura 16 y Fotos 37 y 39).

## LAS ENVOLVENTES.

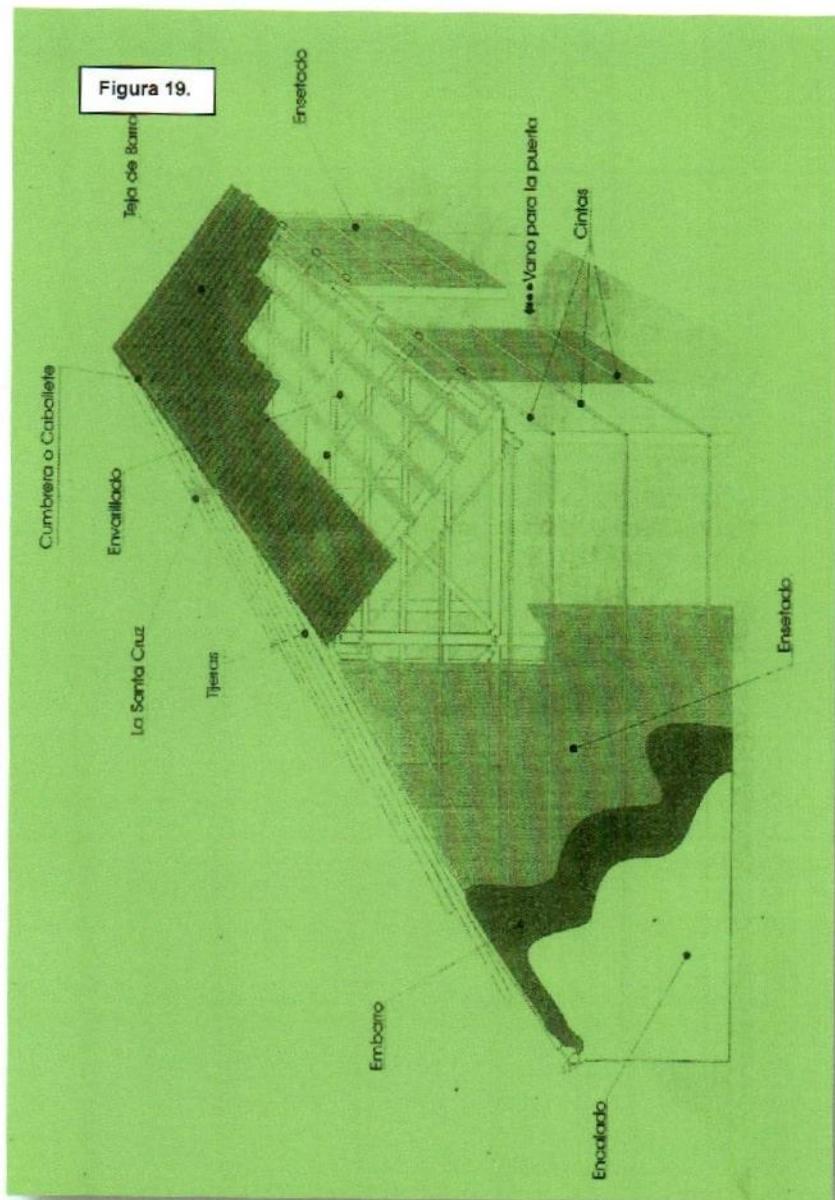


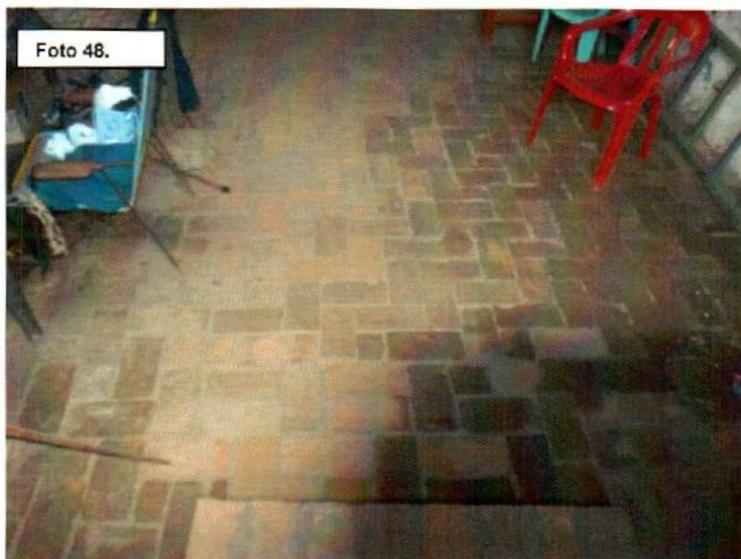
Figura 19. Encalado, embarro y entejado. Vivienda Zoque.

- **Pisos:**

Antes de la conquista y hasta hace poco los pisos eran de "tierra pulida a mano"<sup>42</sup>, pero con la importación de las tecnologías europeas, los pisos se fabrican a base de ladrillo de barro cocido y actualmente se fabrican en cemento pulido color gris o con color. Esto es según la economía de los ocupantes. (Ver Figura 17 y Fotos 47 y 48).



Fotos 47 y 48. Pisos de ladrillo en la arquitectura vernácula de Tuxtla Gutiérrez; foto obtenida en la colonia Copoya, al Sur de la ciudad.



<sup>42</sup> De la Cruz Vázquez, Sergio (2011): "Entrevista personal". Arquitecto Investigador de la cultura Zoque de Tuxtla Gutiérrez, Miembro de la Asociación de Cronistas del Estado de Chiapas A. C.

## PISOS DE TIERRA PULIDO A MANO.



Foto 49.

Foto 49.- Piso de tierra en la casa actual zoque, sin pulir. Foto obtenida en las afueras del poblado de Copoya.



Foto 50.

Foto 50. Piso de tierra pulida presente en la casa zoque, foto obtenida en la zona periférica del poblado de Copoya, en donde las calles también aún, suelen ser de tierra.

## ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO EN LA CONVIVENCIA DIARIA:

La manera de levantar la casa o sea la técnica constructiva y los elementos que la contienen, pasan a formar parte de una tradición; arraigada en el uso y costumbre de los años de convivencia diaria.

Es justo en este punto donde descubrimos; el potencial en las antiguas costumbres, para refrescar sus espacios en la época de el estiaje, o sequía, en la última etapa de la primavera antes de las lluvias, cuando se presenta el clima propicio para el enfriamiento o refrescamiento evaporativo (Ver, Cap.3.3), al agregar agua a algunos elementos del espacio habitable como por ejemplo el piso.

*"Anteriormente los zoques refrescaban sus viviendas mojando los pisos, a medio día, para refrescarse, el viento hacía lo demás, porque en la parte posterior de la casa zoque, por dentro, se construían a lo largo de ella corredores techados con la misma techumbre que formaba parte de la casa (Ver Figura 20), antes de la llegada de los españoles, los pisos eran de tierra pulida a mano, posteriormente se forraban de ladrillo".<sup>43</sup> (Ver Fotos 47 y 48).*

*"Se cree también que los habitantes de la cultura zoque, ponían vasijas de barro llenas de agua, en sus ventanas, con una tela adentro de la vasija, colgando a manera de cortina, las ventanas por lo regular daban hacia el patio; (Ver Figura 20), esta era una manera práctica para refrescar la habitación por las noches, el sereno de la noche se encargaba de hacer lo demás".<sup>44</sup>*

Ese uso cotidiano, llegó a resultar, en un refrescamiento del ambiente, al provocar mediante esta acción, un aumento en la humedad de éste, convertido en la sensación de un rocío fresco a la transpiración de la piel, de gran confort para el usuario.

Existen "otras formas de ventilación por enfriamiento pasivo, es por medio de celosías de ladrillo"<sup>45</sup>, desde entonces, se han utilizado en la arquitectura vernácula de los pueblos que poseen climas cálidos y húmedos, pero solo puede apreciarse en los pueblos sencillos, en las afueras o en las partes exteriores de la ciudad. (Ver Fotos 47, 48 y 49).

---

<sup>43</sup> De la Cruz Vázquez, Sergio (2011): "Entrevista personal". Arquitecto Investigador de la cultura Zoque de Tuxtla Gutiérrez, Miembro de la Asociación de Cronistas del Estado de Chiapas A. C.

<sup>44</sup> Ídem.

<sup>45</sup> Ídem.

## ESPACIO INTERIOR O PLANTA DE LA VIVIENDA ZOQUE.

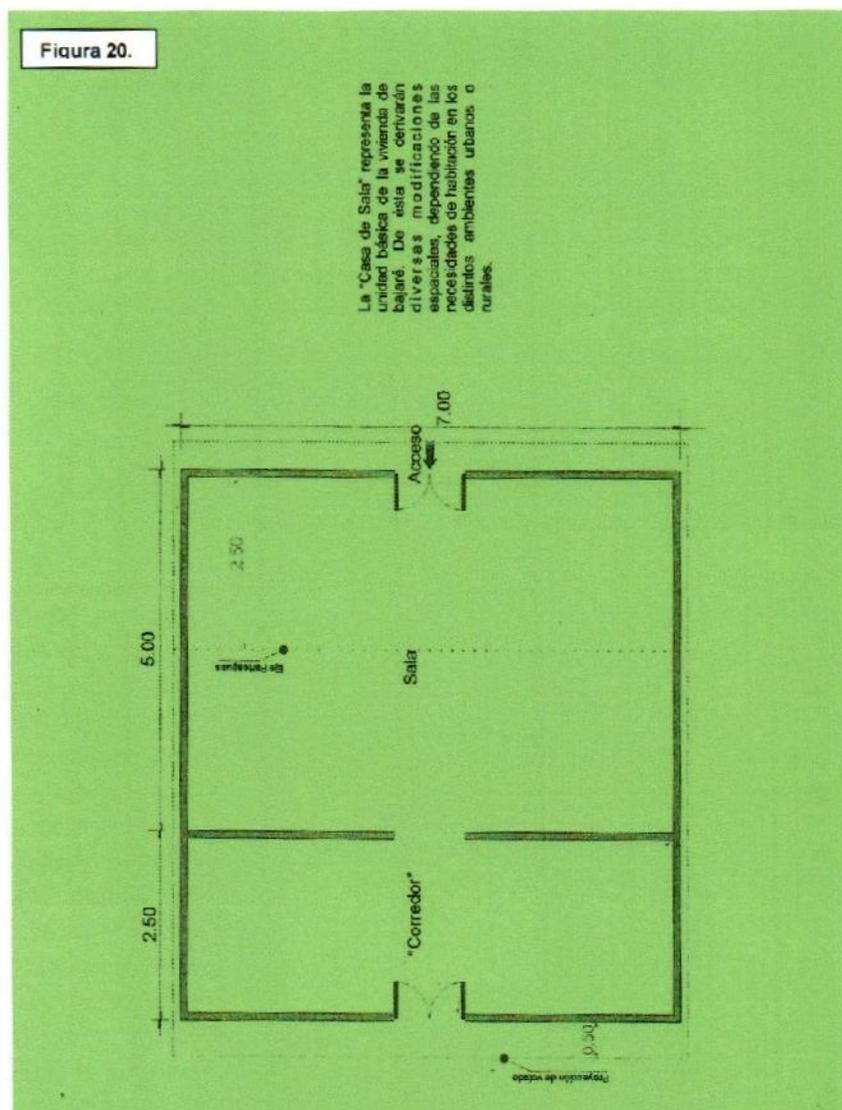


Figura 20. Croquis de la conformación espacial de la vivienda de bajaré. Unidad Básica.

## VENTILACIÓN PASIVA MEDIANTE CELOSÍAS.

Foto.51.

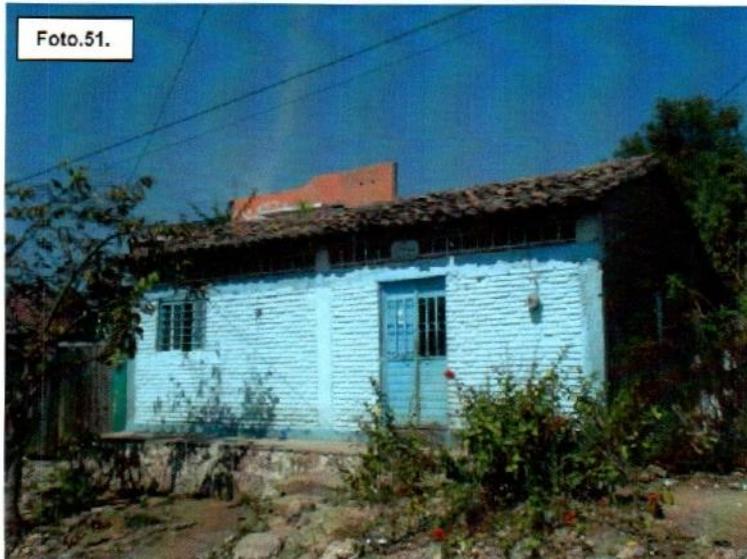


Foto.52.

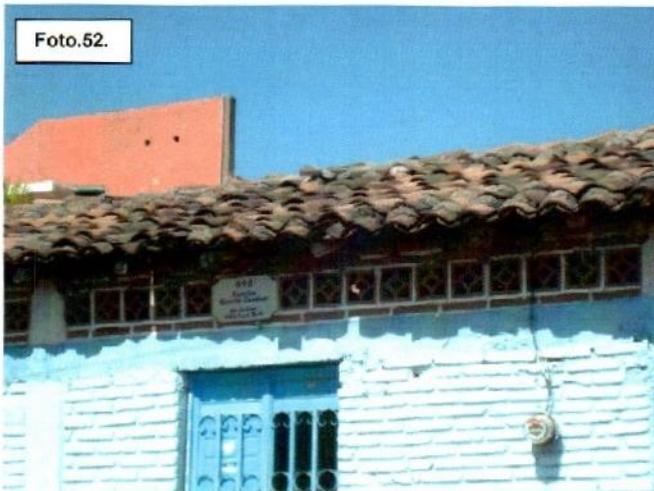
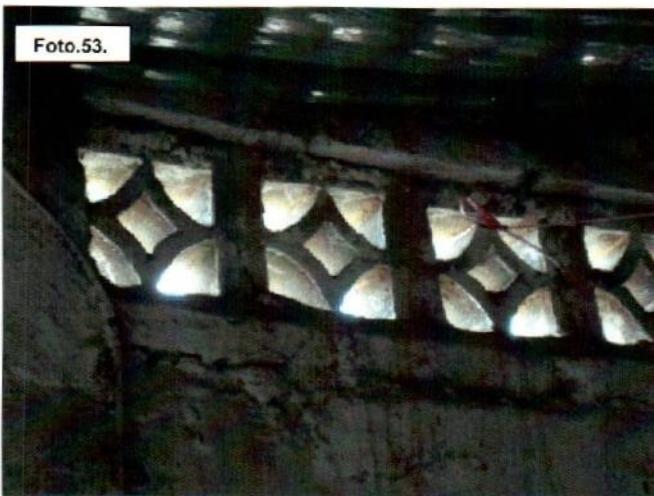


Foto.53.



Fotos 51, 52 y 53. En las fotos apreciamos una casa estilo tradicional o Vernácula en Copoya, con algunos elementos a la antigua usanza. Aunque ha sido modificada con tecnologías modernas, como son, cadenas y castillos de cemento y muros de ladrillo, se observa el uso de celosías de cemento, para ventilar de manera natural sus viviendas. Se puede apreciar en su conformación, como en su techado, el uso de otros elementos tradicionales de costumbre zoque.

## CELOSÍAS DE LADRILLO.

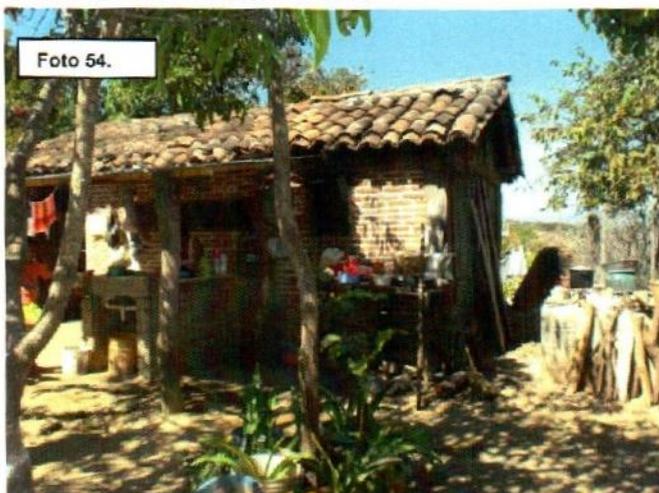


Foto 54, 55 y 56. La "ventilación pasiva" por medio de celosías de tabique de barro o ladrillo puede encontrarse aún, en la casa zoque modificada actualmente, en Copoya.

## VENTILACIÓN PASIVA EN LA ARQUITECTURA VERNÁCULA.



Foto 57 y 58. La arquitectura vernácula se hace presente en el Estado de Chiapas. En estos ejemplos se aprecia la ventilación pasiva o natural, por medio de celosías, fotos tomadas en Mapastepec en la actualidad.



### 3.4.- PROPUESTA DE DISEÑO DEL DISPOSITIVO DE ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO.

#### ANTECEDENTES:

Los antecedentes se remontan y toman como ejemplo el diseño de la apicultura moderna de principios del siglo XIX de los panales de las abejas.

*"El diseño básico de la colmena de desarrollo vertical y panales móviles propuesto por Langstroth, se extendió por todo el mundo durante la segunda mitad del siglo XIX".<sup>46</sup>*

Las abejas construyen panales hexagonales para mantener una temperatura idónea, para procurar el buen desarrollo de la colmena.

*"Para poder soportar las oscilaciones térmicas se pusieron en marcha diversas estrategias: Los enjambres seleccionaron cavidades protegidas para vivir, formaron colonias más numerosas y con más panales y perfeccionaron la termorregulación de la colonia. Durante un proceso que se inició ahora hace unos 5 millones de años".<sup>47</sup>*



Fotos 59 y 60.  
Panales de abejas  
en donde se  
observa su forma  
hexagonal, aún en  
panales verticales.



<sup>46</sup> Calatayud Tortosa, Fernando (2002): *Las abejas de miel y los humanos una larga coexistencia Incierta*. Instituto Valencia e investigaciones agrarias, Valencia, 2002, Pág.2.

<sup>47</sup> Ídem.

Estos ejemplos de diseño por "Analogía", han sido y son utilizados en diferentes áreas de la industria, como humidificadores comerciales, el ejemplo de la figura 8, muestra su función, así mismo en la industria automotriz, en "calandras o parrillas" de autos porque facilitan la termorregulación del motor.

Fig.21.

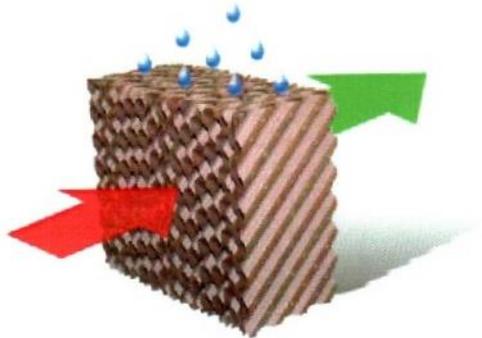


Foto. 61.



Foto. 62.

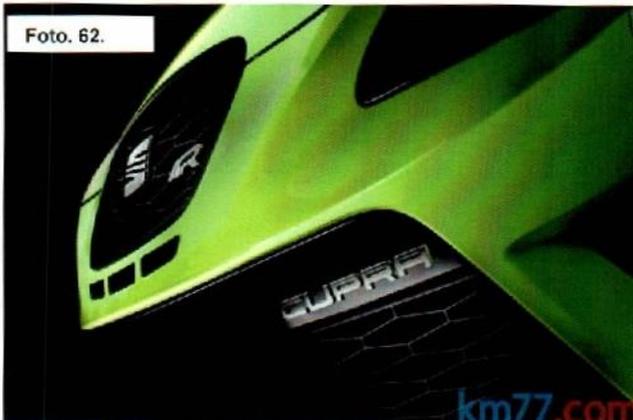


Fig.21. y Foto 61.

La figura arriba ilustra la forma del funcionamiento de los enfriadores o humidificadores comerciales, se observa a las variables del viento realizar su acción, en este caso como sistemas

Fotos 62 y 63.

En la actualidad en la moderna industria automotriz. Los paneles o parrillas son utilizados para enfriar los motores, aprovechando los recursos naturales del viento.

Foto. 63.



### 3.4.1.- EL DISPOSITIVO; MATERIAL USO Y FUNCIÓN.



## DISEÑO DEL DISPOSITIVO DE ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO.

### 1.- MATERIAL

El dispositivo consta de un bastidor de aluminio sobre el cual está montado una malla, hecha con tela de yute crudo, en la parte inferior posee un contenedor de aluminio con agua, adonde reposa la malla.

### 2.- USO Y FUNCIÓN:

El uso del dispositivo está indicado para ser colocado sobre una ventana abierta donde incide el viento directamente, colocando agua limpia al contenedor adosado en la parte inferior, absorbiendo la tela, el agua de la charola, por capilaridad. Es importante que el usuario mantenga la tela siempre húmeda, renovando el agua de la charola.

La función del dispositivo es; coadyuvar en el mejoramiento del interior de un espacio como estrategia pasiva; propiciando un ambiente térmico más confortable, al humedecer el aire tibio que incide a través de la ventana, produciendo un efecto de "enfriamiento evaporativo".<sup>48</sup>

<sup>48</sup> González, Eduardo (1997): "Estudio de materiales y técnicas de enfriamiento pasivo para la concepción de la arquitectura bioclimática en climas cálidos y húmedos" Tesis Doctoral: Escuela de Energías de Mines, París, Francia.

### 3.- FOTOGRAFÍAS DEL DISPOSITIVO ANTES DE SER COLOCADO A LA VENTANA:

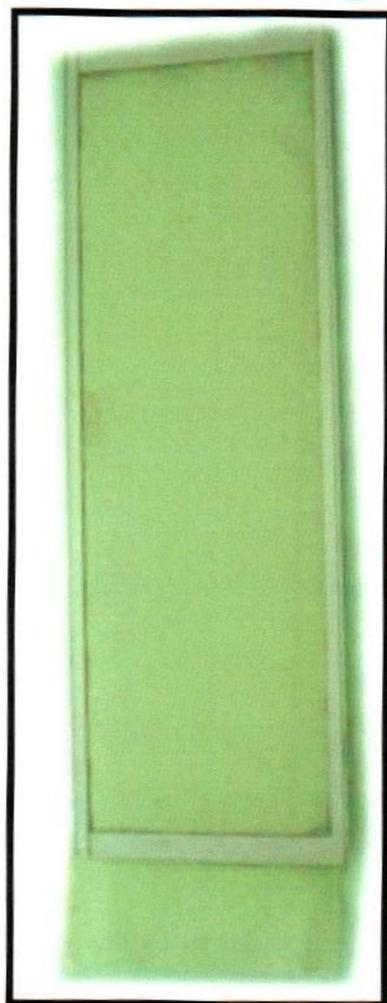


Foto 64.

Foto 64.- En la fotografía se aprecia el dispositivo en su cara frontal.

El bastidor de aluminio sobre el que se tensa la tela de yute, la tela cuelga fuera del bastidor en la parte de abajo, para que se mantenga dentro del contenedor de aluminio con agua, colocado por dentro de la ventana.

- **Nota:** Posteriormente debido a su uso para conocer un mejor funcionamiento, se origina una segunda propuesta, ampliándose a una segunda semana, originándose un segundo cuasi-experimento, esta es la etapa dos o fase segunda.
- De esta manera se llama al experimento uno durante la 1ª. Semana de mediciones: D.E.E.1-A, y posteriormente con nuevas variaciones para el suministro de agua se llama D.E.E.1-B. (Ver explicación enseguida); el experimento dos es un "cuasi-experimento", se realiza en una 2ª. Semana de mediciones, así mismo se contempla la variante de incorporar un ventilador mecánico de piso, sin ventilador se llama D.E.E.2-1 y con ventilador se llama D.E.E.2-B, respectivamente.

#### 4.- FOTOGRAFÍAS DEL DISPOSITIVO, COLOCADO EN VENTANA.



Foto. 65.

Foto 65. Célula 1, cara exterior con dispositivo.

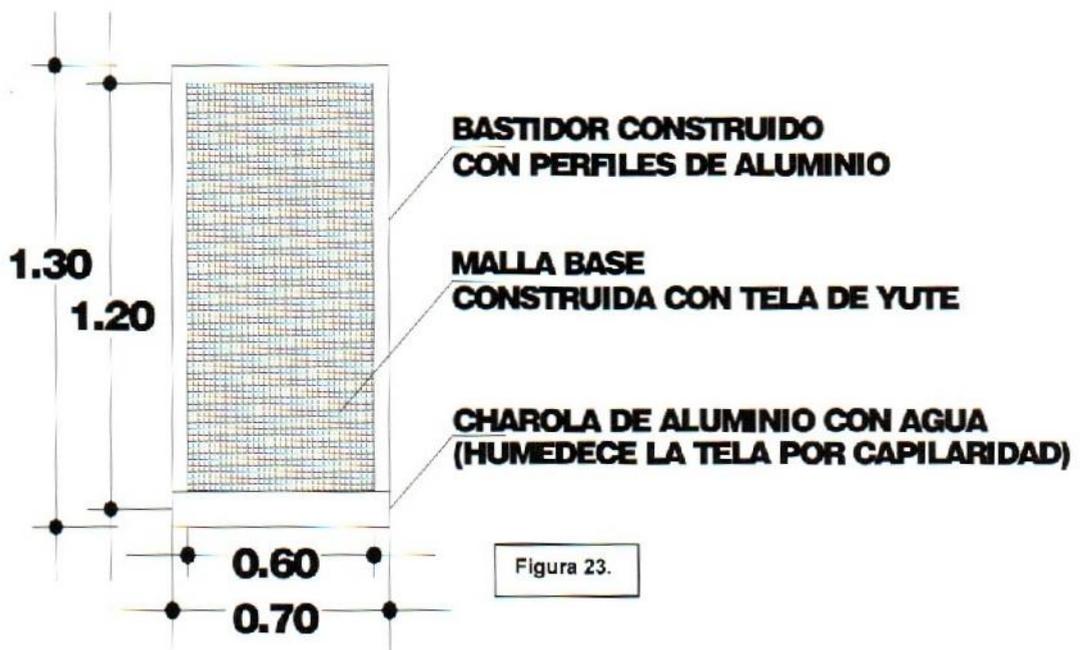


Foto 66.

Foto 66. Célula 2, cara exterior, sin dispositivo.

## D.E.E.1-A.- ALZADO CARA INTERIOR:

### EXPERIMENTO 1



El experimento D.E.E.1-A. Se intenta utilizar mojando la tela por capilaridad por la parte interior de la célula No.1, pero el intento falla o es muy tardío, mojándose solo la mitad del bastidor, se procede a humedecer la tela por las premuras, con ayuda de un atomizador, para no parar las mediciones, posteriormente se procederá hacer una nueva propuesta para el correcto funcionamiento del dispositivo; sobre todo para poder llevar a cabo el experimento de ventilación por enfriamiento evaporativo, la captación del viento en algunos de los días de la 1ª. Semana, se vuelve materialmente imperceptible (ver fechas de mediciones en Cap.5).

**EXPERIMENTO No. 1. D.E.E.1-A. CARA INTERIOR, ANTES DE SER COLOCADO EN VENTANA.**

Foto 67. Nos permite apreciar el dispositivo en su cara interior, antes de ser colocado en la ventana de la Célula No.1.

Esta es la parte hacia el interior del espacio en estudio, en la parte de abajo se aprecia el contenedor de agua, adosado al bastidor de aluminio y donde reposa la tela, para ser humedecida.



Foto 67.

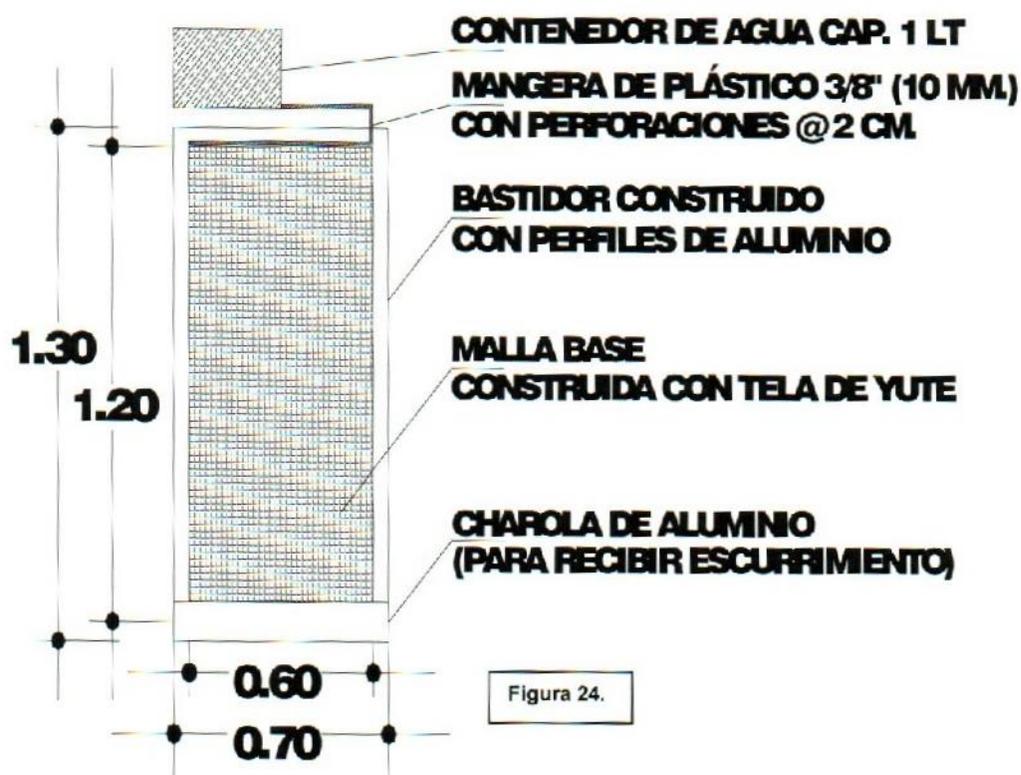
**EXPERIMENTO No. 1. D.E.E.1-A. CARA INTERIOR, COLOCADO EN VENTANA (1ª.Semana de Mediciones).**



Fotos 68 y 69. Nos permite apreciar, cómo la tela se moja totalmente con ayuda manual; pues por capilaridad, solo sube hasta la mitad de la altura del bastidor.

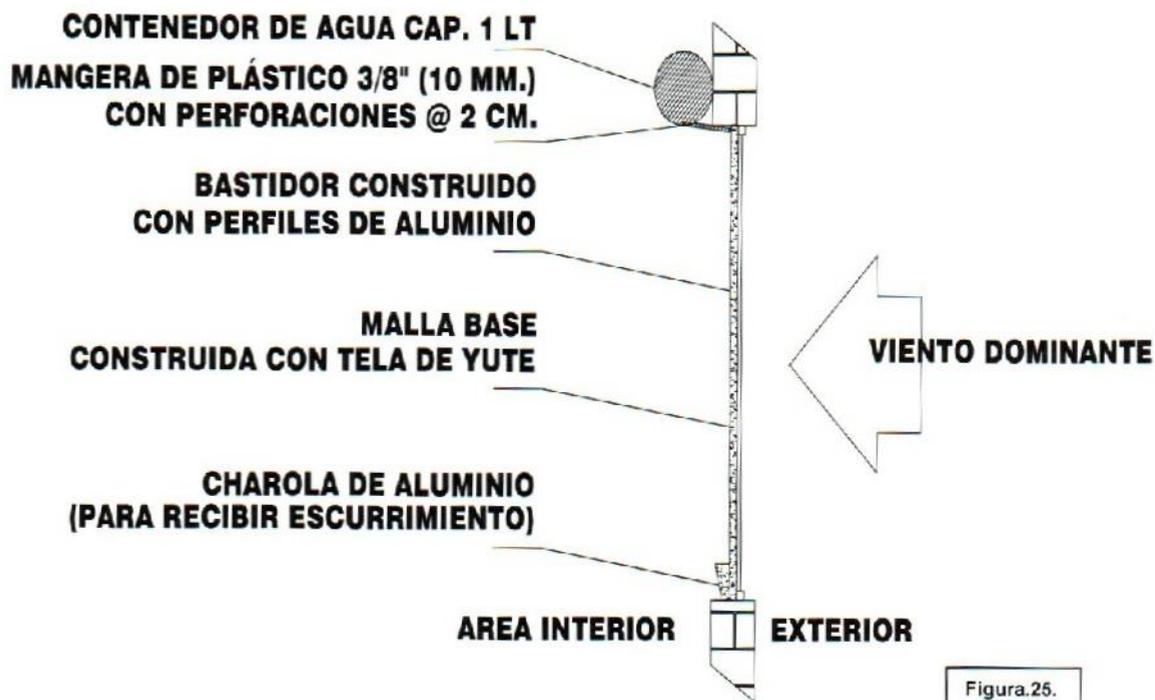


## D.E.E.1-B. EXPERIMENTO 1, ALZADO CARA INTERIOR:



El experimento D.E.E.1-B. Se replantea, añadiendo un contenedor en la parte superior para el mejor funcionamiento del humedecimiento del bastidor, con la tela de yute. La velocidad del viento en algunos de los días de la 1ª. Semana, es casi nulo y se vuelve materialmente imperceptible, muy propio de esta temporada, pero está presente, para realizar los experimentos. (Ver fechas de mediciones en Cap.5).

## **CORTE, EXPERIMENTO 1:**



### **1.- MATERIAL:**

El dispositivo consta de un bastidor de aluminio sobre el cual está montado una malla de yute, sobre la parte superior se coloca un contenedor de plástico con capacidad de 1 litro, este está conectado a su vez a una manguera con orificios, distribuida a lo ancho del bastidor, pegada al mismo en la parte superior, en la parte inferior posee un contenedor de aluminio.

### **2.- USO Y FUNCIÓN:**

El uso del dispositivo está indicado para ser colocado sobre una ventana abierta, orientada hacia donde incide el viento dominante directamente, el viento tibio ingresará por la ventana pasando por la tela, que actúa como un filtro húmedo, el viento absorbe la humedad de la misma al estar mojada, logrando un efecto tentativo de enfriamiento por evaporación. Funciona colocando agua limpia al contenedor adosado en la parte superior, el cual escurre por una manguera con orificios mojando la tela por riego o goteo, el líquido producto del escurrimiento podrá ser captado en la parte inferior con un contenedor de aluminio, es importante que el usuario mantenga la tela siempre húmeda, renovando el agua de la charola.

**EXPERIMENTO No. 1. D.E.E.1-B CARA INTERIOR, COLOCADO EN VENTANA.**



Fotos 70, 71 y 72.  
Muestra el funcionamiento del nuevo aditamento o contenedor de agua, en la parte alta del bastidor, cuenta con una capacidad de 3 lts. Utilizándose un promedio de 1 L/ Hr. mientras se realizan las mediciones.

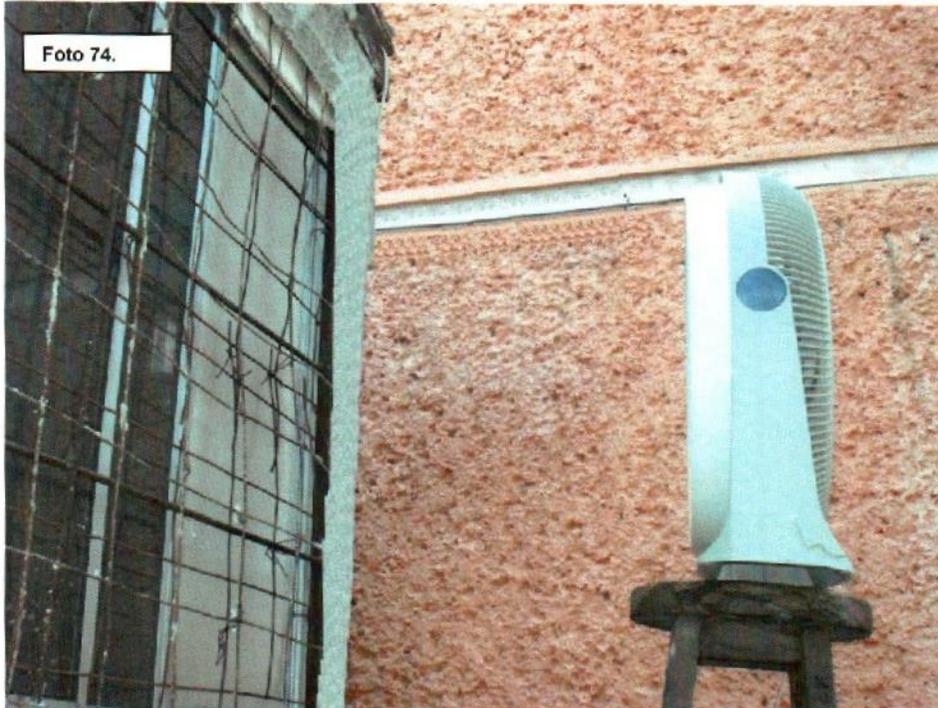


**EXPERIMENTO No. 2. D.E.E.2-A. CARA INTERIOR, COLOCADO EN VENTANA (Sin ventilador, 2ª. Semana de mediciones).**

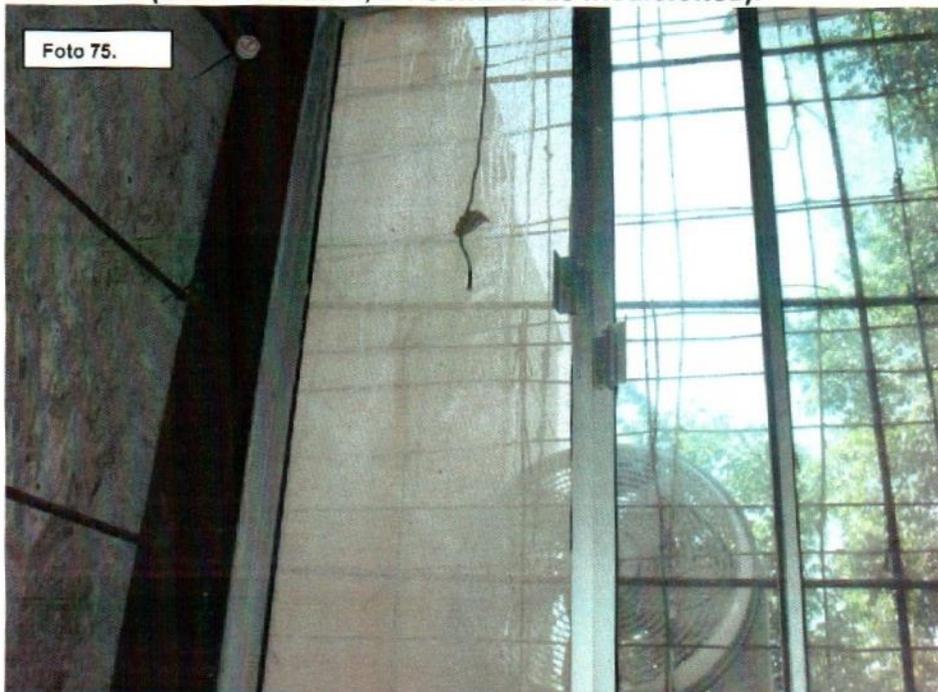


Foto 73. Esta foto, muestra claramente el funcionamiento en acción del dispositivo, cómo va mojándose y luego el viento penetra por la ventana para realizar el "Enfriamiento evaporativo". Captado por los instrumentos de mediciones. (Ver Gráficas Cap. 5).

**EXPERIMENTO No. 2. D.E.E.2-B. CARA EXTERIOR, COLOCADO EN VENTANA (Con ventilador, 2ª. Semana de mediciones).**



**EXPERIMENTO No. 2.- D.E.E.2-B. CARA INTERIOR, COLOCADO EN VENTANA (Con ventilador, 2ª. Semana de mediciones).**



**EXPERIMENTO No. 2.- D.E.E.2-B. CARA EXTERIOR, COLOCADO EN VENTANA (Con ventilador, 2ª. semana de mediciones, Fase 2 del llamado cuasi-experimento).**



Foto 76. Durante la Fase 2 del cuasi-experimento, es importante notar la utilización de un sistema híbrido; en el que se emplea aparte de la ventilación pasiva, la ventilación mecánica, con el fin de descubrir si al aumentar la velocidad del viento, redundaría en un mejor enfriamiento del interior de la Célula de experimentación No. 1. Se observa pues en la siguiente foto, como la Fase 2 del experimento llamado "cuasi-experimento, la conformación de este experimento, teniendo por lo tanto una confrontación entre los datos de la célula No.1, con respecto a los datos del exterior. (Nótese, luego entonces, la ubicación de un hobo (Hobo 3) para exteriores, en la parte superior de la célula).

## **CAP. 4.- METODOLOGÍA DEL EXPERIMENTO.-**

---

- 4.1.- Presentación del caso de estudio: comparación del comportamiento térmico entre dos células de evaluación en la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; aplicando un "Dispositivo de Enfriamiento Evaporativo". \*
- 4.2.- La teoría de la "Climatología Dinámica"; aplicada en el desarrollo del experimento para medir el viento; con y sin D.E.E. \*
  - 4.2.1.- Determinación del periodo experimental representativo, para el estudio.
    - 4.2.2.1-La obtención del mes ideal según las normales de climatología y la teoría de la climatología dinámica.
    - 4.2.2.- Día típico experimental.
- 4.3.- Equipo a utilizar, cantidad y ubicación.

## **CAP.4.- METODOLOGÍA DEL EXPERIMENTO:**

### **4.1.- PRESENTACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO: COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO ENTRE DOS CÉLULAS DE EVALUACIÓN EN LA CIUDAD DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS; APLICANDO UN "DISPOSITIVO DE ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO". \***

Se presenta el resultado de un experimento; de sus mediciones y comparaciones, con respecto al comportamiento térmico generado entre ambas, dentro de un espacio cerrado; dicha comparación se realiza, en dos células de evaluación ubicadas en la Facultad de arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas (UN.A.CH.), en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Construidas con sistema placa losa de concreto, y paredes de fibro cemento. La primera contempla la adición de un dispositivo de ventilación por enfriamiento evaporativo (D.E.E.) en una ventana tipo. La segunda célula de evaluación es una testigo y no contempla ningún dispositivo en ventana, solo se encuentra abierta y también presenta las mismas características de la primera. Las dos ventanas miden 1.20 X 1.20 mts. Y están fabricadas de aluminio natural, cristal claro, utilizadas comúnmente en viviendas de interés social. Ubicadas en fachada Norte Poniente, recibiendo la ventilación dominante de la ciudad.

El método consistió en medir las temperaturas interiores que genera la ganancia de calor, en estos espacios cerrados y las principales y más generales variables del viento, como son; temperatura y humedad, filtrados a través de las ventanas, con que accede desde sus exteriores. Incluyendo la aplicación de un sistema pasivo propiamente dicho, por medio de un D.E.E. Todos estos datos serán confrontados entre sí, con la teoría existente, en cuanto al tema; entre los autores Olgyay, Givoni, Szokolay, González y Morillón; la "zona de confort" únicamente se aplicará, para el período cálido cuando la humedad se encuentra por debajo de los niveles óptimos y con base en "la teoría de la climatología dinámica".

Los datos son registrados mediante la familia de los hobos. El resultado de los datos obtenidos entre una y otra célula, demuestra la mejora de la calidad del aire que penetra a través de la ventana; generando al usuario una sensación de frescor o de mejor confort, mejora de la alteración del comportamiento térmico interior de un espacio, ganado mediante la transferencia de calor, todo esto aplicando la estrategia de ventilación debidamente sustentada y bien planificadas para un tipo de contexto; en este caso el clima tipo cálido subhúmedo, se presta en un solo período de tiempo para su utilización.

## 4.2.- LA TEORÍA DE LA “CLIMATOLOGÍA DINÁMICA”; APLICADA EN EL DESARROLLO DEL EXPERIMENTO PARA MEDIR EL VIENTO, CON Y SIN “D. E. E”. \*

- **CLIMA:** Es la síntesis a largo plazo de la gama de variaciones del fenómeno del tiempo y los estados climáticos en una región grande.

El clima depende, entre otros, de la latitud, en otras palabras, de la cercanía o lejanía hacia el ecuador y los polos. Las regiones climáticas grandes de la tierra están dispuestas tendencialmente en sentido paralelo a la latitud por ese motivo.

- **CLIMATOLOGÍA:** Es la ciencia del clima. Es una rama de la **meteorología** pero se diferencia de ésta por otra escala espacial (observación mundial) y temporal (observación a largo plazo). “*Su perspectiva, sin embargo, está dirigida también al fenómeno atmosférico*”.<sup>1</sup>

La climatología tiene dos ramas:

- La **climatología dinámica** investiga los fenómenos atmosféricos del mundo entero y trata de registrar, describir y explicar las causas y condiciones del origen de los diferentes cinturones climáticos.
- La **climatología efectiva**, en contraste, abarca apenas la “*limitación de cada cinturón climático*”.<sup>2</sup>

Diversos autores sugieren diferentes teorías para definir estos conceptos, no siempre fáciles de explicar, sin embargo, entre los más destacados y que hasta el día de hoy prevalecen en cuanto a los diferentes estudios expuestos y ejercicios experimentados realizados alrededor del mundo, mencionamos a los siguientes; teniendo en cuenta a un autor que nos acerca más y nos aterriza en el lugar determinado a estudiar.

---

<sup>1</sup> Axel Borsdorf, Carlos y Davican Hannes, Hoffert (2005): *Espacios naturales de Latinoamérica desde la tierra del fuego hasta el Caribe*. Institut für Geographic der Universität Innsbruck, Latenamerika- Studien on line, Austria.

<sup>2</sup> Ídem.

**SZOCKOLAY** (1999)<sup>3</sup>: Para Szockolay, la climatología, está siempre en relación con el entorno humano.

**OLGYAY** (2002)<sup>4</sup>: Define a la climatología; como una disciplina que rige toda la complejidad de los diferentes tipos de zonas climáticas de los que realiza una exhaustiva clasificación.

**VECCHIA** ("2000")<sup>5</sup>: Para Vecchia; la clasificación del clima en un lugar determinado es el objetivo primordial de la climatología, es de suma importancia realizar una concepción rigurosa e inmediata por medio de la "Climatología dinámica"; pues las condiciones climáticas, influyen en el desempeño térmico de un espacio construido y por ende influyen directamente en la ocurrencia del "stress térmico", de los usuarios, todo en función de las exigencias de "Confort humano", tomando en cuenta desde luego; la economía energética.

---

<sup>3</sup> Szokolay S.V. & Auliciems A (1999): *Elementos de meteorología y climatología*. Editorial Trillas, México.

<sup>4</sup> Olgyay, Víctor (2002): *Arquitectura y clima: Manual de diseño bioclimático, para Arquitectos y Urbanistas*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España.

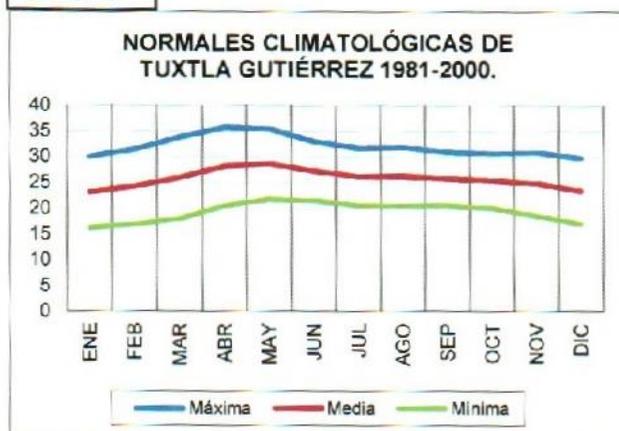
<sup>5</sup> Vecchia, Francisco (2000): *Clima y confort humano: Criterios para la caracterización del régimen climático*. Escuela de Ingeniería de San Carlos, Universidad de San Pablo, Brasil.

#### 4.2.1.- DETERMINACIÓN DEL PERÍODO EXPERIMENTAL REPRESENTATIVO, PARA EL ESTUDIO.

Para determinar el período experimental del presente trabajo, se tomó como respaldo la metodología propuesta en el trabajo elaborado por Castañeda y Vecchia (2007), en el que se puede apreciar claramente el día típico experimental, de un estudio determinado.

El día típico experimental es el resultado de observar minuciosamente primero, un período representativo, en el año y posteriormente después de identificar los meses, se identifica el mes y por ende el día de la semana, más propicio para llevar a cabo las mediciones correspondientes se utiliza para hacer el análisis térmico y preciso de una investigación propuesta, aplicado a un determinado caso de estudio, pudiendo ser comparativas de comportamientos térmicos; en este caso se utilizará para el control de procesos de ventilación pasivos adecuados, utilizando la comparativa térmica para determinar el grado de funcionalidad del dispositivo planteado, dentro de los parámetros del día típico.

Gráfica 7.



DATOS OBTENIDOS DEL S.M.N.-CNA OBSERVATORIO SINÓPTICO, PERÍODO 1981-2000.

Normales climatológicas:

Datos donde se identifica un período típico de aumento de las temperaturas en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Este mismo dato se comprobará mediante los datos climatológicos de la estación COCOVI de la Universidad Autónoma de Chiapas, más adelante.



#### 4.2.1.1.- LA OBTENCIÓN DEL MES IDEAL SEGÚN LAS NORMALES DE CLIMATOLOGÍA Y LA TEORÍA DE LA CLIMATOLOGÍA DINÁMICA.\*

Tabla 27.



NORMALES CLIMATOLÓGICAS



LATITUD N 16° 45'  
LONGITUD W 93° 08'  
ALTITUD 570 msnm

TUXTLA GUTIERREZ, CHIS.

PERIODO 1981-2000

OBSERVATORIO SINOPTICO  
DEPENDENCIA: SMN-CNA

PARAMETROS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
<b>TEMPERATURA</b>													
MAXIMA EXTREMA	37.9	40.1	42.0	41.5	41.7	41.2	39.9	38.5	36.2	37.5	38.2	36.5	42.0
PROMEDIO DE MAXIMA	30.0	31.5	33.8	35.7	35.5	33.0	31.7	31.9	31.0	30.7	30.9	29.8	32.1
MEDIA	23.1	24.2	25.9	28.1	28.6	27.2	26.1	26.2	25.8	25.4	24.8	23.4	25.7
PROMEDIO DE MINIMA	16.2	16.9	18.0	20.5	21.8	21.5	20.6	20.5	20.6	20.1	18.6	17.0	19.4
MINIMA EXTREMA	7.1	9.8	1.0	12.3	16.3	17.5	17.0	2.0	2.3	14.3	11.7	9.8	1.0
OSCILACION	13.7	14.6	16.5	15.2	13.7	11.4	11.1	11.4	10.4	10.7	12.3	12.8	12.6
TOTAL HORAS INSOLACION	148	122	130	157	185	157	175	167	165	167	157	157	1867
<b>HUMEDAD</b>													
TEMPERATURA BULBO HUMEDO	16.8	17.8	18.8	20.2	21.6	21.8	21.1	21.9	21.4	19.5	18.1	17.2	19.7
HUMEDAD RELATIVA MEDIA	61	62	58	56	60	70	71	74	75	68	63	64	65
EVAPORACION	160	185	240	243	224	167	159	153	143	158	152	148	2132.1
<b>PRECIPITACION</b>													
TOTAL	0.5	4.2	3.7	15.4	58.0	215.9	146.7	173.2	186.5	46.9	10.9	3.4	865.3
MAXIMA	2.2	39.5	42.8	113.8	215.3	349.5	264.4	414.0	338.1	127.0	62.5	22.8	414.0
MAXIMA EN 24 HRS	1.7	37.7	30.8	77.7	104.8	82.0	63.2	79.9	87.2	69.0	40.7	19.1	104.8
MAXIMA EN 1 HORA	1.3	5.7	8.5	24.8	33.2	53.5	54.5	59.4	79.1	36.1	14.0	8.3	79.1
<b>PRESION</b>													
MEDIA EN LA ESTACION	950.1	952.5	951.8	954.5	952.5	951.6	950.6	949.2	948.9	949.8	951.4	952.1	951.3
<b>VIENTO MAXIMO DIARIO</b>													
MAGNITUD MEDIA	10.7	11.0	11.0	10.3	9.5	8.1	8.5	8.5	8.2	8.8	9.4	9.9	9.5
<b>FENOMENOS ESPECIALES</b>													
LLUVIA APRECIABLE	0.7	0.6	0.3	1.6	6.8	18.4	14.7	16.7	17.1	7.8	2.0	1.4	86.1
DESPEJADOS	11.3	11.4	13.4	8.6	4.6	1.3	1.1	0.6	0.3	1.9	4.7	8.3	67.5
MEDIO NUBLADOS	14.6	13.9	14.1	16.1	15.2	8.2	12.8	11.1	8.4	16.5	17.1	16.8	164.8
NUBLADO/CERRADO	5.1	2.8	3.5	5.4	11.2	20.5	17.1	19.3	21.3	12.6	8.2	6.0	132.9
GRANIZO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
HELADA	2.0	2.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.8	1.0	7.3
TORRENTA ELECTRICA	0.1	0.0	0.0	0.7	3.0	6.3	4.4	5.2	5.8	1.7	0.4	0.1	27.8
NIEBLA	0.3	0.2	0.0	0.1	0.7	3.7	3.4	3.8	3.3	0.9	0.6	0.6	17.6

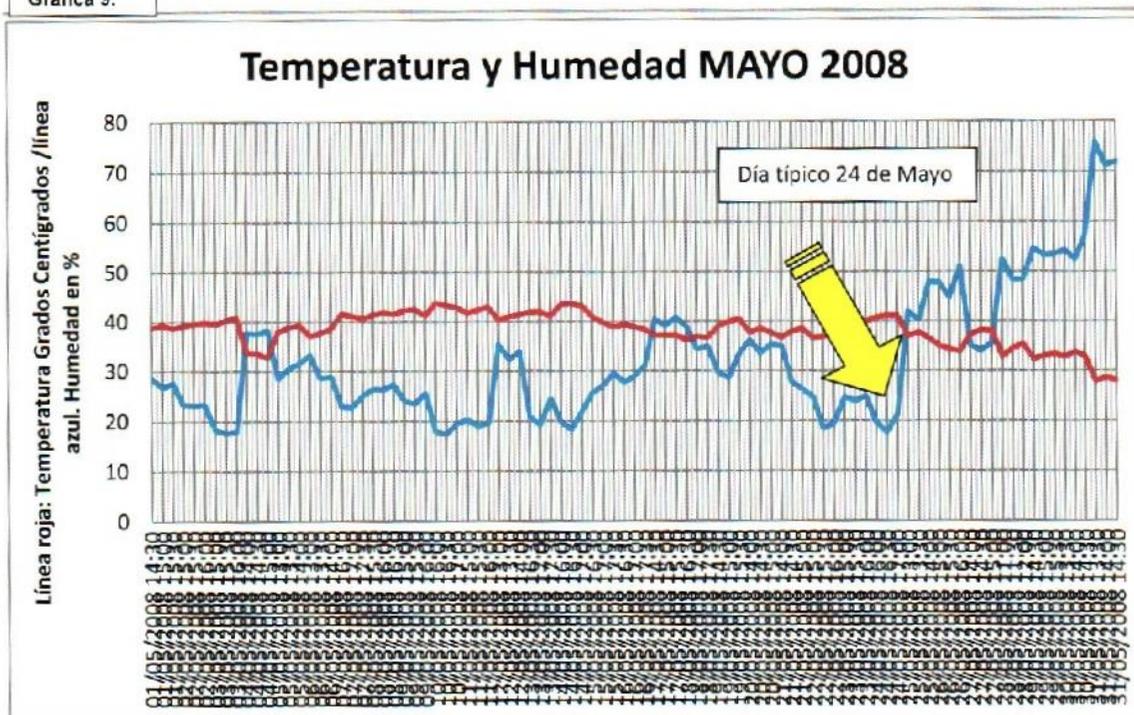
UNIDADES: TEMPERATURA (°C); HUMEDAD RELATIVA (%); PRECIPITACION Y EVAPORACION (mm); PRESION (mb); VIENTO (m/s) Y FENOMENOS ESPECIALES (dias)

Según las normales climatológicas observamos que en el mes de mayo se registran las temperaturas más altas; la humedad relativa media, no es la más baja del año, pero se encuentra relativamente baja, y además apreciamos, un notable decremento en la velocidad del viento y una alta en la evaporación.

Por lo mismo es muy importante realizar el experimento de ventilación evaporativa en este mes, antes de que la humedad aumente debido al período de lluvias y no pueda ser apreciado el resultado final, en toda su magnitud, además no pueda determinarse con exactitud su valoración.

## EL MES IDEAL.

Gráfica 9.

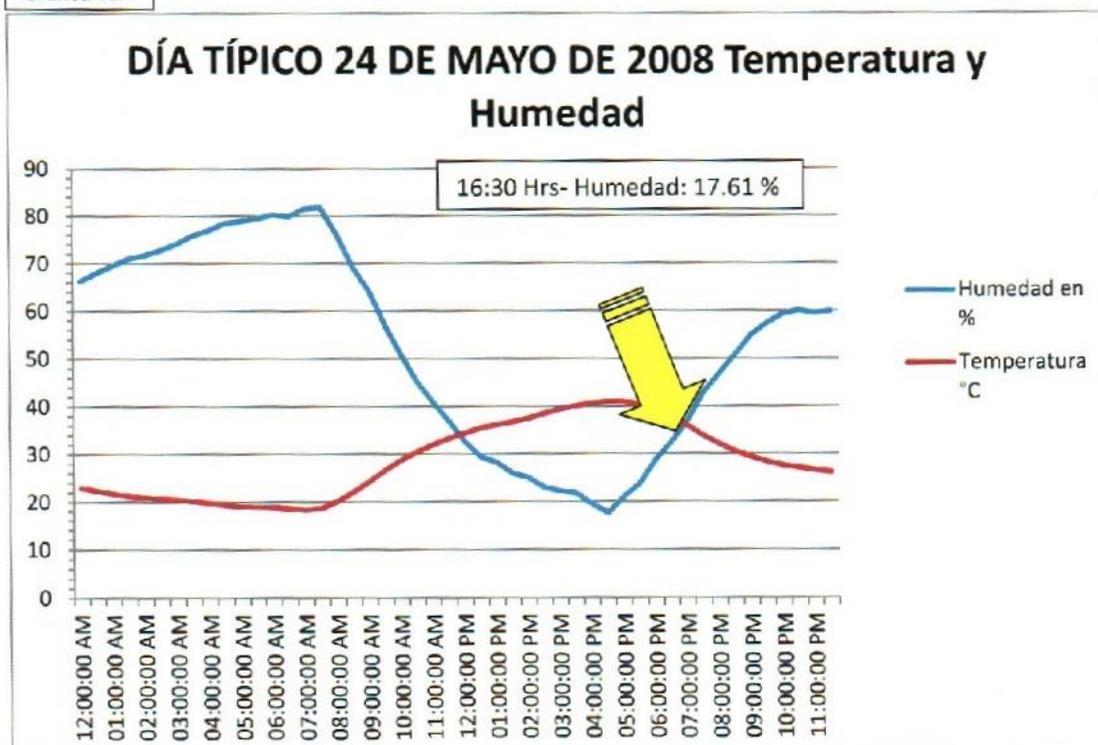


De acuerdo a Vecchia (2000); el período mínimo para realizar las mediciones será de 1 semana, es el "período representativo" entre los días 17 de Mayo al 25 de Mayo del 2009, en base a la climatología dinámica, eligiendo un día típico experimental en este período, se realizarán los análisis de los datos y su interpretación.

#### 4.2.2.- DÍA TÍPICO EXPERIMENTAL.

### DÍA TÍPICO EXPERIMENTAL, OBTENIDO DE DATOS ESTACIÓN COCOVI.

Gráfica 10.



La fecha tentativa para la realización de los estudios de medición, es el día conocido como, el "día típico experimental" del cual se propone el día; sábado 24 de mayo del 2008, como referencia a la misma fecha del presente año, para la realización de las mediciones referidas al tema de investigación antes mencionado.

Como se refleja en la gráfica siguiente la temperatura por arriba de los 40°C y la humedad por debajo de los rangos confortables, Auliciems y Szockolay (1999), sumándose la variable de la velocidad del viento, provoca unas temperaturas muy sofocantes con un aire muy seco y caliente, motivo para la justificación del tema en cuestión.

### 4.3.- EQUIPO A UTILIZAR, CANTIDAD Y UBICACIÓN.

#### 1.- EQUIPOS:

Los equipos a utilizar son los siguientes:

- **Hobos 12**, son registradores de datos electrónicos para medir temperaturas pertenecientes a la familia de los Hobos, los cuales cuentan con cuatro canales externos, capaces de valorar; la temperatura del aire, la humedad relativa del aire, y la humedad absoluta del aire (cabe mencionar, por observación directa, en esta temporada el aire se comporta caliente y muy seco, además muy bajo en su velocidad, parece estar ausente).
- **Hobo dataloggers, para exterior.**
- **Software Hobo pro**, programa encargado de obtener los resultados por medio de; *"La programación, operación de registro de datos y su interpretación, estarán basados en el instructivo de usos del equipo familia HOBO"*<sup>6</sup>, elaborado por el<sup>6</sup>, COCOVI en Noviembre del 2006.
- **Anemómetro**, contenido en la estación meteorológica COCOVI, para registrar la Fuerza, Velocidad, Dirección y Circulación del viento.

Foto 77. La siguiente foto muestra el tipo de aparato electrónico utilizado por el COCOVI para medir las variables de temperatura y humedad. Es un registrador electrónico de datos de la familia de los HOBOS.



Foto 77.

<sup>6</sup> Equipos facilitados por el "Cuerpo Académico de Componentes y Condicionantes para la Vivienda" (CACOCOVI), de la Facultad de Arquitectura de la UNACH.

## 2.- CANTIDAD:

Se utiliza la siguiente cantidad de equipo para ambas células, en el interior y exterior, como se menciona a continuación y nombradas en adelante para determinar sus mediciones para los diferentes casos en común:

- CÉLULA N°. 1.-
- CÉLULA N°. 2.-
- EXTERIOR.-

Para esta comparación; el procedimiento deberá estar soportado en planillas *Excel* para realizar un procesamiento analítico-gráfico de los registros.

Se propone realizar mediciones con los siguientes aparatos en total:

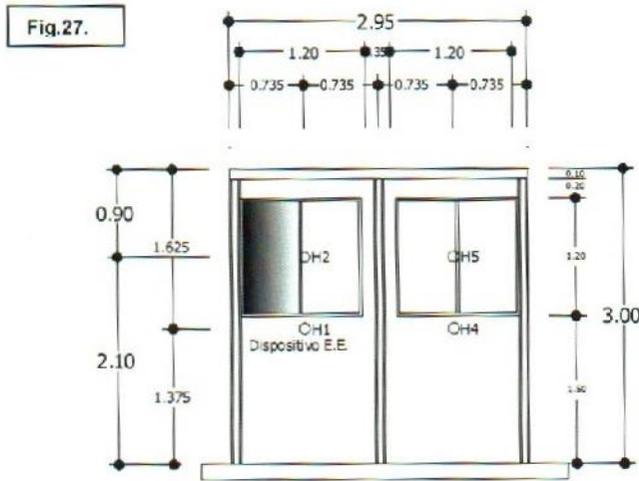
- **4 Dataloggers Hobos 12 de cuatro canales**, con los que se pretenden:  
Registrar mediciones simultáneas de Temperatura=T, Humedad Relativa=H.R, en diferentes períodos sucesivos.
- **1 Sensor**, para cada uno de los hobos números 1, 2 y 4, 5 respectivamente; los hobos N°.1 y 2, contenidos en célula 1, con los que se pretende:  
Medir la temperatura y humedad del techo y la temperatura y humedad inmediata al dispositivo, de igual manera en hobo 4, contenido en célula 2, se pretende medir la temperatura y humedad del techo y la temperatura y humedad inmediata a la ventana sin dispositivo.
- **1 Dataloggers Hobo para exteriores**, con éste se pretende medir la temperatura y la humedad del viento para exteriores, colocado entre las células 1 y 2, en parte alta por fuera de las ventanas.
- **1 Anemómetro**, contenido en la estación COCOVI, para registrar otros indicadores de la circulación del viento como son :  
Fuerza, Velocidad y dirección.

Para poder tomar adecuadamente el control del proceso de mediciones y experimentar con el dispositivo de ventilación pasiva propuesto, a continuación se explica el proceso que se propone para las condiciones de ensayo.



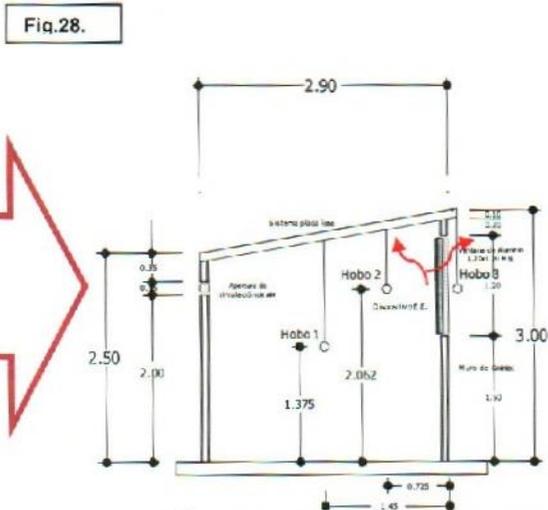
LOS CORTES:

**CÉLULA - 1; CORTES EN X-X' Y  
CORTES EN Y-Y':**



**CORTE X-X' CÉLULAS 1 v 2**

En las figuras 27 y 28 se muestran los cortes en donde se indican las alturas propuestas. La Célula de evaluación No.1, instalada con un dispositivo pasivo de enfriamiento, sobre una ventana de aluminio natural, con cristales claros.



**CÉLULA 1 CORTE Y-Y'**

Las dos células poseen tres hobos a diferentes niveles de altura y distancias entre cada uno de ellos, cada uno cumple una cierta función, los H1 y H2, medirán: la T, H.R y el H3, medirá la T, H.R, exterior.

- Hobo 1: Situado a una distancia media del largo de la célula y a una altura de 1.375 mts. Se agrega a este hobo 1 sensor, pegado al techo , para registrar la temperatura superficial.
- Hobo 2: A una distancia de  $\frac{1}{4}$  más cerca de la ventana, y a una altura de 2.06 mts. Se agrega a este hobo 1 sensor, colocado: junto a la ventana, para medir la temperatura y humedad .



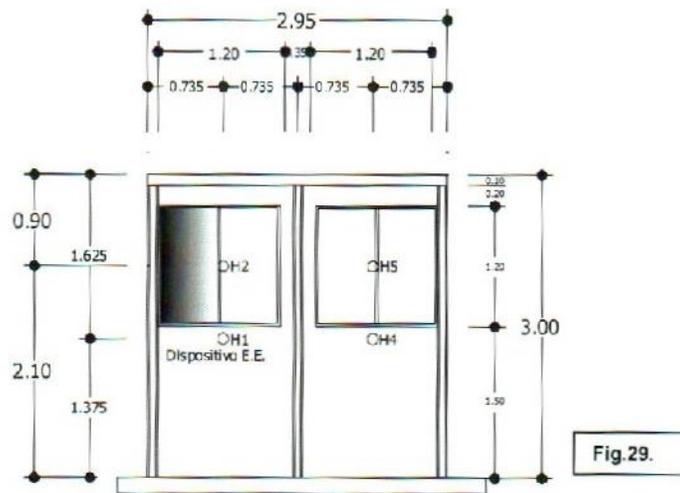
Foto 78. La fotografía muestra la colocación de los hobos dataloggers 12, con cuatro canales, número 1 y 2, correspondientes a la célula 1.

- Hobo 3: Este hobo se colocará por la parte externa de la ventana y a la altura del techo, para medir la temperatura y humedad del viento exterior.



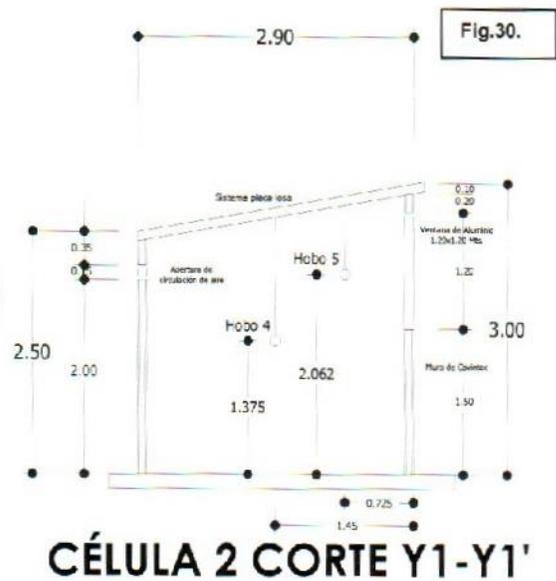
Foto 79 y 80. Las fotografías muestra la colocación y ubicación del hobo para exteriores ubicado en el techo de las células, este equipo medirá los datos correspondientes del viento exterior.

## CÉLULA - 2; CORTES EN X-X' Y CORTES EN Y-Y':



### CORTE X-X' CÉLULAS 1 v 2

Fig. 29 y 30. Muestran los cortes de La Célula de evaluación No. 2, será una testigo, instalada sin dispositivo pasivo y con el mismo tipo de ventana, en la misma podemos apreciar solo dos hobos, colocados a la misma altura de la célula 1.

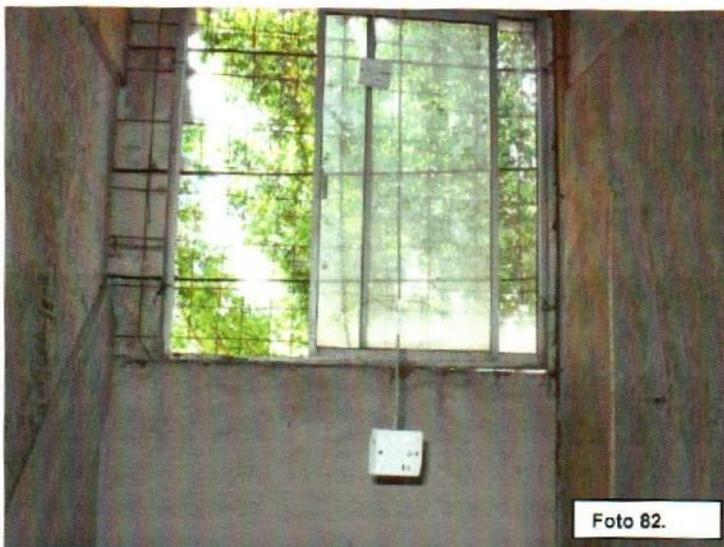


### CÉLULA 2 CORTE Y1-Y1'

- Hobo 4: Situado a una altura de 1.375 del suelo, tiene por función medir la temperaturas T superficial del techo.
- Hobo 5: Situado a una altura de 2.06 del suelo, y medirá la T, H.R y su resultado, sin el dispositivo.



Foto 81 y 82. Las fotografías muestran la colocación y ubicación de los hobos 4 y 5, en célula número 2.



### 3.- UBICACIÓN:

Se procede a seleccionar el lugar a donde se llevará a cabo el experimento; el lugar es propuesto por el **COCIVI** ; es un área construida para tal fin; se trata de célula de evaluación de 2.90 x 5.90 mts. Dividida en dos partes, ambas células de evaluación se encuentran ubicadas en las instalaciones de la **Facultad de Arquitectura de la UNACH**; en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.





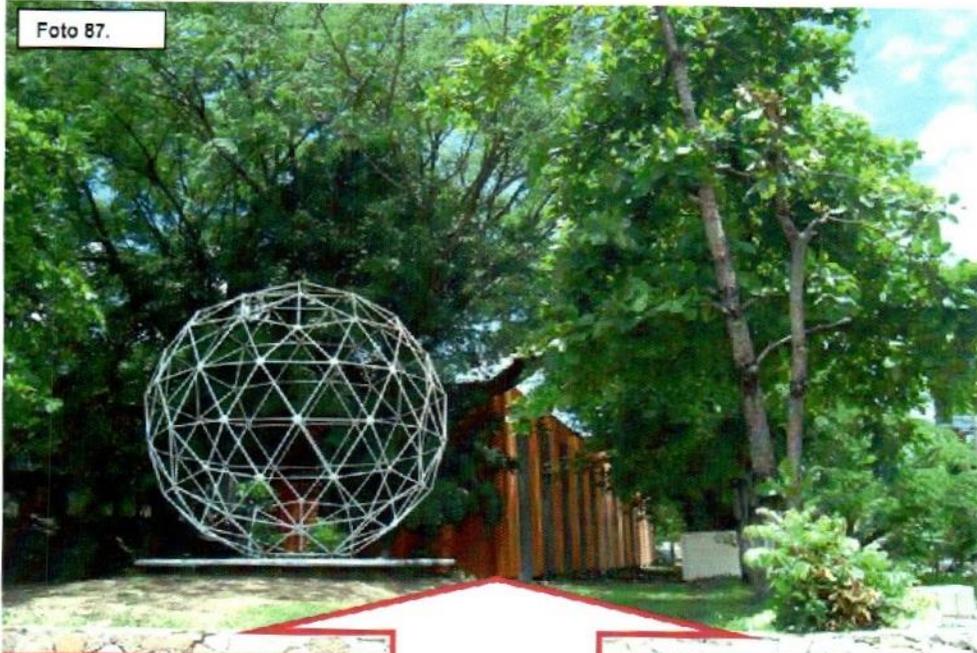
Foto 85.

Ubicación de la célula de evaluación en las instalaciones de la Facultad de Arquitectura de la UNACH, Campus I. En el área que ocupa el COCOVI, en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.



Foto 86.

Foto 87.

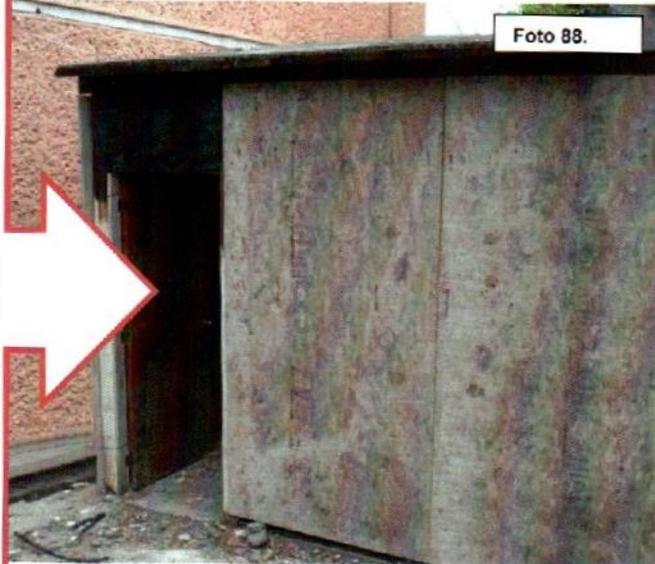


**FACULTAD DE ARQUITECTURA  
UNACH**

Foto 80. La célula se encuentra fabricada de estructura y techada por mitad en dos partes por dos diferentes tipos de losas, para tal fin, se utilizará la techada con el *Sistema placa-losa* de concreto de 5cms. de grosor. Que mide 2.90 x 2.95 mts.

Y se dividirá a su vez en dos partes, procediéndose a forrar las paredes con cimbra de madera, excepto la pared norte la cual se encuentra fabricada de *panel Covintec*.

Foto 88.



El experimento está sustentado en base a la teoría de la climatología dinámica, para adecuarlo debidamente al período de calor en el mes de Mayo.

Consta de dos tipos de células de evaluación como a continuación se describen:

- **Célula de evaluación No. 1:** La célula está instalada con un dispositivo pasivo de enfriamiento, sobre una ventana de aluminio natural, con cristales claros y malla mosquitera de aluminio.
- **Célula de evaluación No. 2:** Esta es una testigo, instalada sin dispositivo pasivo y con las mismas características de la primera, el área, el tipo y tamaño de ventana.

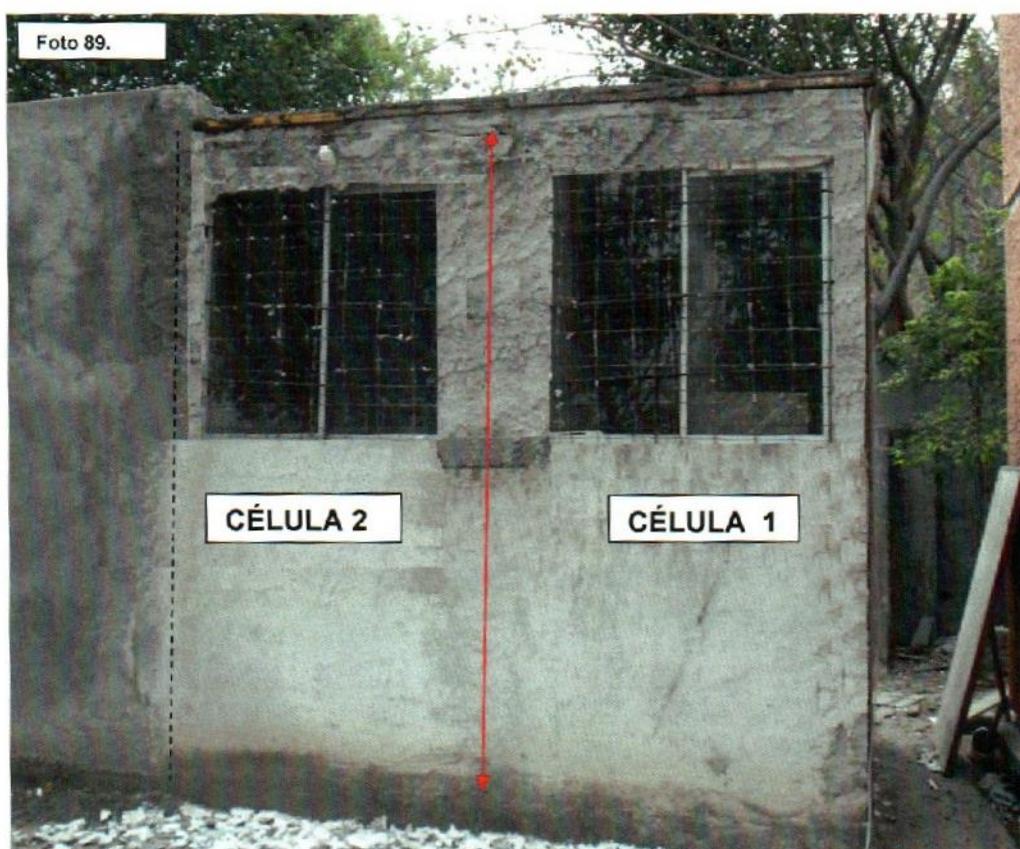


Foto 89. La imagen muestra las células de evaluación y su ubicación con ventanas hacia fachada norte poniente, ventilación dominante de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

## EL MÉTODO.



El método consistirá en medir las temperaturas y humedad interiores de ambas células de evaluación. La Célula 1; con dispositivo y la Célula 2; sin dispositivo en cuanto a las dos ventanas.

Posteriormente se procede a confrontar los resultados de las medidas con las teorías que explican:

- 1.- La zona de confort, propuesta por Baruch Givony (1960) y retomada por Olgyay (1962), posteriormente por Morillón (1996).
- 2.- El estrés térmico por calor, basado en la temperatura superficial de la piel, (Auliciems y Szokolay 1999).

Se llevará a cabo la comprobación y evaluación del funcionamiento del experimento; aplicando un sistema de ventilación pasivo por enfriamiento evaporativo, en base a los estudios realizados por González (1997- 2001).

Todos estos datos aplicados a la zona de confort en el período cálido del año.

## **CAP. 5.- RESULTADOS DE MEDICIONES:**

---

5.1.- Colecta de datos, durante un período de dos semanas.

5.1.1.- Mediciones:

5.1.1.1.- *Temperatura de Bulbo Seco (T.B.S.)*, en espacios Interiores. 1ª. Semana y 2ª. Semana.

5.1.1.2.- *Temperatura de Bulbo Seco (T.B.S.)*, en espacios Exteriores. 1ª. Semana y 2ª. Semana.

5.1.1.3.- *Humedad Relativa (H.R.)*, en espacios interiores. 1ª. Semana y 2ª. Semana.

5.1.1.4.- *Humedad Relativa (H.R.)*, en espacios exteriores. 1ª. Semana y 2ª. Semana.

5.2.- Los resultados comparativos en la colecta de datos.

5.2.1.- Comparativos entre T y H.R. ambos períodos.

5.2.2.- Resumen de los comparativos.

5.3.- Análisis y Discusión de los resultados.

5.3.1.- Confrontación con la teoría.

## CAPÍTULO 5.- RESULTADO DE MEDICIONES.

### 5.1.- COLECTA DE DATOS.

La colecta de datos, sirve para comparar los resultados entre ambas células, para conocer y corroborar; las condiciones idóneas para llevar a cabo el experimento, de "Enfriamiento evaporativo", mismo que al obtener un resultado nos antepone a desarrollar posteriormente, un mejor funcionamiento así como aprovechamiento, en el uso del D.E.E. (Dispositivo de enfriamiento evaporativo).

En la experimentación surgen dos sistemas uno totalmente pasivo y el otro mixto, estos se encuentran ubicados, en dos diferentes períodos. A uno se le denomina Experimento No. 1, realizado en la 1ª. Semana, para medir la T y la H.R. de espacios interiores; comparando ambas células de evaluación, y el otro es un "cuasi-experimento", realizado en la 2ª. Semana, para medir la T y la H.R. del espacio interior de la Célula 1, haciendo la comparación con los resultados obtenidos de las mediciones exteriores. Aplicando el adicional de un ventilador mecánico de piso, en la parte exterior de la ventana. Aprovechando este segundo período y solo para conocer la función del aumento en la velocidad del viento por medios mecánicos, se realiza una confrontación de los datos interiores de la célula 1, con los datos de célula 2; para conocer los resultados apenas tentativos del cuasi-experimento, su funcionamiento (con la variación del sistema mixto, ver Gráficas No.34 a la 37); si es factible se produzca un decremento notable en el comportamiento térmico del espacio interior de célula 1, o apenas diferente en sus resultados; con respecto del experimento No. 1. Utilizando entonces esta comparativa, para conocer cualitativamente, cuánto puede variar uno con respecto del otro.

De esta manera se proponen 5 hobos encargados de medir, los datos registrados en las tablas anteriores. Estos son; 4 hobos para interiores, con dos canales uno interno y el otro externo: Hobos 1 y 2, ubicados en Célula de evaluación No.1, Hobos 4 y 5, mismas características, ubicados en Célula de evaluación No.2. Por último Hobo 3, ubicado en parte exterior-superior, entre las ventanas de ambas células.

A continuación se explican los resultados obtenidos mediante la colecta de datos registrados en cada uno de los hobos colocados para cada célula de evaluación, incluyendo los datos medidos por el hobo de exteriores, cada registro corresponde a los resultados de la semana 1, así como también los resultados de la semana 2, en que se llevó a cabo el experimento.

Primeramente se muestra una tabla de referencias, de las diferentes y variadas mediciones obtenidas a lo largo de los dos períodos, posteriormente en anexos podemos apreciar las 32 gráficas

correspondientes al cuerpo de trabajo y resultados; correspondientes a datos aislados de temperatura (T) y humedad (H.R.) estas gráficas son el resultado de mediciones por separado de las dos variables antes mencionadas, para ambos períodos, organizadas de la siguiente manera, como a continuación se indican.

Las 12 primeras gráficas se refieren a los datos obtenidos de la "Temperatura de bulbo seco", de ambos periodos, para interiores y exteriores; 10 más corresponden a datos de la "Humedad Relativa", también de ambos períodos, para interiores y exteriores. Finalmente se presentan 10 tablas más, de datos comparativos juntos, entre temperatura y humedad relativa, para ambos períodos (estos datos, como a continuación se indican en el subcapítulo 5.2, son útiles para realizar un resumen de los resultados comparativos posteriores, entre interiores y exteriores, necesarios para conocer en este estudio).

#### **5.1.1.- MEDICIONES:**

##### **5.1.1.1.- TEMPERATURAS DE BULBO SECO (T.B.S.); EN ESPACIOS INTERIORES DURANTE LA 1ª. Y 2ª. SEMANA.**

#### **1ª. SEMANA DE MEDICIONES:**

- Los datos reportados de la temperatura del viento, corresponden solamente para el primer período de mediciones, iniciando como se puede apreciar el 18 de Mayo y culminando el 24 de Mayo del 2009.
- Se utilizó el dispositivo D.E.E.1-A, , solamente el primer día, el 18 de Mayo, manteniéndose humedecida la tela mediante un atomizador, se tiene en cuenta un incremento en la velocidad del viento, durante este día, es posible, luego entonces, hacer una comparación entre los resultados de la célula 1 y la célula 2.
- Posteriormente se utiliza el dispositivo D.E.E.1-B, a partir del 19 al 24 de Mayo. Realizando la comparación entre los datos del interior, célula 1, contra los datos del interior, célula 2.

#### **2ª. SEMANA DE MEDICIONES:**

- Los datos reportados de la temperatura del viento, corresponden solamente para el segundo período de mediciones, iniciando como se puede apreciar el 25 de Mayo y culminando el 31 de Mayo del 2009.

- Se utilizó el dispositivo D.E.E.2-A, sin ventilador mecánico, los primeros tres días, del 25 al 27 de Mayo, en los cuales es posible hacer una comparación entre los resultados de la célula 1 y la célula 2, teniendo en cuenta el incremento de la velocidad del viento, mediante la adaptación de este sistema, solo en este período.
- Posteriormente se utiliza el dispositivo D.E.E.2-B, con apoyo de un ventilador mecánico, a partir del 28 al 31 de Mayo. Realizando la comparación entre los datos del interior, célula 1, contra los datos del exterior, Hobo 3. (Se sugiere, para ambos períodos, ver Gráficos correspondientes en Anexos).

#### 5.1.1.2.- TEMPERATURA DE BULBO SECO (T.B.S.); EN ESPACIOS EXTERIORES DURANTE LA 1ª. Y 2ª. SEMANA.

- Las siguientes temperaturas reportadas para el exterior son el resultado de las mediciones obtenidas por medio del hobo número 3, colocado en la parte externa superior de las ventanas de ambas células de evaluación.
- Las condiciones exteriores predominantes durante estos dos períodos de mediciones fueron durante esta semana moderadas, apreciándose algunos días temperaturas exteriores dentro de los rangos de confort según la literatura de entre 27 °C a 34°C. En la 1ª. semana del 18 al 24 de Mayo del 2009, se reportaron las siguientes; el 18 de Mayo, 1er. Día de mediciones por simple observación, a las 5:00 pm hora pico de calor, se aprecia el incremento de la velocidad del viento de moderado a fuerte, debido al ingreso del frente frío No.40, una temperatura de entre 26°C disminuyendo a 25°C. El día 19 de Mayo a las 3:30 pm. De la tarde en que se lleva a cabo el experimento se aprecia una velocidad moderada del viento, el frente frío se ha desvanecido siendo un día caluroso y parcialmente nublado. El día 20 de Mayo, por observación directa se aprecia un día soleado, despejado, siendo el viento moderado. Desde el día 21 de Mayo se aprecia entre las 2:00 y 3:00 pm de la tarde un viento moderado y fresco por estar nublado debido a la entrada del frente frío No. 41. Los días 22 y 23 así como 24 de Mayo se aprecian semi-nublados con una velocidad del viento en calma, poco perceptible y se reporta según mediciones del hobo 3, un incremento notable de las temperaturas de 30°C a 34°C, temperaturas fuera de los rangos de confort. (Ver Gráficos correspondientes, para los dos períodos en Anexos).

#### 5.1.1.3.- HUMEDAD RELATIVA (H.R.); EN ESPACIOS INTERIORES DURANTE LA 1ª. Y 2ª.SEMANA.

##### 1ª. SEMANA DE MEDICIONES:

- Se lleva a cabo durante la 1ª. semana aplicando los dispositivos D.E.E.1-A. y D.E.E.1-B., los resultados obtenidos son los datos arrojados por los hobos de interiores 1 y 2 correspondientes a la célula de evaluación No.1. Y los hobos 4 y 5, correspondientes a la célula de evaluación No.2. Podemos apreciar como el comportamiento de la humedad durante este primer periodo, se lleva a cabo de la siguiente manera: Durante el primer día del 18 de Mayo se aprecia un incremento de la humedad de un 65 % y desciende a medida que las temperaturas se elevan hasta un 45 %, lo cual indica un estado fuera de los rangos de confort, propicio para realizar el experimento del fenómeno de "Enfriamiento evaporativo", en esta semana.

##### 2ª. SEMANA DE MEDICIONES:

- Durante ésta semana se utilizan los dispositivos llamados D.E.E.2-A. y D.E.E.2-B., los resultados obtenidos son los datos arrojados por los mismos hobos de interiores, correspondientes a la célula de evaluación No.1. Y los correspondientes a la célula de evaluación No.2. Podemos apreciar que el comportamiento de la humedad durante este periodo, del 25 al 26 de Mayo se comporta con un decremento de la humedad de un 45 % hasta un 37 % posteriormente asciende hasta alcanzar 60 % a 62 % mientras se lleva a cabo, un descenso de las temperaturas, debido a las primeras lluvias de los días 29 y 30 de Mayo, estos días son poco propicios para observar el fenómeno de "Enfriamiento evaporativo", debido al incremento de la humedad (Se sugiere, ver Gráficos correspondientes para ambos periodos, en Anexos).

#### 5.1.1.4.- HUMEDAD RELATIVA (H.R.); EN ESPACIOS EXTERIORES DURANTE LA 1ª. Y 2ª. SEMANA.

- Para estas 2 semanas los resultados obtenidos son los datos obtenidos por el hobo de exteriores No.3, colocado entre las células de evaluación No.1 y la célula de evaluación No.2, de esta manera, observamos el comportamiento de la humedad durante este primer periodo, de la siguiente manera; durante la primera mitad de la semana del 18 al 21 de Mayo se aprecia un comportamiento de la humedad de un 55 a 50 % y se eleva hasta un 70 %, lo cual indica un estado fuera del rango de confort, son días nublados, con humedad alta debido a la entrada del frente frío No. 41.

Tabla 28.

<b>RESUMEN DE TABLA COMPARATIVA MEDICIONES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD.</b>																			
<b>1ª. SEMANA DE MEDICIONES. (Del 18 al 24 de Mayo del 2009).</b>																			
<b>INTERIORES</b>								<b>INTERIORES</b>					<b>Exterior e Interiores.</b>						
<b>H. 1, C.I.</b>				<b>H. 4, C.I.</b>				<b>H. 2, C.E.J.V.</b>		<b>H.5, C.I.</b>			<b>H.3</b>		<b>H. 1, C.I.</b>		<b>H.2, C.I.</b>		
<b>C.D</b>				<b>S.D.</b>				<b>C.D.</b>		<b>S.D.</b>			<b>S.D.</b>		<b>C.D.</b>		<b>C.D.</b>		
<b>Día</b>	<b>Hr. y T.max.</b>		<b>Hr. D.F</b>	<b>TBS</b>	<b>H.R</b>	<b>TBS</b>	<b>H.R</b>	<b>Dif H1/H4</b>	<b>TBS</b>	<b>H.R</b>	<b>TBS</b>	<b>H.R</b>	<b>Dif H2/H5</b>	<b>TBS</b>	<b>H.R</b>	<b>TBS</b>	<b>Dif H3/H1</b>	<b>TBS</b>	<b>Dif H3/H2</b>
18	13:00	32	14:30	31.4	49.7	31.9	55.5	0.5	30.9	47	32.6	51.7	1.7	29.7	52	31.4	1.7	32	2.3
19	13:30	32.6	14:30	31.5	52	32.4	54.7	0.9	27.8	48.5	32.8	51.7	5	29.5	54.4	31.5	2	32.6	3.1
20	13:00	30.7	14:00	29.5	55.7	30.1	57.7	0.6	24.6	51.8	30.3	55.3	5.7	26.5	60	29.5	3	30.6	4.1
21	13:00	31.9	14:00	30.7	54	32	56	1.3	26.4	50.9	32.6	52	6.2	29.9	51.6	30.7	0.8	31.8	1.9
22	14:00	33.4	15:00	32.5	49.2	34	51.2	1.5	27.8	45.4	34.6	47.4	6.8	31.8	46.9	32.5	0.7	33.4	1.6
23	13:30	34.8	15:30	32.8	48.4	34.6	50	1.8	30.2	42.8	35.2	45.6	5	32.4	45.9	32.8	0.4	34.1	1.7
24	14:30	35.3	18:30	33.1	45.9	35.2	48.4	2.1	32.5	42.5	35.3	45.2	2.8	33.2	42.8	33.1	0.1	34.2	1
<b>2ª. SEMANA DE MEDICIONES. (Del 25 al 31 de Mayo del 2009).</b>																			
25	14:33	36	13:00	34.3	45.1	36	46.7	1.7	28.4	39.9	37	41.9	8.6	35.2	38	34.3	0.9	35	0.2
26	14:00	37.3	15:00	35.7	38.7	38.1	40.6	2.4	28.1	33.3	39.4	35.4	11.3	36	33.1	35.7	0.3	37	1
27	13:00	36.7	14:00	36.3	43.1	38	44.5	1.7	29.3	37.2	39.2	40.2	9.9	36.4	37.5	36.3	0.1	38	1.6
28	14:00	37	12:30	35.3	46.6	37	49	1.7	32.2	39.7	37.5	43.9	5.3	34.8	42.3	35.3	0.5	37	2.2
29	13:30	36.8	16:00	34.3	52.6	35.2	55.8	0.9	31	49.3	35.3	53.4	4.3	30	59.5	34.3	4.3	34.9	4.9
30	13:00	33	14:30	30.9	62	32	64.4	1.1	28.4	58.3	31.8	62.1	3.4	29.1	64.4	30.9	1.8	31.7	2.6
31	14:30	32.3	14:00	32	53.1	33.4	55.7	1.4	31.4	46.9	34.6	50.7	3.2	33.5	44.1	32	1.5	33.7	0.2

**SIMBOLOGÍA:**

T.B.S.: Temperatura de Bulbo Seco.

H.R.: Humedad Relativa.

C.D.: Con Dispositivo (funcionando aprox. 1Hr., ver horario).

S.D.: Sin Dispositivo.

Dif.: Diferencia (entre uno y otro resultado).

C.I.: Canal Interno. (Del hobo).

C.E.J.V.: Canal Externo Junto a Ventana. (Del hobo).

T.Mx.: Temperatura máxima.

Hr.: Horario tiempo real de registro.

Hr. D.F.: Horario registro del Dispositivo en Funcionamiento.

## 5.2.- LOS RESULTADOS COMPARATIVOS EN LA COLECTA DE DATOS.

### 5.2.1.- COMPARATIVOS ENTRE "T" Y "H.R." AMBOS PERÍODOS:

#### DATOS DE LA TEMPERATURA Y H.R. EN INTERIORES, CONFRONTANDO RESULTADOS DE CÉLULA 1 CON LOS DE CÉLULA 2; 1ª. SEMANA DE MEDICIONES.

Según los datos reportados de la Temperatura y H.R. juntos, durante la 1ª. Semana de mediciones, a lo cual se observa el comportamiento de la temperatura a partir del día 18 de Mayo, para **hobo1, célula No.1**, en **27°C**, manteniéndose constante hasta el día 20 de Mayo, aumentando paulatinamente hasta alcanzar los **33°C**, el día 24 de Mayo. Por otro lado el valor de la humedad se comporta siempre de manera contraria; a mayor temperatura; menor humedad, a menor temperatura; mayor humedad, típico de los *climas cálidos sub húmedos*<sup>1</sup>, este fenómeno, se observa como resultado del experimento de E.E. en célula No.1, en donde se encuentra **en función el dispositivo**. Mientras tanto el **hobo 4, célula No.2, sin dispositivo** de E.E., reporta, temperaturas más altas y humedades más marcadas en sus porcentajes. Pudiendo apreciar el día 18 de Mayo una Temperatura mínima de **29°C**, incrementándose hasta los **33 °C**, el día 19 de Mayo, el día 20 de Mayo fluctúa en **30°C**, aumentando poco a poco hasta llegar a los **35.2°C**, el día 24 de Mayo. Al confrontar ambas células de evaluación, podemos apreciar que el **hobo 1**, de la célula No.1, con el dispositivo en función, baja en su Temperatura de entre **2 a 2.2 °C**, con respecto a el **hobo 4**, en la célula 2 sin dispositivo. Por aparte el **hobo 2**, de célula No.1 **con dispositivo**, reporta una Temperatura de **28 °C**, hasta alcanzar los **34° C**, a lo largo de la semana de mediciones, en contraste con el **Hobo 5**, de célula 2, **sin dispositivo**, el cual reporta Temperaturas desde **29 °C** hasta alcanzar los **36°C**. Pudiendo por medio de estos resultados, comparar el ejercicio en función; del fenómeno por "Enfriamiento Evaporativo", por medio del dispositivo implementado. Por lo tanto si la diferencia de Temperatura a la baja entre una célula y otra es de **2 a 2.2°C**, el promedio a la baja es de **2.1°C**, bajando un porcentaje promedio de un **7 %** aproximado. (Estos resultados se pueden apreciar uno a uno, en las gráficas anexas, No.8 a la 39, como también puede ser más práctico ver el resumen de las comparativas, en el capítulo adelante, datos de las gráficas No.40 a la 45 ó Consultar la tabla No. 28).

<sup>1</sup>Inzunza, Juan Carlos (2005): *Clasificación de los climas de Köppen*. [www.2.udec.cl/2/jinzunza/meteo/meteo.htm](http://www.2.udec.cl/2/jinzunza/meteo/meteo.htm), Cap.15.

## **DATOS DE LA TEMPERATURA Y H.R. INTERIOR, DE CÉLULA 1 CONFRONTANDO RESULTADOS CON LOS DE CÉLULA 2; 2ª. SEMANA DE MEDICIONES.**

### **▪ Temperaturas entre el hobo 2 y hobo 5 canales internos.**

El día 27 de Mayo del 2009, de las 14:02 a las 15:02 hrs, se reportó una temperatura de 38 °C, para el hobo 2, célula 1, (ver gráficas No.36 y 37), ese mismo día, con respecto al hobo 5, célula 2; reportó una temperatura de 40 °C, obteniéndose una diferencia de 2°C, entre ambos hobos y en donde se comprueba una vez más la diferencia entre el uso del dispositivo y sin él.

En cuanto a la H.R. La célula No.1, Hobo 2, reporta los siguientes resultados, el día 25 de Mayo, encontrándose en funciones el dispositivo, a las 13:02 Hrs. Una humedad del 40%, fluctuando hasta disminuir a un 32%, en un rango de 1 Hr. Ubicado este mismo a una distancia 1/4 con respecto a la ventana, en contraste la célula No.2, Hobo 5, ubicado también a una distancia 1/4 con respecto a la ventana, reporta el mismo día a las 13:01 hrs. Una humedad del 42% fluctuando hasta disminuir a un 38%, en un rango de 1Hr. sin dispositivo. Demostrando así un mejor desempeño de la Célula No.1, en su rango de confort, con respecto a la humedad, estando en funciones el dispositivo.

### **▪ Temperaturas entre el hobo 2 canal externo y hobo 5.**

El día 27 de mayo, se aprecia entre las 14:30 y 15:30 hrs. del día una temperatura interior de 36 °C, para el hobo 2, célula 1, canal externo, junto a la ventana, en contraste con el hobo 5, célula 2, a esa misma hora del día, reporta una temperatura de 39 °C, aumentando hasta los 40° C, comprobándose, una diferencia de 3 a 4 °C, a favor del hobo 2, en célula 1. De esta manera al parecer, el dispositivo con apoyo del ventilador mecánico, si coadyuva al mejoramiento del espacio interior. Pero entre estos datos y los de la primera Semana, el decremento de la temperatura es de solo 2 °C, poco perceptible, a pesar del incremento en la velocidad del viento.

La H.R. en la célula 1, se mantiene al parecer, más estable, debido al refrescamiento evaporativo del ambiente interior.

**DATOS DE LA TEMPERATURA Y H.R. INTERIOR, CÉLULA 1  
CONFRONTANDO RESULTADOS CON HOBO 3 DE EXTERIORES; 2ª.  
SEMANA DE MEDICIONES.**

▪ **Temperaturas entre el hobo 2 canal interno y hobo 3.**

El hobo 2 ubicado a  $\frac{1}{4}$  de la distancia de la ventana con dispositivo, reporta la Temperatura y H.R. de célula No.1, durante el periodo del 28 al 31 de mayo (Ver gráfica No.36), en donde tiene acción el dispositivo D.E.E.2-B (Con ventilador), reportándose de la siguiente manera, a partir de estas fechas las temperaturas interiores alcanzan, el día 28; 35 °C, el día 29; 36°C, el día 30; 32°C, y el día 31; 31°C. La H.R. se mantiene en un 45% elevándose hasta un 58% el día 30, luego desciende nuevamente.

En contraste con el Hobo 3 de exteriores (Ver gráfica No.39); la temperatura, reporta el día 28; 34°C, el 29; 33°C, el 30; 30 °C y el 31; 33°C. La H.R. se mantiene en 46% elevándose hasta un 65 % de forma natural, el día 30 de mayo, para luego descender paulatinamente. Podemos observar que en el interior la temperatura se eleva levemente debido a la ganancia de calor de la losa, de 1 a 2 °C, no así en el exterior, mientras la H.R. se mantiene más estable que en el exterior.

**DATOS DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA, EXTERIORES,  
1ª y 2ª. SEMANA DE MEDICIONES CONFRONTANDO AMBOS  
RESULTADOS.**

La temperatura exterior se reporta de la siguiente manera, durante la 1ª. Semana de mediciones, el día más caluroso de la semana registrada fue el 24 de Mayo, con una temperatura de 33°C, a las 16:10 hrs, durante toda 1 Hr. se mantuvo estable sin variar, en contraste con la H.R. esta reporta un 72%, a la misma hora antes señalada. Mientras que en la 2ª. Semana se reportaron las siguientes temperaturas; el día más caluroso fue el 27 de Mayo, a las 14:10 hrs. Con una temperatura registrada de 36°C, fluctuando hasta aumentar a 37°C, en un lapso de 1 hr. Mientras que la H.R. alcanza el mismo día un 42%, a la misma hora señalada anteriormente. Estos datos demuestran a la 2ª. Semana con la temperatura y humedad ideal, para el buen funcionamiento de nuestro experimento. (Ver gráficas 38 y 39).

## 5.2.2.- RESUMEN DE RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE T Y H.R.

Se muestran en este capítulo, los resultados gráficos del estudio realizado; a manera de resumen sobre los datos de temperatura y humedad, correspondientes a las dos semanas evaluadas, para distinguir precisamente cuáles fueron los días más significativos, detectados y medidos por ambas células de evaluación; célula experimental No.1, en contraste con la célula testigo No.2, comprobando así el funcionamiento y efecto del fenómeno de “Enfriamiento Evaporativo”, apropiado para este período.

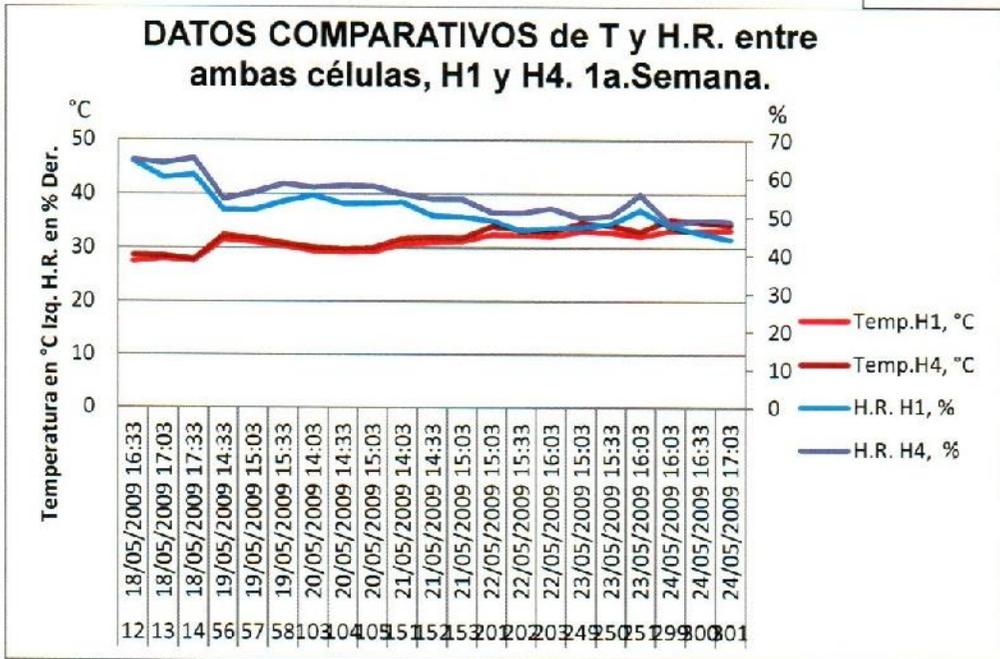
De esta manera podemos observar a continuación, las gráficas, No.40 y 41. Los datos en confrontación, corresponden a los resultados arrojados por los hobs ubicados en el interior de los espacios pertenecientes a ambas células de evaluación, célula 1 con célula 2, estos datos corresponden a la primera semana de mediciones.

En seguida se presentan las gráficas No.42 con los datos de temperatura y humedad, correspondientes a la comparación entre hobo 1, célula 1, de interiores y hobo 3 de exteriores. En la gráfica No.43, se pueden apreciar los datos de temperatura y humedad, correspondientes a la comparación entre el hobo 2, la célula 1, de interiores (colocado junto a la ventana con el dispositivo en función) y el hobo 3 de exteriores. Ambas gráficas corresponden a la 1ª. Semana de mediciones.

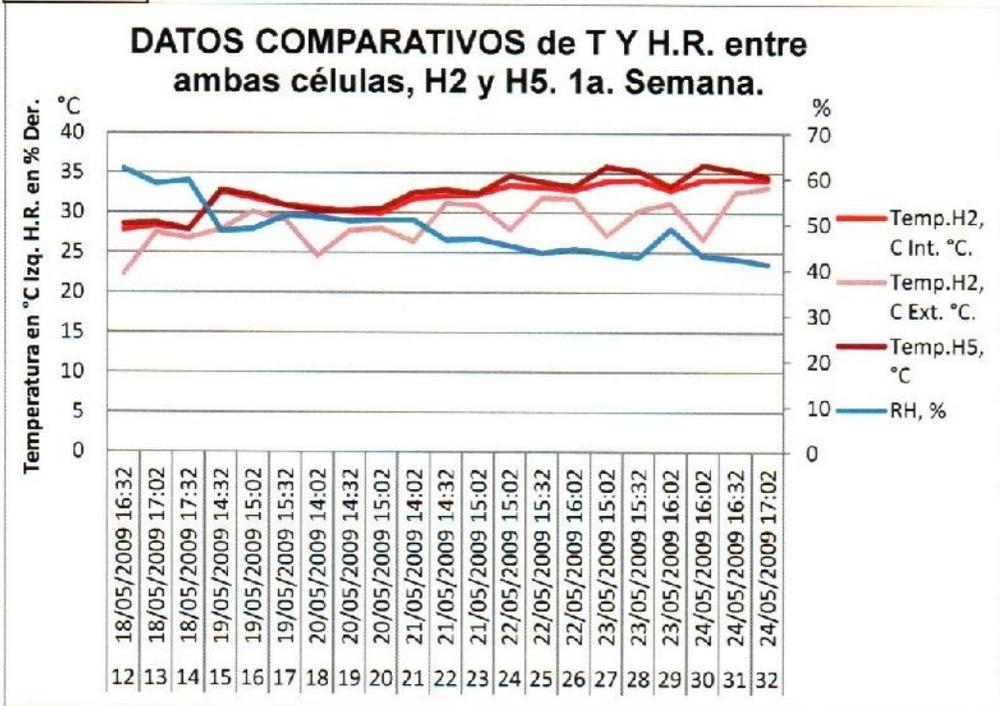
Por último se presentan los resultados obtenidos en las gráficas No. 44 y 45, mostrando los resultados obtenidos en hobo 3 de exteriores; durante la 2ª. Semana, comparándolos con los datos de hobo 1, y hobo 2, célula 1, de interiores. El fin es, poder apreciar más claramente la diferencia entre los resultados de interiores así como de exteriores, en cuanto al uso, funcionamiento o desempeño del dispositivo, en su fase mixta, observando también de manera cuantitativa, y cualitativa, el resultado, por medio de los datos gráficos comparativos, teniendo la seguridad y certeza de un resultado real del ejercicio de “enfriamiento evaporativo”, en la práctica experimental.

**RESUMEN DE RESULTADOS COMPARATIVOS, INTERIORES, 1ª. SEMANA DE MEDICIONES.**

Gráfica.43.

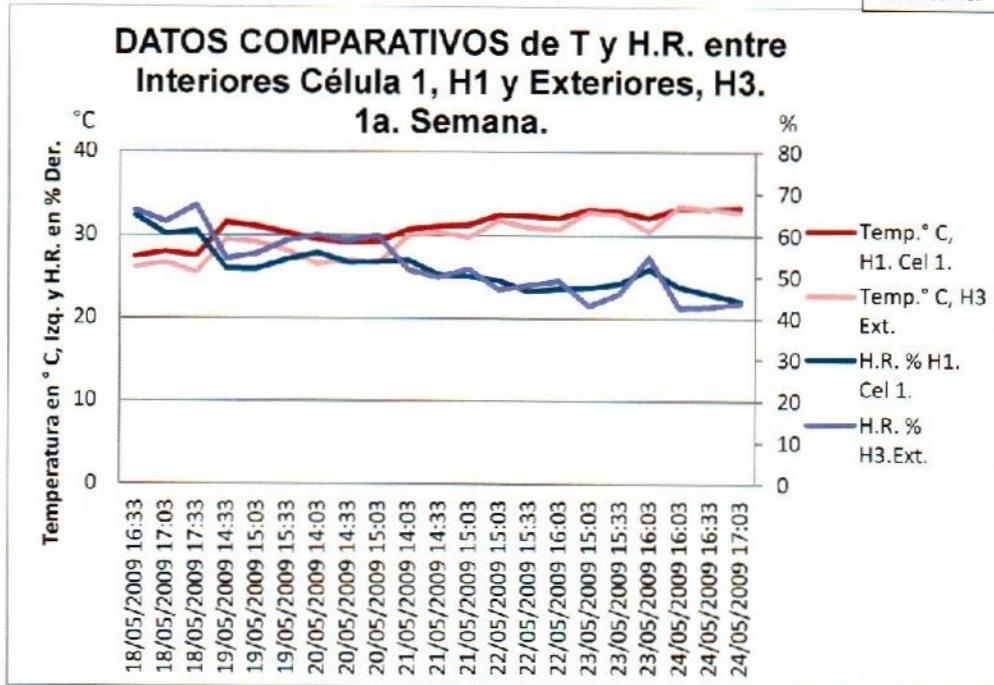


Gráfica.44.

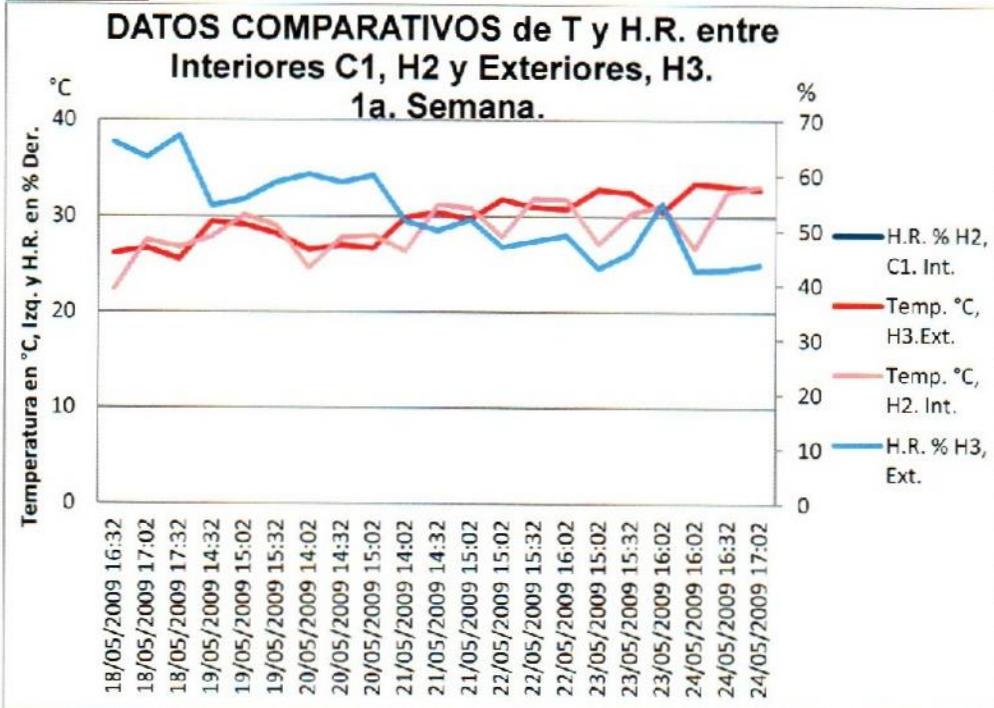


RESUMEN DE RESULTADOS COMPARATIVOS, INTERIORES Y EXTERIORES, 1ª. SEMANA DE MEDICIONES.

Gráfica.45.

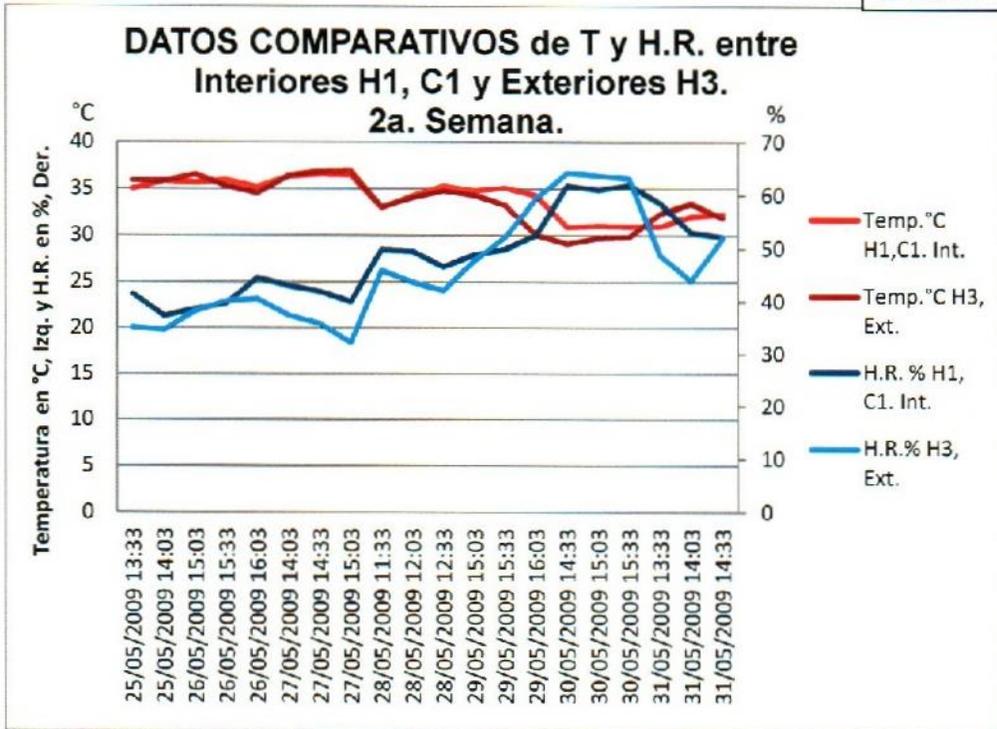


Gráfica.46.

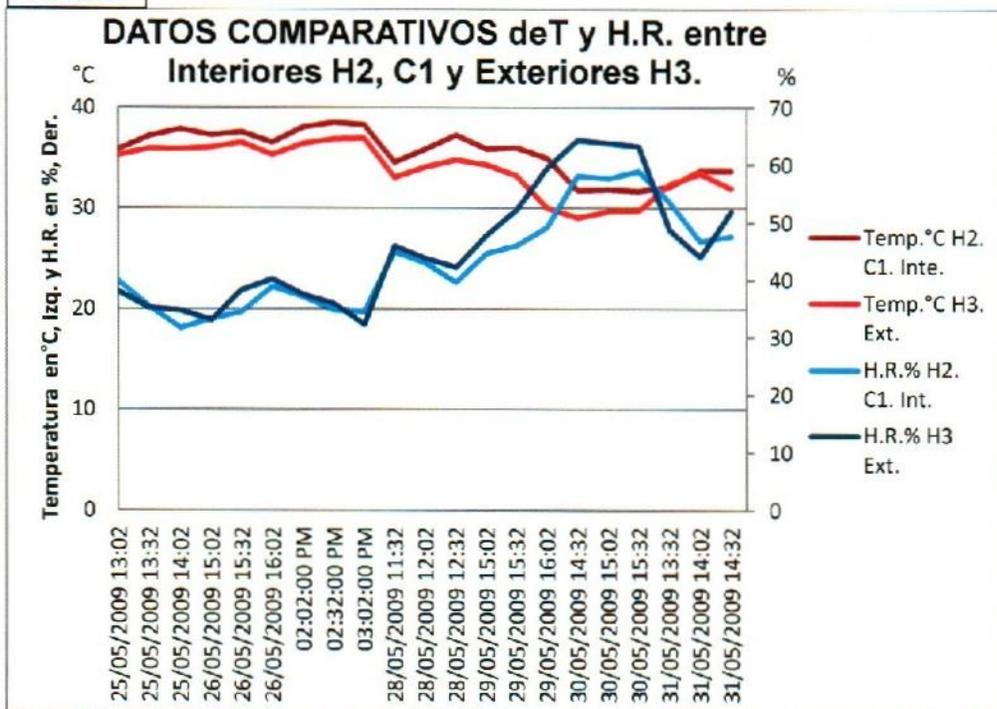


RESUMEN DE RESULTADOS COMPARATIVOS, INTERIORES Y EXTERIORES, 2ª. SEMANA DE MEDICIONES.

Gráfica.47.



Gráfica.48.



### 5.3.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

Comparando, ambos resultados entre sí, sobre mediciones de Humedad Relativa (H.R.) y Temperatura de bulbo seco (T.B.S.), para cada período evaluado, en la 1ª semana, (del 18 al 24 de Mayo del 2009) y la 2ª semana, (del 25 al 31 de Mayo del 2009), las mediciones del experimento en conjunto, registradas para cada célula de evaluación 1 y 2 entre espacios interiores y exterior, procedemos al análisis y discusión de dichos resultados, en cuanto al fenómeno de "Enfriamiento evaporativo", para comprobar hasta qué punto puede ser eficiente éste, y en otras fechas y horarios no lo es tanto, luego cuándo puede encontrarse dentro de los rangos de confort, al confrontarse los resultados con la teoría (Cap.5.3.1.), también hasta dónde es posible coadyuvar con el experimento; al mejoramiento del desempeño térmico de los espacios interiores, adecuándose al entorno de un clima cálido-subhúmedo, como el de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

#### EN CUANTO A LOS DATOS DE LA TEMPERATURA INTERIOR 1ª SEMANA, EN AMBAS CÉLULAS.

Empezando por las 12 tablas correspondientes a datos de la temperatura del viento, en espacios interiores para ambos períodos, en ambas células de evaluación. En el análisis y discusión de los resultados entre ambas células, correspondientes a la 1ª. Semana del ejercicio se apunta lo siguiente:

- **Temperaturas entre el hobo 1 y 4.**

Primeramente ubicamos los resultados del hobo 1 y los del hobo 4, ambos ubicados a  $\frac{1}{2}$  distancia de la ventana y comprobamos así para H1, el día mínimo de calor el 18 de Mayo una temperatura de 27°C, elevándose con una máxima de calor, en la temperatura el 24 de Mayo del 2009, entre las 4:06 p.m. y las 5:06 p.m. a 33°C, no así en H4 su mínima es de 29 °C y su máxima de 35 °C, en los mismos días. Con respecto a los datos registrados entre célula 1 y 2, se aprecia un decremento de la temperatura, en el hobo 1, de aproximadamente 2° C a la baja, con respecto al hobo 4, encontrándose funcionando el D.E.E. 1-B. En la célula 1.

- **Temperaturas entre el hobo 2 y 5.**

Según los resultados del hobo 2 y los del hobo 5, ambos ubicados a  $\frac{1}{4}$  de distancia de la ventana, comprobamos, el día de máximo calor y se aprecia un incremento notable en la temperatura el 24 de Mayo del 2009, entre las 4:02 p.m. y las 5:02 p.m. Así mismo se aprecia un decremento de la temperatura, en los datos registrados entre célula 1, hobo 2, con una temperatura registrada de 34 °C, con respecto al hobo 5, el cual registra una

temperatura de 36°C, ambos en sus canales internos; se aprecia entonces, un decremento de 2°C, aproximadamente, entre ambos hobos, encontrándose funcionando el D.E.E.1-B. en célula 1, durante la primera semana.

- **Temperaturas entre el hobo 2 y 5 canales externos.**

Según los resultados del hobo 2 y los del hobo 5, ambos ubicados junto a la ventana, comprobamos, el día de máximo calor observándose un incremento notable en la temperatura el 24 de Mayo del 2009, entre las 4:02 p.m. y las 5:02 p.m. Presentándose en célula 1, hobo 2, una temperatura registrada de 34 °C, apreciándose un decremento de la temperatura, con respecto de los datos registrados en célula 2, hobo 5, registrando una temperatura de 37°C, en sus canales externos; se aprecia entonces, un decremento de 3°C, aproximadamente, entre ambos hobos, encontrándose funcionando el D.E.E.1-B. en célula 1, durante la primera semana.

Por lo tanto en el análisis de ambas células, podemos observar mediante los resultados, el comportamiento del fenómeno de E.E. haciéndose más eficiente y notable, frente a la ventana, debido al aumento en la presión de cambio de ambientes, entre el interno y el externo, mientras el efecto de su eficiencia a una distancia de un cuarto y a una media del espacio interno disminuye en mínimo.

#### **DATOS DE LA TEMPERATURA INTERIOR, 2ª. SEMANA, DE MEDICIONES CONFRONTANDO AMBAS CÉLULAS.**

- **Temperaturas entre el hobo 1 y 4.**

El 27 de Mayo del 2009, entre las 14:03 y 15:03 hrs. en hobo 1, célula 1, canal interno se registró una temperatura de 36°C, funcionando el dispositivo D.E.E.2-A. Con un adicional en la parte externa de la ventana, (Ventilador de piso). Así mismo, entre esas mismas hrs. En el mismo día, en Hobo 4, célula 2, canal interno, se registró una temperatura de 39°C, según los datos registrados, en esa semana, se observa una diferencia de 3°C, entre ambos hobos, a favor del No. 1, en célula 1.

- **Temperaturas entre el hobo 2 y hobo 5 canales internos.**

El día 27 de Mayo de las 14:02 a las 15:02 hrs, se reportó una temperatura de 38 °C, para el hobo 2, ese mismo día, con respecto al hobo 5, reportó una temperatura de 40 °C, obteniéndose una diferencia de 2°C, entre ambos hobos y en donde se comprueba una vez más la diferencia entre el uso del dispositivo y sin él.

▪ **Temperaturas entre el hobo 2 canal externo y hobo 5.**

El día 27 de mayo del 2009, se aprecia entre las 14:30 y 15:30 hrs. del día una temperatura interior de 36 °C, para el hobo 2, célula 1, canal externo, junto a la ventana, en contraste con el hobo 5, a esa misma hora del día, una temperatura de 39 °C. aumentando hasta los 40° C, comprobándose, una diferencia de 3 a 4 °C, a favor del hobo 2, en célula 1. De esta manera al parecer, el dispositivo con apoyo del ventilador mecánico, si coadyuva al mejoramiento del espacio interior. Pero entre estos datos y los de la primera Semana, el decremento de la temperatura es de solo 2 °C, poco perceptible, a pesar del incremento en la velocidad del viento.

**DATOS DE LA TEMPERATURA EXTERIOR, 1ª. Y 2ª. SEMANA, DE MEDICIONES.**

La temperatura en exteriores suele ser muy importante para comparar el efecto en sí de la eficiencia del fenómeno de E.E. Por lo tanto se observa en el análisis de los datos, durante la 1ª. Semana de mediciones, una temperatura mínima de 26.72 °C a partir del día 18 de Mayo del 2009, elevándose, hasta alcanzar los 33.20 °C como máxima, el día 24 de Mayo del 2009., mientras que durante la 2ª. Semana, los datos arrojan una temperatura mínima de 35.30 °C el día 25 de Mayo del 2009 y una máxima de 37 °C, el día 27, disminuyendo el día 31 de Mayo del 2009 a 33 °C.

**DATOS DE LA HUMEDAD EN INTERIORES, 1ª. SEMANA, CONFRONTANDO AMBAS CÉLULAS.**

Son 10 los datos registrados, correspondientes a la humedad relativa, para ambos períodos, para ambas células de evaluación, empezando con la confrontación entre los resultados de ambas células, correspondientes a la 1ª. Semana del ejercicio.

▪ **Mediciones de la Humedad Relativa entre el hobo 1 y 4.**

El día 22 de Mayo a las 15:33 Hrs. El hobo 1, ubicado a ½ distancia de la ventana, registra una humedad relativa del 47%, durando un rango de ½ Hr. hasta las 16:03 Hrs. Estos resultados son obtenidos para la célula No. 1, estando en funciones el D.E.E.1-B. Por otro lado, el hobo 4 reporta, ese mismo día, a las 15:00 Hrs. Una humedad que fluctúa entre 51 y 52 %, en un rango de 1 Hr. Por lo tanto se comporta mejor el resultado obtenido en célula 1; pues el enfriamiento evaporativo funciona también, nivelando el rango de humedad, mientras en la célula 2, la humedad se desfasa un poco del rango medio de confort.

- **Mediciones de la Humedad Relativa entre el hobo 2 y 5.**

Mencionamos los resultados de dos días, para tener referencia en base a la climatología dinámica, cuál es el día mejor comportado, el día 22 de Mayo reporta el hobo 2, ubicado a una distancia de  $\frac{1}{4}$  de la ventana en donde se ubica el dispositivo en función, a las 15:32 Hrs. Una humedad del 44% que fluctúa en  $\frac{1}{2}$  Hr. hasta alcanzar los 45% a las 16:02 Hrs. y el día 23 de Mayo a las 15:02 hrs. reporta un 44%, de humedad, disminuyendo hasta el 43%, a las 15:32 Hrs. Por lo tanto el día mejor comportado de acuerdo a la humedad registrada para fines del funcionamiento del dispositivo es el día 22 de Mayo, puesto que el aumento en la humedad, supone un mejor comportamiento térmico del ambiente interior, de la célula de evaluación No. 1. En gran contraste los hobos de la Célula No.2 sin dispositivo, registran los siguientes datos: Hobo 5 reporta los días 22 de Mayo a las 15:01 Hrs. Una humedad que fluctúa entre el 47 % al 49%, registrados en 1 Hr. aproximadamente., mientras que el 23 de Mayo, reporta, una humedad que fluctúa entre el 45 % al 53 % aproximadamente en un rango de mediciones de 1Hr. Por lo tanto es visible que los porcentajes de humedad, fluctúan en un rango muy rápido de tiempo, hacia la alta, sin apoyo del dispositivo, provocando que el cuerpo tenga una sensación de estrés térmico.

#### **DATOS DE LA HUMEDAD EN INTERIORES, 2ª. SEMANA, DE MEDICIONES CONFRONTANDO AMBAS CÉLULAS.**

- **Mediciones de la Humedad Relativa entre el hobo 1 y 4.**

La célula No.1, Hobo 1, reporta los siguientes resultados, el día 25 de Mayo, encontrándose en funciones el dispositivo D.E.E.2-A, (con ventilador) solo en esta célula, único día entre las 13:03 Hrs, una humedad del 45% fluctuando hasta disminuir a un 37%, en un rango de 1 Hr. Ubicado este mismo a una distancia  $\frac{1}{2}$  con respecto a la ventana, en contraste la célula No.2, Hobo 4, ubicado a una distancia  $\frac{1}{2}$  con respecto a la ventana, reporta el mismo día a las 13:00 hrs. Una humedad del 47% fluctuando hasta disminuir a un 42%, en un rango de 1Hr. Demostrando así un mejor desempeño de la Célula No.1, en su rango de confort, con respecto a la humedad, estando en funciones el dispositivo.

- **Mediciones de la Humedad Relativa entre el hobo 2 y 5.**

La célula No. 1, Hobo 2, reporta los siguientes resultados, el día 25 de Mayo, encontrándose en funciones el dispositivo, a las 13:02 Hrs, una humedad del 40%, fluctuando hasta disminuir a un 32%, en un rango de 1 Hr. Ubicado este mismo a una distancia  $\frac{1}{4}$  con respecto a la ventana, en contraste la célula No.2, Hobo 5, ubicado también a una distancia  $\frac{1}{4}$  con respecto a la ventana, reporta el mismo día a las 13:01 hrs. Una humedad

del 42% fluctuando hasta disminuir a un 38%, en un rango de 1Hr. sin dispositivo. Demostrando así un mejor desempeño de la Célula No.1, en su rango de confort, con respecto a la humedad, estando en funciones el dispositivo.

### 5.3.1.- CONFRONTACIÓN CON LA TEORÍA.

Al observar los resultados de las anteriores tablas de registros, es sencillo, ubicar el rango de acción, funcionamiento del dispositivo y potencial del enfriamiento evaporativo, en la temporada de máximo calor y más baja humedad, en un clima cálido subhúmedo, como es el de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

Por lo mismo, se colocaron dos tablas juntas, con el fin de poder realizar una mejor comparativa, con y sin dispositivo, mientras que a este punto se agrega la opción de comparar también los resultados, procedemos a confrontar estos resultados, con la teoría hasta ahora investigada, de Olgay, Givoni y Szokolay, con respecto a la bibliografía escrita sobre, los rangos de confort.

Olgay, (1998), en su literatura hace varias referencias sobre diferentes estudiosos, como: "Vernon, H. y Bedford, T. (1950), quienes definen el confort entre las temperaturas ideales, de 19 °C, en verano, y de 17°C en invierno, con poco movimiento del aire, menos de 0.25 m/s. Klima, W. (1938), con su estándar Alemán sitúa la temperatura de confort entre 20.8°C y una humedad relativa del 50% y finalmente el Brooks, C. (1950), declara la zona de confort británica entre los 14 y 21.1°C; en Estados Unidos se sitúa entre los 20.56 y los 26.7°C, para la zona de los trópicos estará entre los 23.3 y 26.7 °C; con una humedad relativa entre el 30 y el 70 %".<sup>2</sup>

Por lo tanto afirma, dentro de las condiciones en que el cuerpo humano puede encontrarse en la "Zona de confort"; "No existe un criterio único para poder realizar una evaluación precisa del confort, pudiendo definirse como, la zona en la cual no se produce un sentimiento de incomodidad".<sup>3</sup>

"La franja de confort no tiene límites reales; a partir de su zona central, la neutralidad deriva sutilmente hacia un cierto grado de tensión y de este pasa directamente a alcanzar la situación de incomodidad"<sup>4</sup>

Por todo lo anteriormente, estudiado y mencionado, Olgay; relaciona directamente a los elementos del clima con el confort humano entre otros.

Szokolay, (1997), comenta al respecto del confort, "La piel siempre presentara una temperatura menor a la temperatura del cuerpo interno y el medio ambiente debe ser menor a la temperatura de la piel, a fin de permitir suficiente pero no la disipación de calor excesivo. Las condiciones ambientales que permiten esto, aseguran una sensación de bienestar físico y podría juzgarse como confortable".<sup>5</sup> Szokolay, afirma, la temperatura interna del cuerpo ideal

<sup>2</sup> Olgay, Víctor (1998): *Arquitectura y clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y Urbanistas*. Editorial G.G., Barcelona, pp. 18-19.

<sup>3</sup> Ídem.

<sup>4</sup> Ídem.

<sup>5</sup> Szokolay, Steven, y Auliciems, A. (1997): "Thermal confort", PLEA NOTES 3.

deberá ser de 37°C, mientras que la de la piel deberá ser entre los 31 y 34°C; a esto es importante, la utilización máxima de todos los medios naturales para producir espacios lo más sanos y agradables como lo es mantener temperaturas internas sin que el ser humano llegue a acusar de estrés térmico. Así mismo buscar el ahorro, reduciendo al mínimo la necesidad de utilizar sistemas mecánicos, para el control climático.

Morillón, (2003), actualmente, por su parte hace mención de acerca de la "American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers", como organismo rector encargado de las normatividades con respecto al clima, "ASHRAE, sitúa a la temperatura confortable para las funciones vitales del ser humano, un rango comprendido entre los 22 y 28 °C".<sup>6</sup> Haciendo mención también de la NOM-008 y 020, las cuales son normas mexicanas emitidas de la Secretaría de Energía, para la toma de decisiones en los diseños de las envolventes de edificios.

Por lo tanto, en la confrontación con la literatura, si el porcentaje medio al que se busca alcanzar con respecto a la Temperatura será de entre: 24 y 27°C; como el de la humedad relativa será de entre un 30 a 70%. Las medidas medias confortables podrán ser de 25.5 hasta 28°C, en la temperatura y del 50%, en la H.R. Con lo cual ubicamos el rango medio en un espacio interior en nuestro clima.

Luego entonces de acuerdo a las lecturas expresadas en nuestros resultados, es claro observar un descenso del 7% tanto en las temperaturas, como en la humedad relativa, para la célula 1; con dispositivo, con respecto a la célula 2; sin ningún dispositivo, ni coadyuvante pasivo alguno; dichos resultados se ubican dentro, dentro del rango de confort, con temperaturas mínimas, que oscilan de los 27, a 36°C como máximas, y en cuanto a la humedad relativa, en un rango de confort con medidas del 35% como mínima al 62% como máxima; a mayor temperatura, menor humedad, dentro de la célula 1, aplicando el dispositivo, en función del fenómeno de ventilación por enfriamiento evaporativo. También es importante mencionar que el dispositivo es un medio pasivo, coadyuvante para enfrentar el comportamiento interior de un espacio cerrado, pues este mismo tiene ya de por sí un desempeño térmico fuera del confort .

---

<sup>6</sup> Morillón Gálvez, David (2003): "Comportamiento bioclimático en la arquitectura". Instituto de ingeniería de la UNAM, México.

Todo esto es debido a la "ganancia calórica" de los techos y muros; *"El cuerpo irradia calor en todas direcciones, los rayos caloríficos provienen de las paredes y de otros cuerpos que los dirigen hacia la economía, es decir del cuerpo en equilibrio. Si la temperatura del cuerpo es mayor que la temperatura del medio que lo rodea, pasará una cantidad de calor mayor desde el cuerpo hacia afuera que en sentido opuesto. Esta suele ser la situación corriente. Sin embargo, a veces, especialmente en verano, el medio se vuelve más caliente que el cuerpo humano, en cuyas condiciones se trasmite más calor radiante desde afuera hacia el cuerpo que en sentido inverso."*<sup>7</sup>

Así lo demuestran los resultados del hobo exterior, lo demuestran, pues se asemejan con los de la célula 1, finalmente en este experimento en donde se sinergia, los medios ambientales, con los humanos, se descubre un amplio potencial, pudiendo realizarse una propuesta más detallada, en otro estudio; para nuestra localidad, solamente durante estas fechas.

---

<sup>7</sup> Guyton, Arthur (1977): *Tratado de Fisiología Médica*. Ed. Interamericana, 5ª. Edición. Traducida al Español. México. 1159 pp 950.

# **CAP.6.- APLICACIÓN DEL EXPERIMENTO EN PROYECTO ARQUITECTÓNICO, CON UN ENFOQUE URBANÍSTICO- SUSTENTABLE:**

---

6.1.- Delimitación del espacio arquitectónico habitable.

6.1.1.- Edificio S.1-L.D., localización y contextualización.

6.1.1.1.- Analisis de los factores condicionantes.

6.1.1.2.- Analisis de los elementos componentes.

6.1.2.-Propuesta funcional de Enfriamiento Evaporativo para el edificio S.1-L.D. \*

## 6.1.- DELIMITACIÓN DEL ESPACIO ARQUITECTÓNICO HABITABLE.

### INTRODUCCIÓN.

#### \*EDIFICIO S.1- L.D.

El Edificio S.1-L.D, nace en un momento de cambios constructivos; momentos cuando surgen nuevas ideas, nuevas perspectivas de ver y retomar a la arquitectura desde otro punto de vista.

Desde sus inicios el despacho de arquitectura, Meza y García, se ha preocupado y esforzado en prestar un servicio serio, profesional y comprometido que lleve a satisfacer la exigencia de sus usuarios, en sus demandas de confort, calidad y tiempo requerido, siempre buscando cuidar la economía pero más aún guardando respetuosamente la confianza de nuestros clientes depositada en nosotros.

El proyecto actual, es propiedad de la Lic: María de Lourdes Díaz Yáñez, se encuentra hoy a nivel anteproyecto, está destinado a construirse a mediano plazo, a finales del año 2010.

El edificio, está enfocado a tomar en cuenta, los principios que nos llevan hacia la arquitectura sustentable, siendo la clara muestra de un ejercicio el cual nos lleva a construir una arquitectura diferente; mediante un nuevo método, con enfoque de carácter científico. Para ello es necesario el aporte del método del "*Análisis arquitectónico*", destinado a vislumbrar concretamente "*Los factores condicionantes*" como "*Los elementos componentes*" de la arquitectura, para dar paso al nuevo concepto de la sustentabilidad aplicado a la arquitectura.

Actualmente, la empresa enfrenta nuevos retos retomando la visión responsable de la arquitectura con el medio ambiente, dejar de ver los patrones anteriores de la visión estética y más bien contemplar la necesidad de la utilidad y la formalidad, sin ganas de querer deslumbrar, pero si congruente, con las ideas claras, muy apropiables, demandadas por el cliente, cuya referencia servirán para desarrollar el concepto, todo esto en colaboración, con las nuevas propuestas tecnológicas debidamente sustentadas pero siempre tomando en cuenta la labor más importante del despacho, la de poder servir, responsable y adecuadamente.

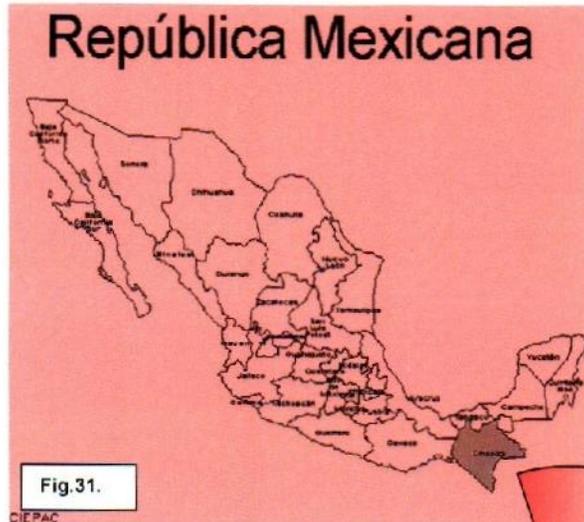
MEZA Y GARCÍA ARQUITECTOS S.A. DE C.V.

Septiembre del 2009.

### 6.1.1.- EDIFICIO "S.1-L.D.", LOCALIZACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN.

- LA LOCALIZACIÓN:

Al sureste, de la República Mexicana, se ubica el Estado de Chiapas; justo en el centro de la geografía del mismo, se encuentra la ciudad capital, Tuxtla Gutiérrez, poseedora de un clima cálido subhúmedo, el que oscila entre las medias de 28 a 32° C, cuenta con una precipitación regular ,



...en verano, y sus vientos provenientes del Golfo, son normales, de entre 20 a 30 km/Hr, registrándose eventos especiales, solamente en invierno debido a la entrada de los frentes fríos, con velocidades de hasta 70 a 80 km/Hr y rachas de hasta 90 a 110Km/Hr. Justo aquí se llevará a cabo el ejercicio de un proyecto arquitectónico con visión hacia la sustentabilidad, y a corto plazo; denominado: "Edificio S.1-L.D".



Se encontrará ubicado en el predio comprendido en la 5ª. Oriente Sur No. 142-B, Col. Centro, de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

#### **UBICACIÓN:**

5ª Calle Oriente Sur, No.142-B, Barrio de San Roque, Col. Centro, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

#### **CLIENTE:**

Lic. María de Lourdes Díaz Yáñez.

#### **TIPO:**

Edificio de departamentos para vivienda, en tres plantas.

#### **DIMENSIONES:**

6.90 X 10.50 Mts.

#### **CARACTERÍSTICAS:**

Predio ubicado en la zona centro de la ciudad a 5 cuadras del centro o zócalo, es una zona de alta densidad, comercial, pero se observan también edificios habitacionales, y ciertas casas individuales que aún perduran entre la alta densidad demográfica.

El predio cuenta con un área construida a base de: cimentación por medio de zapatas aisladas y columnas de concreto reforzado, muros de ladrillo, traveses de metal y techumbre de lámina metálica, actualmente es utilizado como locales comerciales.

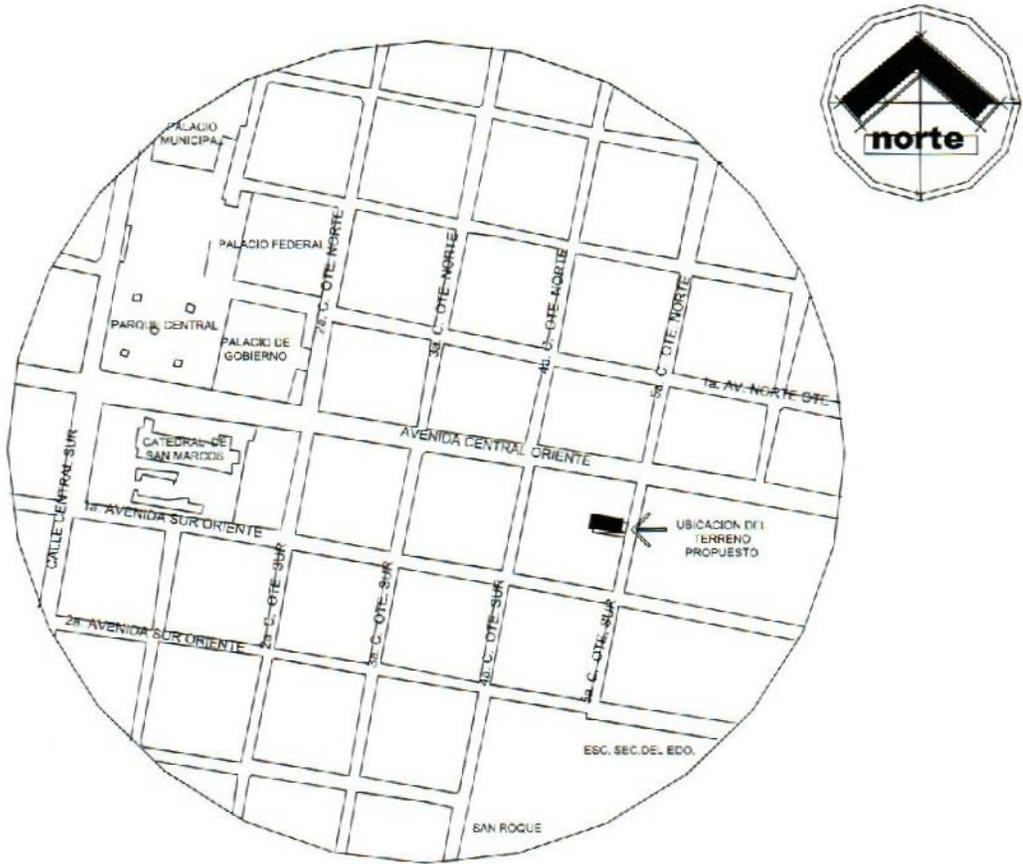
Es elegido por contar con una de las principales variables de la sustentabilidad; la reutilización, puesto que la cimentación, las columnas, las paredes y las traveses se reutilizarán para la propuesta del proyecto en planta baja; contando con el apoyo de la tecnología experimentada en los capítulos anteriores para la ventilación pasiva<sup>7</sup>, en cada uno de sus pisos; mostrando la ubicación y su rango de acción en plantas arquitectónicas según sea necesario.

<sup>7</sup> Gonzales, Eduardo (1997): "Estudio de materiales y técnicas de enfriamiento pasivo para la concepción de la arquitectura bioclimática en climas cálidos y húmedos" Tesis Doctoral: Escuela de Energías de Míncs, París, Francia.

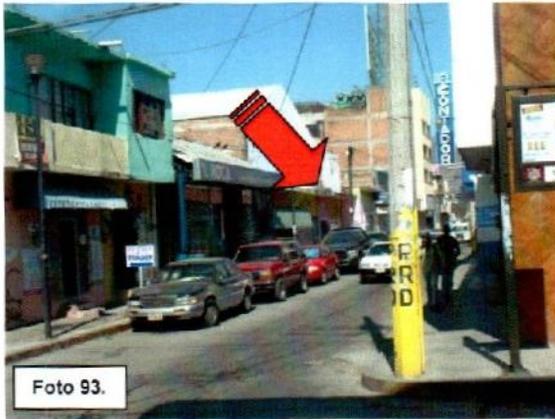
▪ CROQUIS DEL PREDIO:

Fig.32.

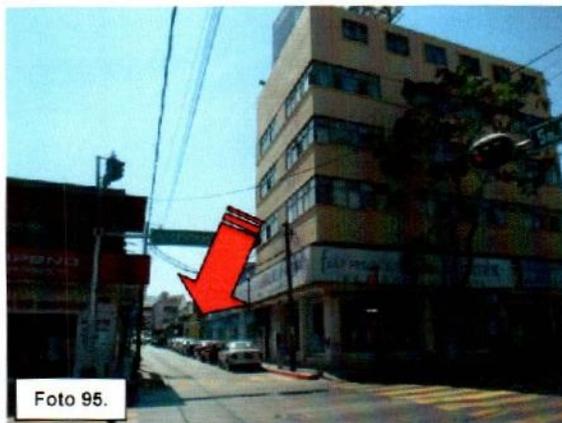
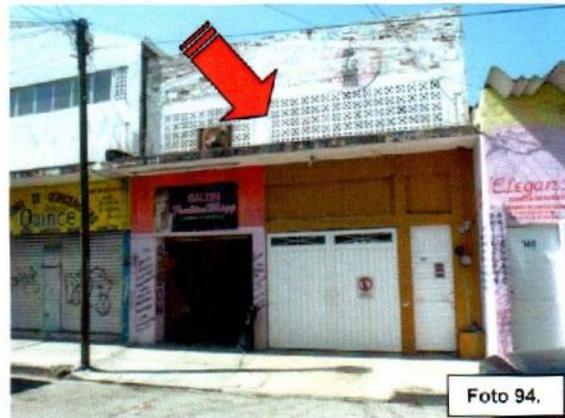
# LOCALIZACIÓN



▪ LA CONTEXTUALIZACIÓN:



La contextualización urbana del predio se da en el marco de la zona centro de Tuxtla Gutiérrez, podemos apreciar claramente el tipo de edificaciones de alrededor, siendo la edificación del edificio "Las tres D", construido en el año de 1968; el más alto.



## 6.1.1.1.- ANÁLISIS DE LOS FACTORES CONDICIONANTES.

### 1.- CONTEXTO HISTÓRICO:

- Época de la edificación: Actual.
- Proyectó: Gloria Amparo García Gallegos para:  
Meza y García arquitectos. S.A. de C.V.

### 2.- CONTEXTO SOCIAL:

- Usuario: Lic. María de Lourdes Díaz Yáñez.
- Relaciones personales: Ninguna.

### 3.- CONTEXTO NATURAL:

- Emplazamiento: El lote para construcción se encuentra insertado dentro del tejido urbano del primer cuadro de la ciudad.
- Topografía: No existen pendientes pronunciadas, ni accidentadas.
- Orientación: Fachada Principal y única hacia el Oriente.
- Asoleamiento: Recibe de frente hasta las 10 a.m., el sol de Oriente.
- Ventilación: Secundaria del Oriente, y proveniente del cañón.
- Precipitación: Reúne los criterios de funcionalidad y habitabilidad.

### 4.- CONTEXTO EDIFICADO:

- Adecuación.
- Mimetización.
- Contrastación.
- Subordinación.

### 5.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS:

El concepto principal se refiere a la utilización de los recursos que nos brinda la arquitectura sustentable, es decir, sean compatibles con el medio ambiente, capaz de no impactar o lo menos posible al contexto que lo circunda; apoyado de las herramientas de la arquitectura bioclimática, en

cuanto a la ventilación natural, además de otras fuentes, a petición del cliente.

Dado a que la ventilación es una de las principales estrategias de diseño, aún sin tener en cuenta lo importante que resulta hoy en día la eficiencia de la energía, y el uso los recursos naturales para el mismo propósito, la arquitectura responsable y actual se desarrolla luego entonces dentro de estos parámetros.

Para este fin mencionamos la importancia de las aberturas dentro de los espacios cerrados, mismas sobre las cuales, la incidencia del viento hace con la ayuda de un buen diseño, la función de una óptima ventilación.

En nuestro país, Fuentes F. y Rodríguez V. (2004)<sup>2</sup>; se asocian en sus ideas y explican dos importantes puntos por los cuales es importante tener en cuenta ésta estrategia de diseño bioclimática:

1°.- Se requiere para satisfacer las necesidades de renovación del aire y garantizar un ambiente con una adecuada calidad del aire.

2°.- Con fines de climatización natural, tanto por efecto de enfriamiento directo al incidir claramente sobre los ocupantes, como disipando el calor acumulado en las edificaciones. En México, esta estrategia desde el punto de vista térmico es fundamental para las zonas de clima templado-húmedo y cálido-húmedo.

En la aplicación de esta estrategia bioclimática fundamental se apreciarán a continuación en las plantas arquitectónicas; la ubicación de la tecnología experimentada para uso de la ventilación pasiva, en este caso la aplicación del dispositivo de ventilación llamado "D.E.E-1.B"<sup>3</sup>, su rango de acción, al interior de los espacios habitacionales, aplicable para las dos plantas del proyecto.

En cuanto a su contexto inmerso en el centro de la ciudad, la incidencia del los vientos dominantes sobre el edificio para los meses, de primavera, los más cálidos-secos, en los cuales es posible su uso.

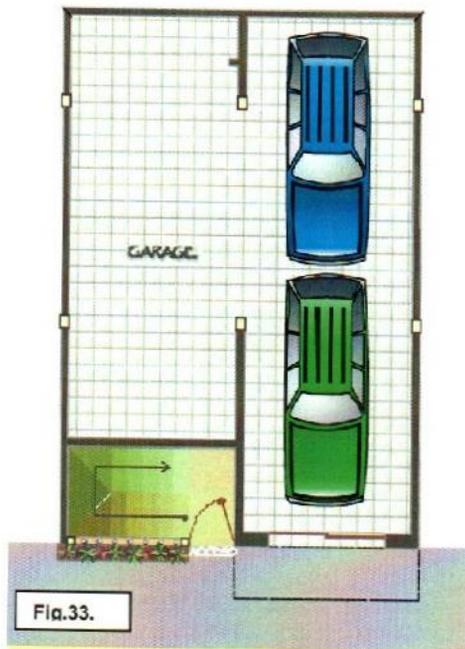
---

<sup>2</sup> Fuentes Freixanet, Víctor y Rodríguez Viqueira, Manuel (2004); *Ventilación Natural, Cálculos Básicos para Arquitectura*. UAM- Azcapotzalco, México, D.F.

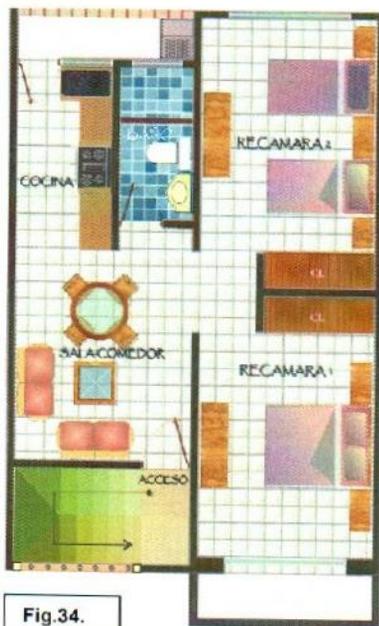
<sup>3</sup> García Gallegos, Gloria Amparo: (2009): "La ventilación pasiva por enfriamiento evaporativo; un potencial en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas", Tesis de Maestría en Arquitectura y Urbanismo, con la especialidad en Arquitectura Sustentable, Facultad de Arquitectura, UN.A.CH. (en relación al "Dispositivo de enfriamiento evaporativo", llamado así, en su fase de Experimentación).

## 6.1.1.2.- ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS COMPONENTES.

### A).- ANÁLISIS ESPACIAL- FUNCIONAL.



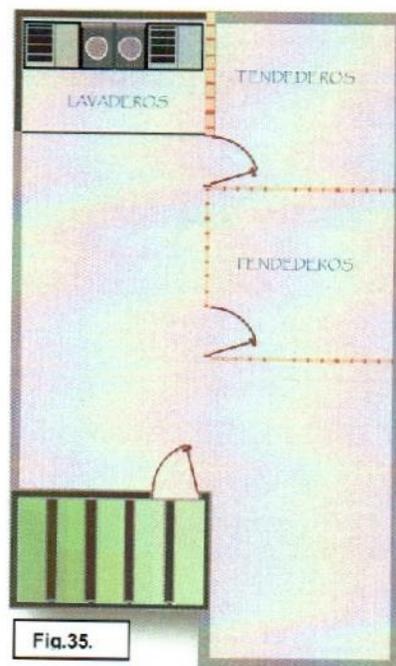
PLANTA ARQUITECTÓNICA BAJA



PLANTA ARQUITECTÓNICA 1.º NIVEL

### 1.- PROGRAMA ARQUITECTÓNICO:

- **PLANTA BAJA:**  
Estacionamiento para tres coches, escaleras.
- **1º. y 2º. PISO:**  
2 departamentos, que cuentan con:  
Sala, comedor, 1 baño completo, 2 recámaras, cocineta y área de servicio.
- **AZOTEA:** Servicio de Lavado, Secado y Planchado.



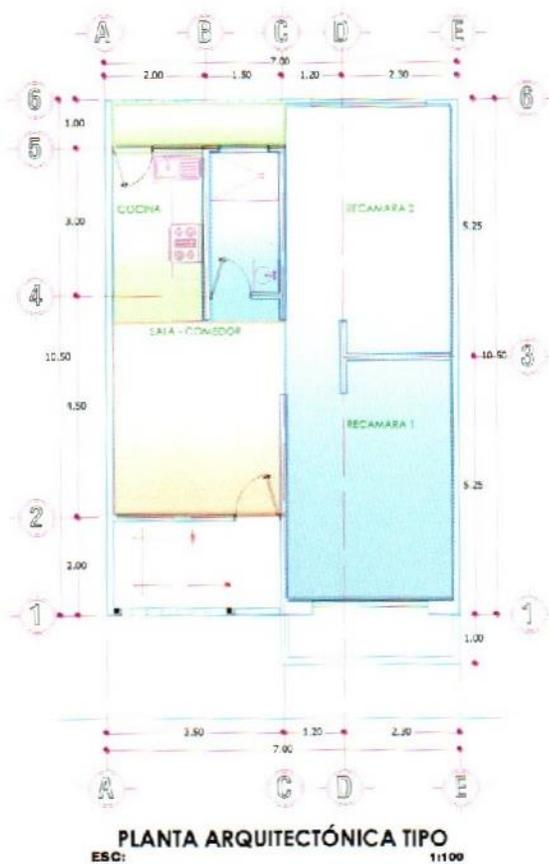
PLANTA ARQUITECTÓNICA AZOTEA

## 2.-AGRUPACIÓN DE ESPACIOS POR ÁREAS:

En la planta tipo podemos observar una agrupación de los diferentes espacios por áreas de servicio al usuario.

En las mismas los usuarios interactúan de diferente manera, apropiándose de cada una en diferentes espacios y tiempos.

Fig.36.



### ÁREA SOCIAL

**PÚBLICA:** Dirigida a - recibir a las visitas u otro tipo de gentes ajenas a la casa.



### ÁREA ÍNTIMA-

**PRIVADA:** Aquí se realizan las actividades, íntimas, como descansar y dormir.

### ÁREA DE

### SERVICIO

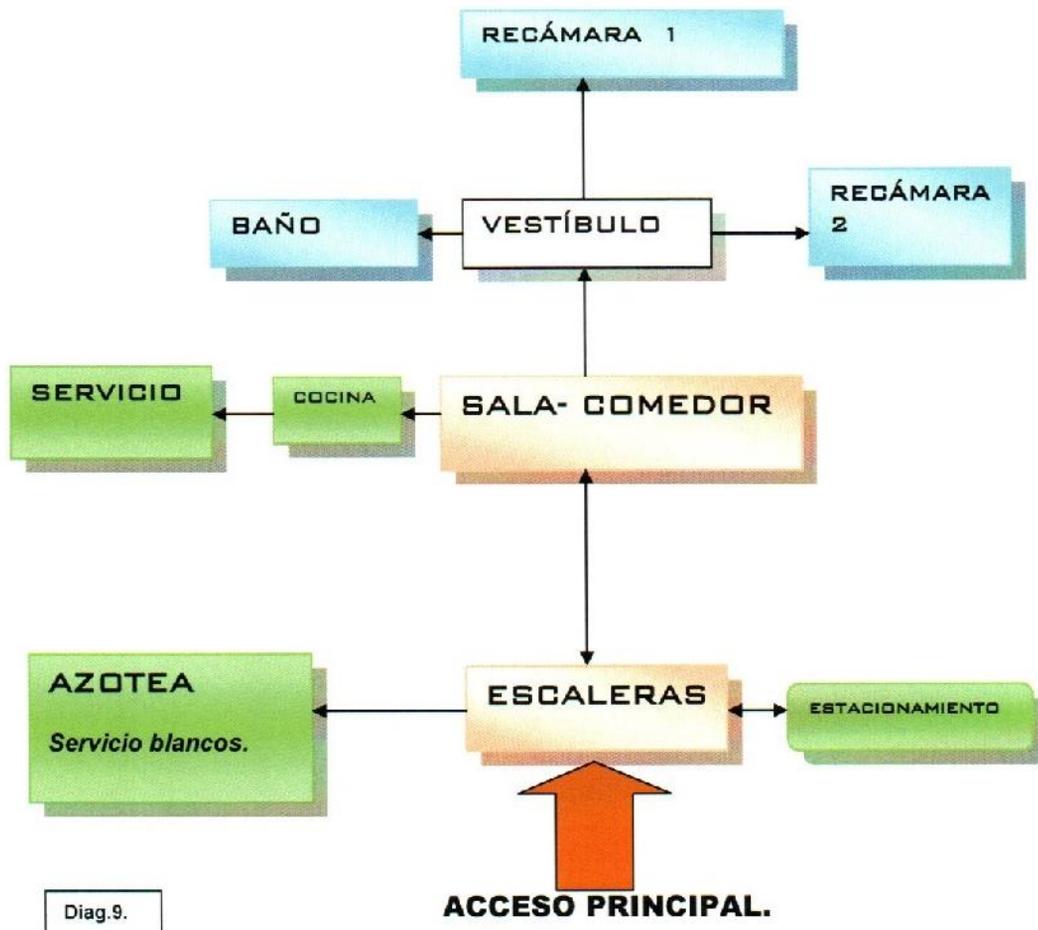
SEMIPÚBLICA.

### 3.- ZONIFICACIÓN:

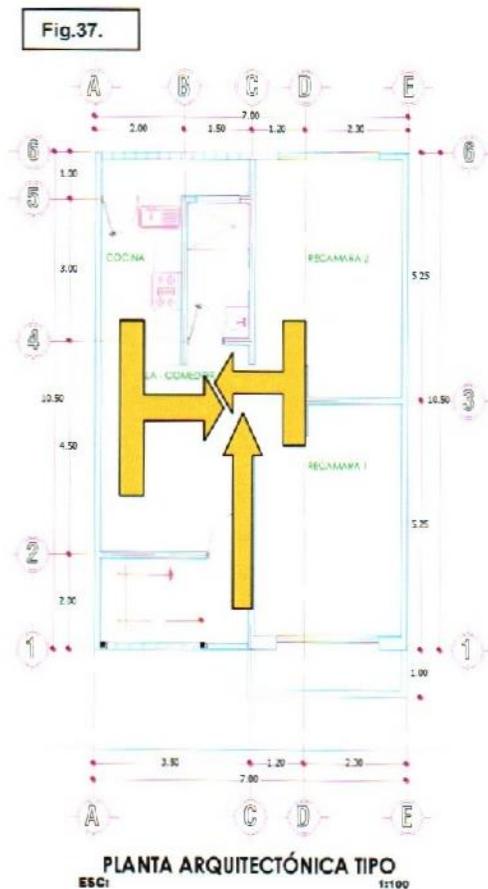
La zonificación corresponde al análisis realizado en el punto anterior, gracias al que podemos apreciar las diferentes zonas de agrupación de la vivienda, y se dividen en zona pública, semi-pública y privada, agregamos el área de estacionamiento; en planta baja, correspondiente a una zona semi-pública, y la planta de azotea, una zona también semi-pública.

### 4.- DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO:

Los colores delimitan las diferentes zonas de la vivienda.



## 5.- SISTEMA DE CIRCULACIÓN.



Dentro del concepto de circulación generado en el edificio encontramos a los tres tipos:

- **HORIZONTAL:**

Suele ser limitada, pero si es posible, por la misma conformación del lote, es más largo que ancho.

- **VERTICAL:**

Es la circulación más marcada, se aprecia en la misma conformación del diseño, en planta.

- **INCLINADA:**

Ver a continuación fig. en fachada principal en donde se aprecia este tipo de circulación.

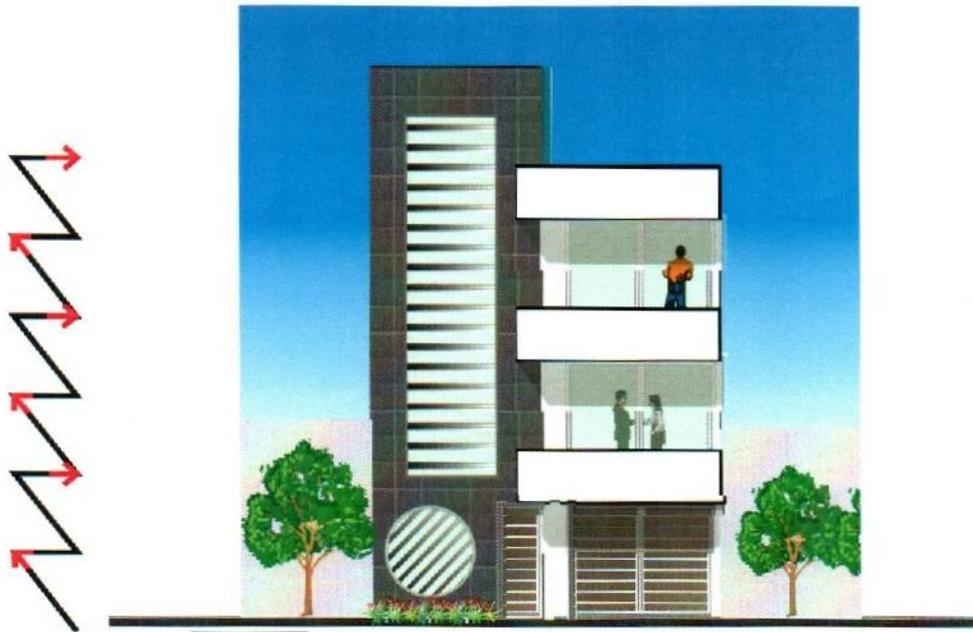


Fig.38. FACHADA PRINCIPAL

**Fig.38. CIRCULACIÓN INCLINADA:**

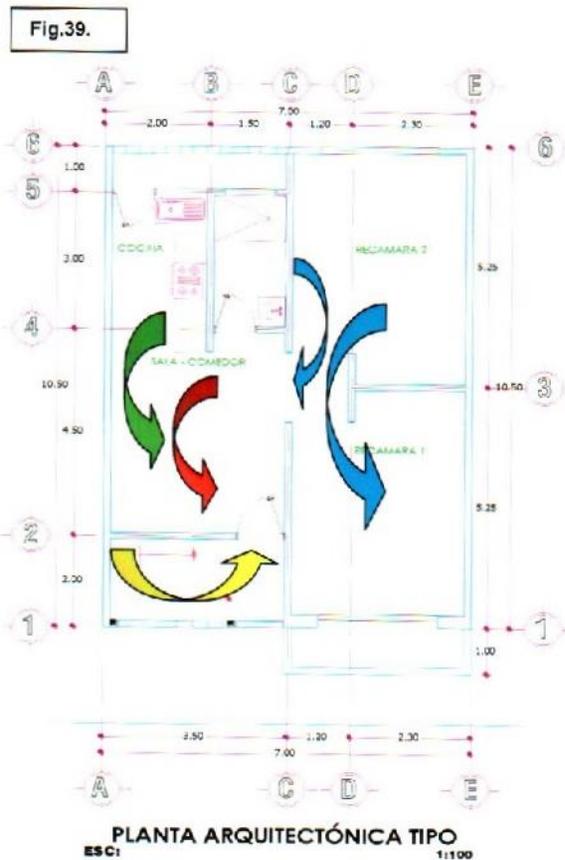
En donde el usuario se verá obligado a subir escaleras para acceder a su vivienda.

La fachada principal muestra claramente los tres niveles en los que se desarrolla el modelo del edificio :

1. Planta baja: Acceso principal, acceso estacionamiento.
2. Primer piso: Departamento 1.
3. Segundo piso: Departamento 2.
4. Azotea: Servicio.

## 6.- RELACIONES ESPACIALES:

CONTIGUOS CONEXOS VINCULADOS CONTENIDOS



## 7.- ORGANIZACIÓN ESPACIAL:

"Dentro de la organización total de un edificio, es importante la manera como se disponen los espacios porque de ello depende la calidad simbólica del mismo"<sup>4</sup>.

Analizando desde el orden espacial, el edificio propuesto, se encuentra dentro de la organización espacial: Lineal.

<sup>4</sup> Ching, Francis: "Arquitectura: Forma, espacio y orden" ... p.204

Desde su ubicación en un lote, más largo que ancho, su altura y desarrollo proyectual, en la fachada podemos apreciar entonces elementos también lineales que acentúan su carácter lineal.

En lo que respecta a su sistema estructural también podemos apreciar columnas, como elementos lineales.

## B).- ANALISIS FORMAL- ESTRUCTURAL.

### 1.- GEOMETRÍA BÁSICA:

La geometría es otra forma de ordenar los espacios, "cuando se ordenan los espacios geoméricamente, se les puede considerar como una serie de volúmenes individuales"<sup>5</sup>.

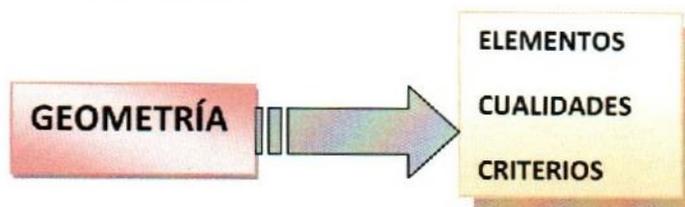


Fig.40.

Los *elementos* son componentes que poseen dimensión y tamaño, y sirven para el ordenamiento geométrico.

Las *cualidades* son las propiedades físicas de los espacios y serán utilizables para ordenarlos de manera geométrica.

"El hecho de organizar un proyecto a partir de formas geométricas elementales, subdivididas a su vez en formas elementales secundarias más pequeñas, da lugar a una composición jerárquica y, por lo general, centralizada, basada en un sistema geométrico"<sup>6</sup>

La línea y el punto son sistemas para relacionar geoméricamente los espacios.

Así un espacio puede ser también lineal, y será considerado geoméricamente, el edificio propuesto cumple con este tipo de ordenamiento pues posee diversos tipos lineales desde su forma hasta su estructura.

<sup>5</sup> White, Edward: "Sistemas de ordenamiento" ...p.60

<sup>6</sup> Leupen, Bernard y varios: *Proyecto y análisis, Evolución de los principios en arquitectura*, p.36

## 2.- PRINCIPIOS ORDENADORES:

Dentro de los principios ordenadores de:

- **EJES:** Posee ejes casi simétricos, en sus dos plantas.
- **JERARQUÍAS:** Tiene un carácter de jerarquía por su altura.
- **TAMAÑO:** Expresado por su altura.
- **SIMETRÍA:** Si cumple.
- **EQUILIBRIO:** En sus colores, y orden.

## 3.- VARIACIONES FORMALES:

- **TRANSFORMACIÓN.**

## 4.- RELACIONES FORMALES:

- **INCLUSIÓN:** El edificio cumple en cuanto a este concepto formal, pues posee una imagen atractiva y seria, también segura competente con la diversidad de numerosos edificios modernos y actuales de la ciudad.
- **CONEXIÓN:** Con un lote posterior donde habita la dueña del proyecto. Y que posee interconexión.

## 5.- SISTEMA ESTRUCTURAL:

El sistema estructural estará compuesto de entrepisos de losa de concreto armado, columnas y muros divisorios de tabique.

- ✓ FORMA ACTIVA.
- ✓ MASA ACTIVA.



ELEMENTO ACTIVO.  
SUPERFICIE ACTIVA.

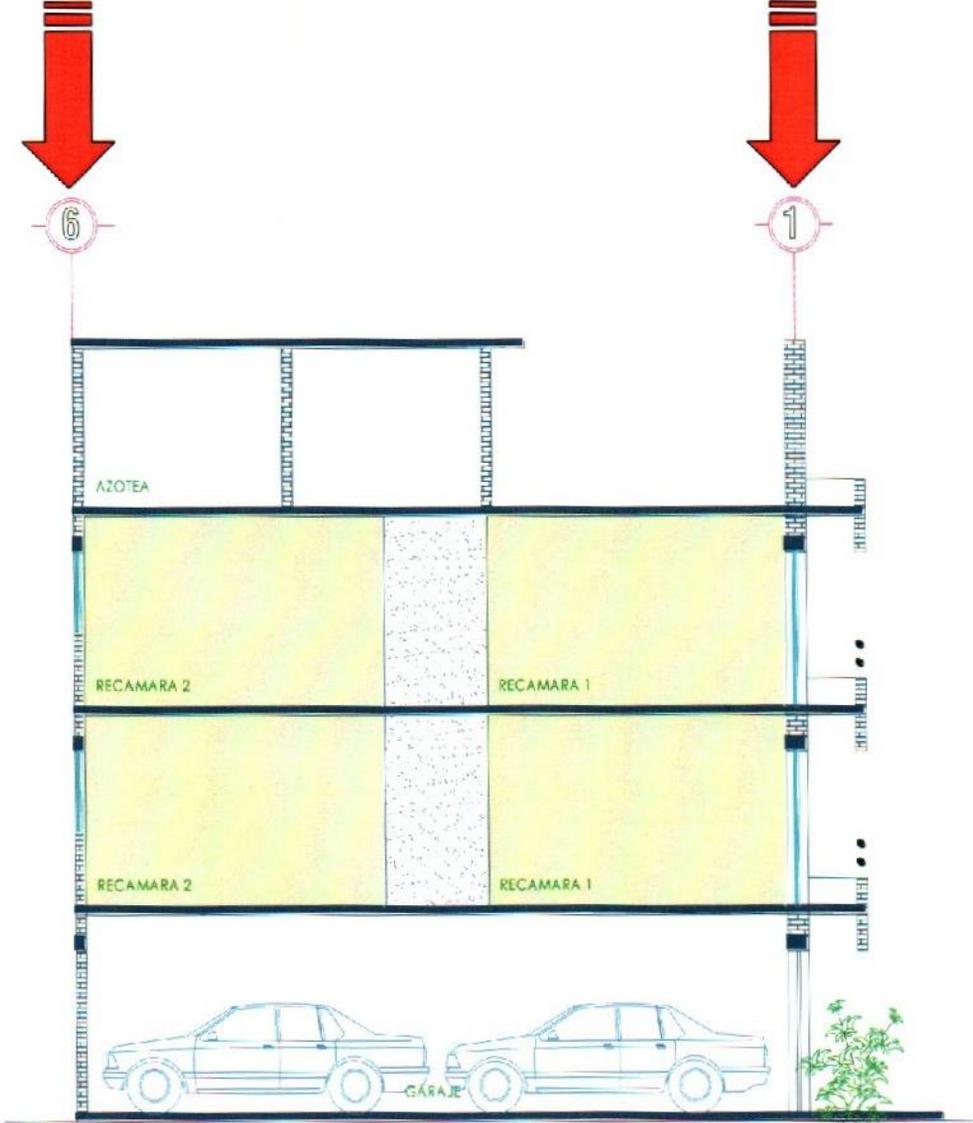
## 6.-COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL:

La bajada de cargas se manejará por medio de elementos puntuales como son las columnas, hasta la cimentación, mediante zapatas aisladas y traveses de liga.

Fig.41.

CARGA PUNTUAL SOBRE EJES.

CARGA PUNTUAL SOBRE EJES.



CORTE LONGITUDINAL

ESC:

1:100

## 6.1.2.-PROPUESTA FUNCIONAL DE ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO DEL EDIFICIO S.1-L.D. \*

Dentro de las medidas a tomar para realizar una arquitectura sustentable, responsable con el medio ambiente, surge la propuesta del edificio "S.1-L.D", el cual desde sus inicios se concibe como un edificio proyectado dentro del rango de la sustentabilidad, tomando en cuenta adaptaciones propias para la economía de los recursos naturales y a la vez haciendo uso de los mismos, partiendo de aquí y entre otros aspectos; es importante puntualizar el uso y estudio de la ventilación natural o pasiva, para el edificio, por medio de diferentes aberturas o ventanas, sobre algunos muros (ver fig.43), previamente se realizó un estudio de la planificación heliotérmica, y de esta manera se adaptarán solo para algunas de ellas, la tecnología pasiva en estudio; es decir el dispositivo "D.E.E-1.B", a utilizar por ahora como una propuesta funcional, sin embargo con sus debidas limitaciones; explicadas en el último capítulo.

Dentro de la "Planificación Heliotérmica", se refiere a estudios en donde se combinan parámetros de viento y sol, se toma de referencia el método de análisis propuesto por Olgay, (2002)<sup>7</sup> (ver Tabla 29), también cabe mencionar, en las aplicaciones de estas medidas o estrategias, al considerar aspectos más tangibles como son los cálculos del comportamiento térmico, existe un margen de error; debido a cambios imposibles de precisar; como pueden ser los factores externos e incluso algunos internos, sin dejar por eso de ser medidas apropiadas para tomarse en cuenta, cuando se quiere llegar a conjuntar los datos bajo un denominador común, clarificando así un procedimiento a seguir para establecer un método de análisis, que contribuye entonces a ubicar a éste proyecto arquitectónico, dentro del marco de la sustentabilidad.

A continuación se presenta un resumen del método de análisis para la planeación heliotérmica de los edificios, planteado por Olgay, el mismo puede ser utilizado para obtener datos cualitativos muy importantes, aplicables para el mejor funcionamiento de un diseño de la ventilación pasiva.

---

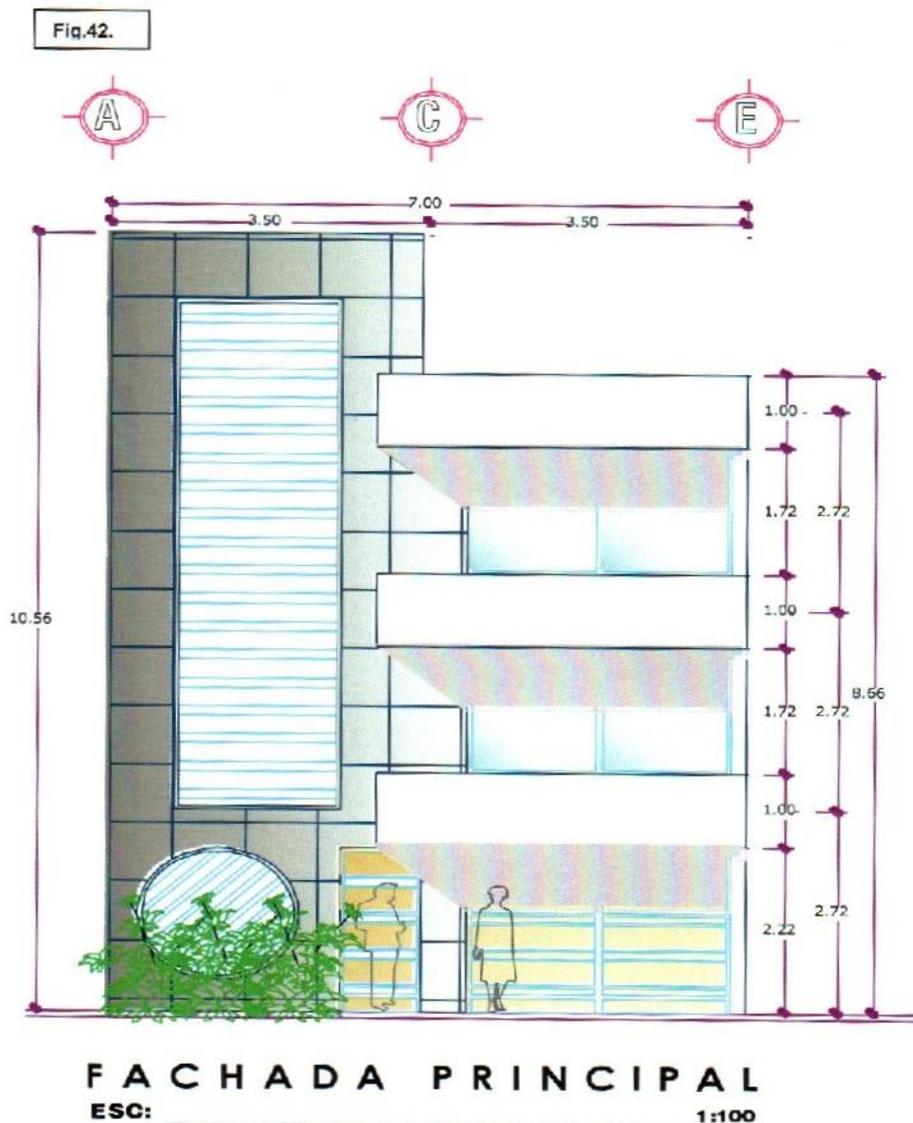
<sup>7</sup> Olgay, Víctor (2002): *Arquitectura y clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España. pp.127.

Para la aplicación de dicho método, es necesario emplear los datos importantísimos de los elementos climáticos del lugar, adonde se pretende construir el emplazamiento arquitectónico, entre otros datos contextuales del area.

<b>MÉTODO DE ANÁLISIS PARA LA PLANEACIÓN HELIOTÉRMICA.</b>	
INCISOS:	ACCIONES A REALIZAR:
A.-	Selección de fechas representativas de condiciones climáticas típicas anuales. Adoptando fechas ilustrativas para períodos fríos y cálidos, respectivamente.
B.-	Cálculo de la temperatura sol-aire y la transmisión de calor a través de la estructura del edificio, se representarán por medio de curvas de flujo calorífico.
C.-	Obtención del índice de "habitabilidad térmica"; expresada en porcentajes. Mediante la evaluación y comparación de principios y elementos arquitectónicos.

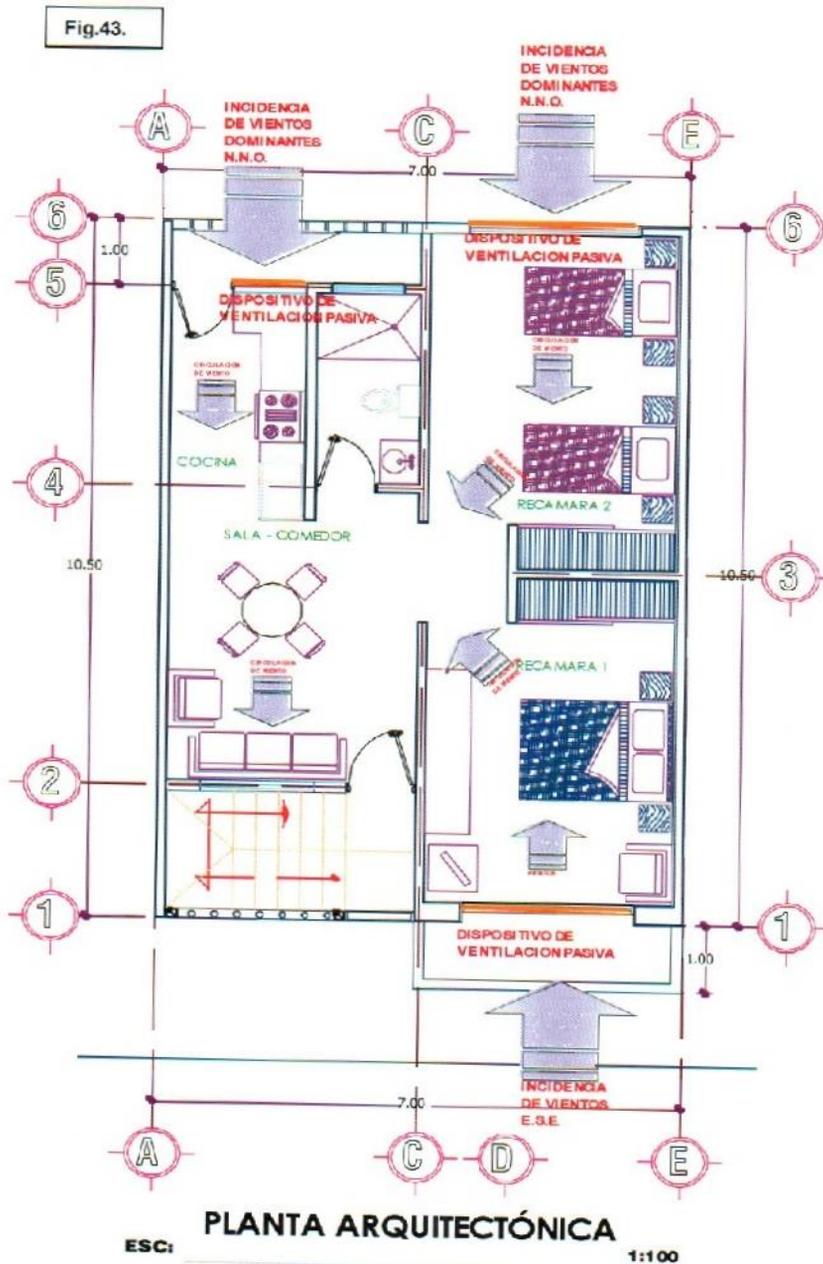
## FACHADA PRINCIPAL ORIENTE.

El edificio se encontrará inmerso en una zona de alta densidad demográfica, en el primer cuadro de la ciudad, a escasas cinco cuadras del zócalo, en dicha zona las variaciones climáticas están aún más expuestas de lo normal, aquí la temperatura, se incrementa desde dos hasta cuatro °C, más de lo normal registrado en las periferias, debido entre otras fuentes al calentamiento del aire provocado por la afluencia vehicular, los edificios altos y acristalados, la alta densidad demográfica.



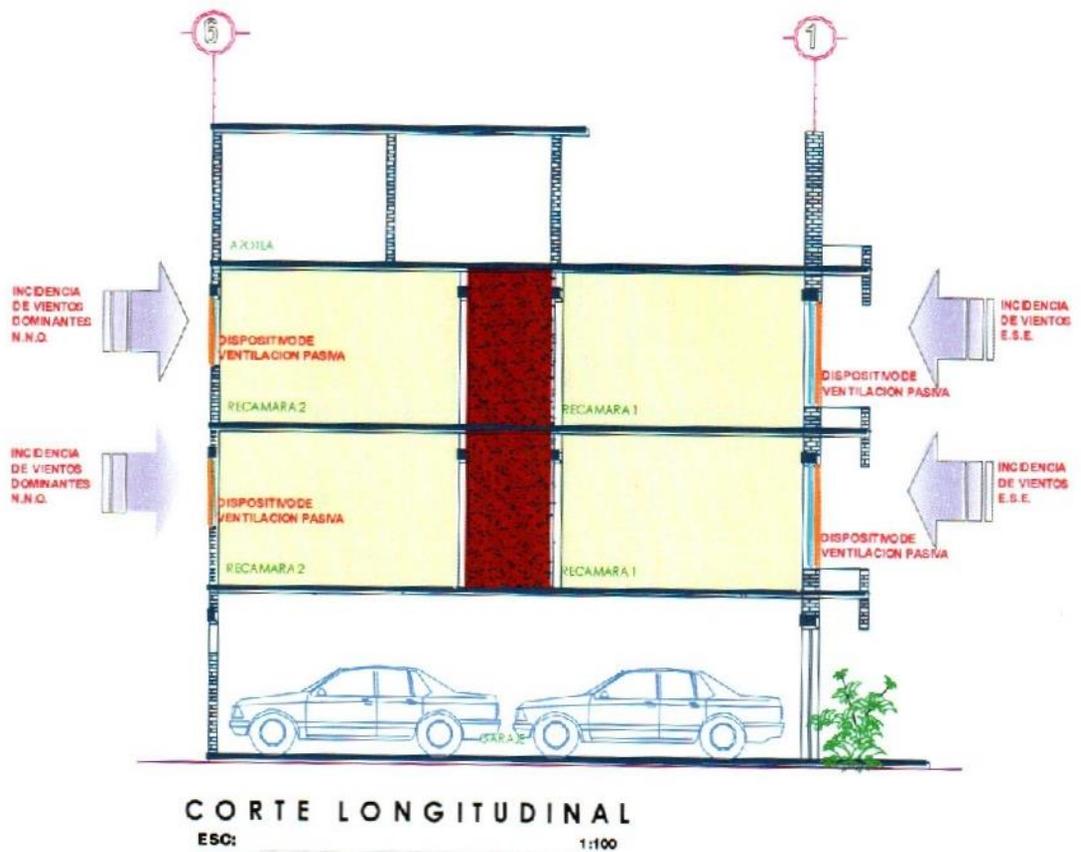
## COLOCACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS EN PLANTA.

En la planta arquitectónica y corte longitudinal, se pueden apreciar cómo sería la colocación de los dispositivos "D.E.E-1.B" y la accesibilidad de los vientos dominantes, por el lado norte-poniente de la ciudad, al interior de los espacios, así como la salida de los vientos, por el lado contrario del edificio, para lograr la circulación cruzada.



VISTA DE LOS DISPOSITIVOS EN CORTE, ASÍ COMO LA INCIDENCIA DE LOS VIENTOS.

Fig.44.



## **CAP.7.- EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE ESTUDIO:**

---

7.1.- Alcances de la evaluación del proyecto de estudio; a nivel perfil.

7.1.1.- Económico.

7.1.2.- Sustentable.

7.1.3.- Confort.

7.2.- Conclusiones, Limitaciones y Recomendaciones.

## 7.1.- ALCANCES DE LA EVALUACION DEL PROYECTO DE ESTUDIO; A NIVEL PERFIL.

TITULO: LA VENTILACIÓN PASIVA POR ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO; UN POTENCIAL EN LA CIUDAD DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.

### I. ORÍGEN DEL PROYECTO Y OBJETO DE ESTUDIO.

#### 1.- ANTECEDENTES.

CONCEPTO PRINCIPAL:

Diag.10.

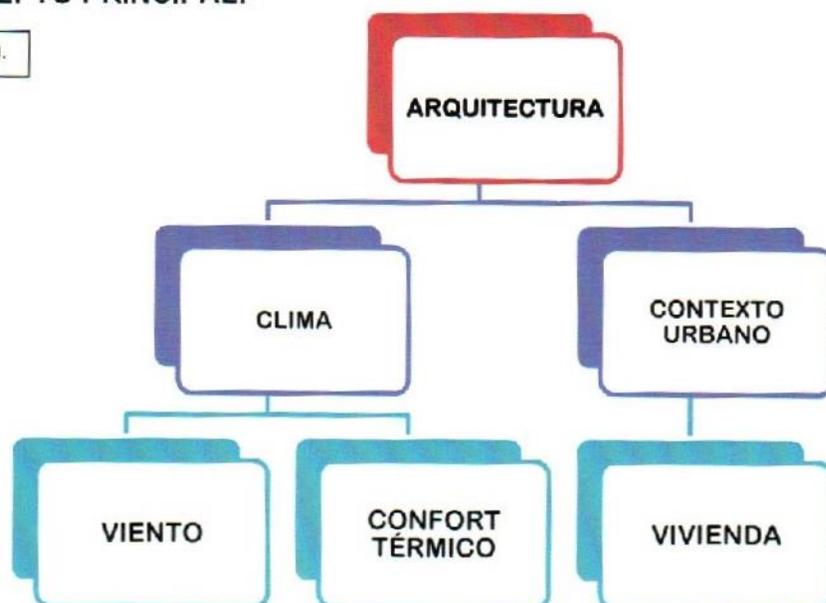


Diagrama 10. Origen de la idea para empezar a conceptualizar el proyecto.

#### ARQUITECTURA:

"La arquitectura nace en la mente del hombre como primer sentido del orden y de la esperanza en lo eterno".<sup>1</sup>

Luego entonces, es útil tomar en cuenta a el pasado que es dueño de esta plena experiencia de conocimientos que no son más que la práctica diaria de las soluciones a las situaciones y que con llevan a formar un sentido de lo útil en la difícil tarea del existir humano.

<sup>1</sup> Velarde, Héctor (1995): *Historia de la Arquitectura*, Ed. Fondo de Cultura Económica, México.

Es difícil encuadrar en un término a la forma en que la arquitectura va demostrando ser lo que es, en un espacio dado y en un lugar determinado, pero a simple vista podemos observar cómo el hombre comienza a organizarse y a ser consciente de sus propios espacios.

Espacios formadores del contexto urbano; resultado de la acción, del oficio de la arquitectura y parte integrante de la misma hablando en un sentido masivo o general, aquí cabe hacer una descripción para poder abordar el tema urbanístico en la arquitectura.

A través del tiempo en la historia se pueden apreciar diferentes concentraciones de poblados que al ir creciendo en su densidad demográfica e ir fusionándose unos con otros dan lugar a la ciudad. Todas estas ciudades han tenido la necesidad de un sin fin de requerimientos para su desarrollo y buen funcionamiento. Por lo tanto es lógico pensar que "Toda planificación que surge para el buen funcionamiento de estas ciudades y que requiere de reunir a diferentes ciencias para tal finalidad se puede denominar con la palabra urbanismo".<sup>2</sup>

- **El urbanismo:** "Es el conjunto de conocimientos que se refieren al estudio de la creación, desarrollo, reforma y progreso de los poblados en orden a las necesidades materiales de la vida humana".<sup>3</sup>
- **La urbanización:** (del latín urbanus, de urbs, ciudad).<sup>4</sup>

## CLIMA:

"El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan a una zona geográfica".<sup>5</sup>

"Se aprecia también al clima como el comportamiento estadístico de las variaciones y combinaciones del estado del tiempo (fenómenos meteorológicos) durante un largo período, por varias décadas, para ser precisos a treinta años y su importancia radica en que constituye uno de los tres principales factores determinantes en el desarrollo de la civilización".<sup>6</sup>

"Dentro de los factores del clima, la climatología comprende a todas estas variables meteorológicas pero siempre los elementos aparecen combinados y se crea una difícil determinación en su importancia relativa con la interacción térmica;

---

<sup>2</sup> Ducci, María Elena (2003): *Introducción al urbanismo: Conceptos básicos*. Ediciones Trillas, México.

<sup>3</sup> ----- (2002): *Gran Diccionario Enciclopédico Visual*. Editorial Océano. Barcelona, España.

<sup>4</sup> Idem.

<sup>5</sup> ----- (2000): *Diccionario Enciclopédico Espasa 2000*. Espasa Calpe, España.

<sup>6</sup> Ellworth Huntintong (1927): *The Human Habitat*. N.Y.

por esta razón las soluciones arquitectónicas deben tener en cuenta el conjunto de *todos estos factores para lograr un óptimo desarrollo del diseño bioclimático*".<sup>7</sup>

Para determinar entonces los estudios necesarios del clima mencionamos entonces puntualmente las más importantes variables de los cuales está conformado, como son:

- Sol.
- Viento.
- Lluvia.
- Temperatura.

Por tanto el bioclima es la asociación de estos elementos meteorológicos de un lugar y que influyen en la sensación de bienestar higrotérmico del ser humano. Estos elementos son principalmente temperatura del aire (bulbo seco), humedad (relativa, específica, absoluta o presión de vapor), radiación solar (duración, cantidad de flujo o irradiancia y calidad), viento (dirección, velocidad y frecuencia) y temperatura de radiación (la del entorno físico interior).

Al referirnos al clima como un todo; en cuanto al entorno que nos rodea es ubicarnos (persona-ambiente), dentro de un determinado y muy importante condicionante inmerso además; dentro del planteamiento del estudio en cuestión.

Este nos proveerá de una serie de lineamientos a seguir desde un principio dentro del proyecto y un determinante muy importante en el diseño del objeto arquitectónico.

Refiriéndonos tan solo a una variable en cuestión, es la variable **viento**, misma que será enfocada regionalmente hasta abarcar un área específica aproximada de referencia, dentro del primer cuadro de la ciudad y su microclima aproximadamente localizado.

## CONTEXTO URBANO:

La Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, ubicada en el centro del Estado de Chiapas, forma parte de la región fisiográfica llamada "*Depresión Central*".<sup>8</sup>

*"La Depresión Central, es baja y hundida entre montañas, con una gran variedad de formas topográficas, que incluyen serranías, cerros aislados, mesas, llanos y cañadas"*<sup>9</sup>

<sup>7</sup> Olgyay, Víctor (2002): *Arquitectura y clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España. pp.32.

<sup>8</sup> ..... (1994): Anuario Estadístico del Estado de Chiapas. Edición 1994. pp.18.19

Forma parte de la "región socio-económica centro"<sup>9</sup>, y comprende 22 municipios que cubren una superficie de 1.3 millones de hectáreas, es la segunda más extensa de Chiapas, entre ellos ubicamos el municipio de Tuxtla Gutiérrez, quien se encuentra colindante con los municipios de San Fernando al Norponiente, al Norte con el Cañón del Sumidero, al Oriente con Chiapa de Corzo, al Sur, con Copoya y al Poniente con Berriozabal.

## **VIENTO:**

"El viento es una forma de energía solar".<sup>11</sup> Se define al viento como la fuerza resultado del impacto del sol sobre la superficie terrestre, la cual, no es plana; la superficie de la tierra está conformada por altos y bajos relieves, estos al poseer diferentes temperaturas y al impacto de la radiación solar en ellos provocan altas y bajas presiones las mismas y dan como resultado, a los flujos de viento.

## **CONFORT:**

La palabra confort se refiere según diferentes diccionarios al término de disfrute, placer, bienestar, o de niveles de satisfacción y tranquilidad.

Según Morillón (2005), "El concepto de confort sobrepasa la simple ausencia de notorias disfuncionalidades climáticas, en sentido más preciso el confort térmico"<sup>12</sup>

## **VIVIENDA:**

Entre las diferentes y comentadas definiciones de vivienda, podemos aterrizar en el siguiente concepto, que hacen del mismo un "Concepto Universal".

"La vivienda es el principal elemento de conformación del espacio social; la vida social se desarrolla en la vivienda, en los espacios públicos y equipamientos que la rodean, en las localidades y en los barrios, es decir, en el territorio. El uso y disfrute de la vivienda constituye una condición básica en la cohesión social, siendo un elemento fundamental en la conformación de la sociedad".<sup>13</sup>

---

<sup>9</sup> Plan Estatal de Desarrollo Urbano, *Fisiografía, Gobierno del Estado de Chiapas 2000*, Pag.20

<sup>10</sup> Idem, Pag.145

<sup>11</sup> García Chávez, José Roberto y Fuentes Freixanet, Víctor (2005): *Viento y arquitectura: El viento cómo factor de diseño arquitectónico*. Editorial Trillas, México.

<sup>12</sup> Morillón Gálvez, David (2005): *Atlas del bioclima de México*. Instituto de Ingeniería UNAM, México.

<sup>13</sup> INEGI, Vivienda, Secretaría de Desarrollo Social. Gobierno del Estado de Chiapas. Censo de Población 2000.

INFONAVIT, define a la vivienda como; *"El componente básico y generador de la estructura urbana y un elemento satisfactor de las necesidades vitales del hombre, por lo cual se considerará como elemento del espacio urbano"*.<sup>14</sup>

También clasifica a la vivienda en diferentes términos constructivos como son:

- **Vivienda Terminada:** En los programas del Instituto, se entiende como *"vivienda terminada a aquélla que cuenta como mínimo: de una habitación con capacidad para estar, comer y cocinar; dos recámaras; un baño compuesto de regadera, lavabo e inodoro; área de guardado y área de servicio"*.<sup>15</sup>
- **Vivienda Progresiva:** Para los programas del INFONAVIT, el concepto de *"vivienda progresiva queda definido como un módulo inicial con la capacidad de crecer ordenadamente por etapas, hasta alcanzar el máximo de crecimiento acorde a las necesidades y recursos del usuario"*.<sup>16</sup>

## 2.- ORIGEN DEL PROBLEMA.

### CÓMO SURGE EL PROYECTO:

Sabemos que un proyecto surge de una situación actual "No deseada", y va dirigido a solucionar una situación futura "Deseada". Luego entonces plantear la solución a un problema actual después de pasar a ser una hipótesis inicial, será el inicio de un proyecto factible o no a realizarse.

Luego entonces, al desarrollar un proyecto, puede suponerse la rentabilidad del mismo, en todo caso se trata de comparar los:



### PROBLEMA ACTUAL:

El discomfort higrotérmico en el interior de un espacio arquitectónico, en la vivienda, debido a la ganancia de calor provocado por altas temperaturas generadas por la radiación y la ventilación desfavorable en determinada fecha del año, preferiblemente en las casas con *techo de concreto*, a ello se

<sup>14</sup> INFONAVIT, Norma técnica de vivienda, México, 2009.

<sup>15</sup> Ídem.

<sup>16</sup> Ídem.

suma el alto consumo energético; debido a la demanda del uso de sistemas mecánicos, muy dañinos para la salud y la economía.

### VALORACIÓN DEL DISCONFORT.

Puede realizarse una valoración por medio de las estadísticas de población; el número aproximado de viviendas, nos muestran un dato concreto de información para obtener un parámetro tangible de medición.

En la ciudad de Tuxtla Gutiérrez se aprecian según (Inegi 2005), un "número de casas en los últimos años de un total de 143,337. de las cuales 73.36% son propias y 26.285 no lo son. Habitan un promedio de 4.25 habitantes por casa, de las cuales un 66.05% tienen pisos de concreto y firme, así como un 9.23% tiene piso de tierra, los muros del 84.83% están construidas con tabique y existe un 4.18% tienen muros de madera. Los techos del 14.37% están contruidos a base de lámina y asbesto y el 70.65% son a base de concreto".<sup>17</sup>

Estos datos se pueden aplicar más adelante, tomando en cuenta la experiencia de Szokolay y sus estudios sobre "la zona de confort"<sup>18</sup>, aplicables a la etapa de prefactibilidad para poder formular y realizar directamente, una encuesta aleatoria, en diferentes puntos de la ciudad; y así determinar un parámetro del grado de disconfort higrotérmico en las viviendas.

### 3.- OBJETO DE ESTUDIO.

Se presenta una estrategia de ventilación pasiva en forma de un dispositivo que actúa mediante el refrescamiento del viento, y cuya función es; coadyuvar en el mejoramiento del microclima interior de un espacio cerrado habitable, de una casa habitación; propiciando un ambiente higrotérmico más confortable, al humedecer el aire tibio que incide a través de la ventana, produciendo un efecto de "Enfriamiento Evaporativo".<sup>19</sup>

---

<sup>17</sup> Inegi (2005): *Censo de población y vivienda del Estado de Chiapas*.

<sup>18</sup> Szokolay, S.V. & Auliciems, A (1999): *Elementos de meteorología y climatología*. Editorial Trillas, México.

<sup>19</sup> González, Eduardo (1997): *Estudio de materiales y técnicas de enfriamiento pasivo para la concepción de la arquitectura bioclimática en climas cálidos y húmedos*. Tesis Doctoral: Escuela de Energías de Mines, París, Francia.

## II. SITUACIÓN ACTUAL.

### DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO:

Actualmente la ciudad cuenta con un número de habitantes que se incrementa día con día, y debido al *rápido crecimiento demográfico*, aumenta la demanda de vivienda en la ciudad, esto es solo un problema urbano, pero este problema causa también otro y es la *deforestación* de los espacios verdes de la ciudad, hacia los cerros *Mactumatzá*; hacia el sur y *Huitepec* hacia el norte, a mayor demanda de espacios mayor demanda de calles pavimentadas, menos áreas de amortiguamiento de la radiación solar en la ciudad, esto tiene que ver solo en parte con la causa del incremento constante de las temperaturas día con día, se suma el contexto climático natural de un clima cálido sub-húmedo como el Tuxtla Gutiérrez, en el que se "*destacan las altas temperaturas casi todo el año exceptuando los meses de Diciembre, Enero y Febrero*".<sup>20</sup>

### ESTUDIOS ACTUALES DE VIENTO.

En la actualidad diversos autores a nivel mundial y latinoamericanos incluyendo a nuestro país, se refieren a estudios profundos sobre la energía del viento y sus diferentes aplicaciones a la ciencia.

Indudablemente, uno de los más importantes sería Givoni (1984), y entre sus predecesores encontramos a González (1997), llegando hasta García y Fuentes (2005), en México. En nuestro estado, se comienzan de hace una década a recabar datos más localizados de el microclima en donde se ubica la "*Estación meteorológica COCOVI*" de la Facultad de Arquitectura de la UN.A.CH., donde se comienzan a hacer algunos estudios, sobre el tema.

Los sistemas pasivos son requeridos desde antaño para diferentes usos al servicio del ser humano, el viento antes y ahora es utilizado para generar energía, proviniendo de la energía, pero también es utilizado para otros fines, como es procurar el bienestar y confort del ser humano.

En la arquitectura, "*La forma puede condicionar a la energía*", según (Brown 1994); por esta razón, se plantean diferentes estrategias de diseño, y para estos fines tomamos en cuenta a las estrategias pasivas aplicadas a la ventilación, como medidas bioclimáticas, hacia la sustentabilidad en la arquitectura.

---

<sup>20</sup> Anuario Estadístico del Estado de Chiapas, Edición 1994.

Olgay (2002), se expresa sobre el refugio y entorno el ser humano, la vivienda, como un instrumento que nos permite satisfacer las exigencias de confort adecuadas, refiriéndose al "equilibrio térmico de los espacios".

Así los "Elementos que afectan al confort humano son: temperatura del aire, radiación solar, movimiento del aire y humedad"<sup>21</sup>. "El movimiento del aire afecta a nuestro cuerpo, no disminuye la temperatura pero provoca una sensación de frescor debido a la pérdida de calor, por convección"<sup>22</sup>. "La evaporación disminuye la temperatura seca, la evaporación de humedad añadida restituirá la temperatura de confort"<sup>23</sup> "En regiones cálidas húmedas, el movimiento del aire constituye el elemento principal para alcanzar el confort"<sup>24</sup>

De esta manera y basados en los estudios de González (1997) sobre enfriamiento pasivos, se propone una estrategia de enfriamiento pasiva, a evaluar; mediante un dispositivo húmedo, colocado sobre una ventana en una célula de evaluación, ubicada en la facultad de arquitectura de la UN.A.CH.

### III.- EVALUACIÓN DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN.

Un proyecto es, sencillamente, el resultado a la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema con tendencia a resolver, entre tantos, siendo desde luego una necesidad humana. "Cualquiera que sea la idea que se pretende implementar, la inversión, la metodología o la tecnología por aplicar, ella conlleva necesariamente la búsqueda de proposiciones coherentes destinadas a resolver las necesidades de la persona humana".<sup>25</sup>

Existen diferentes formas o *mecanismos operacionales* para los cuales un inversionista decide inyectar recursos económicos en un determinado proyecto. Los niveles decisorios son múltiples y variados, puesto que en el mundo moderno cada vez es menor la posibilidad de tomar decisiones de manera unipersonal. Regularmente, los proyectos están asociados interdisciplinariamente y requieren diversas instancias de apoyo técnico antes de ser sometidos a la aprobación de cada nivel.

No existe una concepción rígida definida en términos de establecer mecanismos precisos en la toma de decisiones asociadas con un proyecto. No obstante, resulta obvio señalar que la adopción de decisiones exige y

---

<sup>21</sup> Olgay, Víctor (2002): *Arquitectura y clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España, pp.16.

<sup>22</sup> Ídem, pag.20.

<sup>23</sup> Ídem, Pag.21.

<sup>24</sup> Ídem, Pag.52.

<sup>25</sup> Sapag Chain, Nassir, y Sapug Chain, Reynaldo (2008): *Preparación y evaluación de proyectos*. Editorial McGraw Hill, 4ª. Edición, México.

dispone de un sinnúmero de antecedentes que permiten que ésta se efectúe inteligentemente. Para ello se requiere la aplicación de técnicas asociadas con la idea que origina un proyecto, lo que conceptualice un raciocinio lógico que implique considerar toda una gama de factores que participan en el proceso de concreción y puesta en marcha.

Toda toma de decisión implica un riesgo. Obviamente, algunas decisiones tienen un menor grado de incertidumbre y otras son muy riesgosas. Resulta lógico pensar que frente a decisiones de mayor riesgo, exista como consecuencia una opción de mayor rentabilidad. Sin embargo, lo fundamental en la toma de decisiones es que estas se encuentren cimentadas en antecedentes básicos concretos que hagan que se adopten concienzudamente y con el más pleno conocimiento de las distintas variables que entran en juego. Estas, una vez valoradas, permitirán en última instancia adoptar conscientemente las mejores decisiones posibles.

En el complejo mundo moderno, donde los cambios de toda índole se producen a una velocidad vertiginosa, resulta imperiosamente necesario disponer de un conjunto de antecedentes justificatorios que aseguren una acertada toma de decisiones y hagan posible disminuir el riesgo de equivocarse al decidir la ejecución de un proyecto.

La evaluación de proyectos se entenderá como un instrumento que provee información a quien debe tomar decisiones de inversión y/o ejecución.

#### **CLASIFICACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS:**



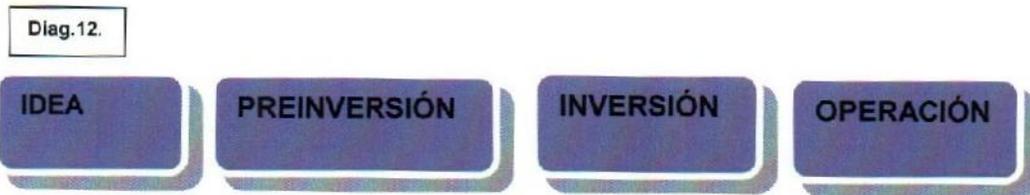
Diag.11.

## ALCANCES DEL ESTUDIO DE PROYECTOS.

Se supone a toda decisión de inversión debiendo de responder a un estudio previo de las ventajas asociadas con su implementación, la profundidad de la realización de dicho estudio dependerá de lo que aconseje cada proyecto en particular.

En este caso, se deberá evaluar en relación a los ahorros energéticos generados por el uso y operación del “dispositivo de E.E. 1.CH”, por lo tanto se utilizarán variables en el área de la rentabilidad del proyecto (costo), como los (beneficios tangibles); en cuanto al “orden físico (económico), no así en los psicológicos y de habitabilidad (confort), ambos relacionados con el orden de la sustentabilidad”<sup>26</sup>, pudiendo ser considerado estos últimos, dentro del ámbito de los beneficios intangibles.

### EL CICLO DEL PROYECTO:



#### 1.- IDEA:

En la etapa de “*idea*”, se puede enfrentar sistemáticamente, bajo una modalidad de generar una solución; a un problema generado, en este caso en particular el problema son: las altas temperaturas y niveles de humedad en el ambiente, son los propiciantes al llamado “*stress térmico*”, al interior de un espacio, pues dichas temperaturas y porcentajes de humedad son iguales o mayores entre el exterior e interior, en los espacios habitados, durante el período primavera verano y por lo tanto, confrontando los resultados de un experimento planteado y realizado; de acuerdo a sus mediciones en un determinado espacio exterior e interior, con la literatura escrita e investigada anteriormente; dichos espacios se encuentran fuera de la zona de confort (Szokolay, 1999).

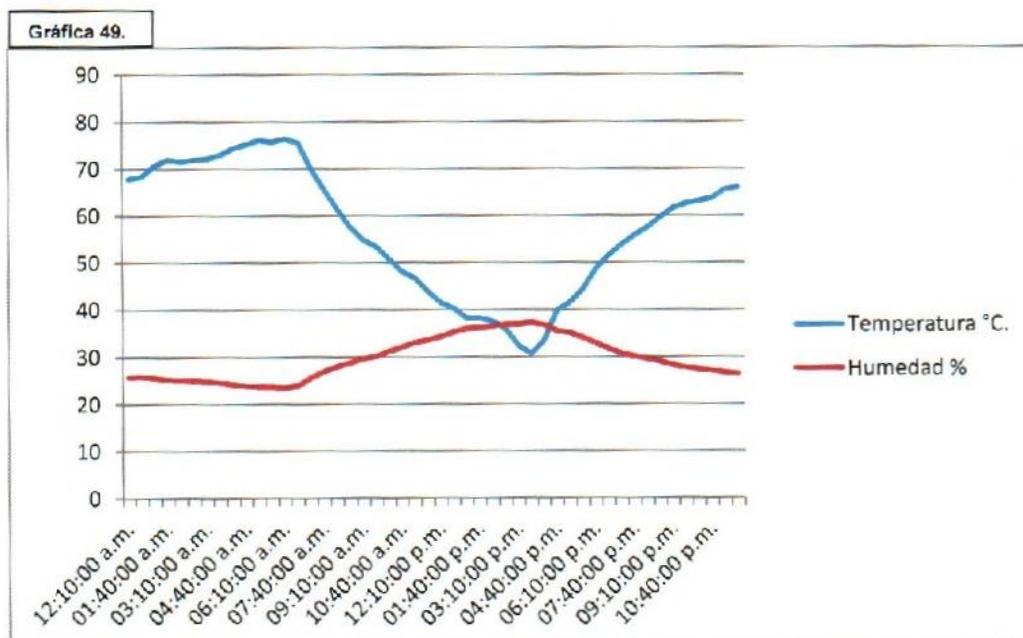
<sup>26</sup> García Gallegos, Gloria Amparo (2009): “*La ventilación pasiva por enfriamiento evaporativo y su potencial en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*”, Tesis Maestrante: Cap. 6. , Facultad de Arquitectura, UN.A.CH. México.

Desde aquí planteamos el uso de un sistema pasivo de ventilación al que llamamos D.E.E.1-B. aprovechando los recursos naturales del entorno en cierta fecha del año, al final se llega a la conclusión de confrontar el resultado de dichas mediciones al exterior e interior de un espacio determinado entre una célula de evaluación y una célula testigo; comprobando que efectivamente, se genera un desconfort higrotérmico, al interior de un espacio, pero es posible disminuir la temperatura y mejorar la humedad con apoyo de dicho dispositivo, disminuyendo también el impacto ambiental e impacto económico, por el uso de sistemas activos y mecánicos, para propiciarse una mejor estancia en este caso, dentro de los espacios habitados por los usuarios en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

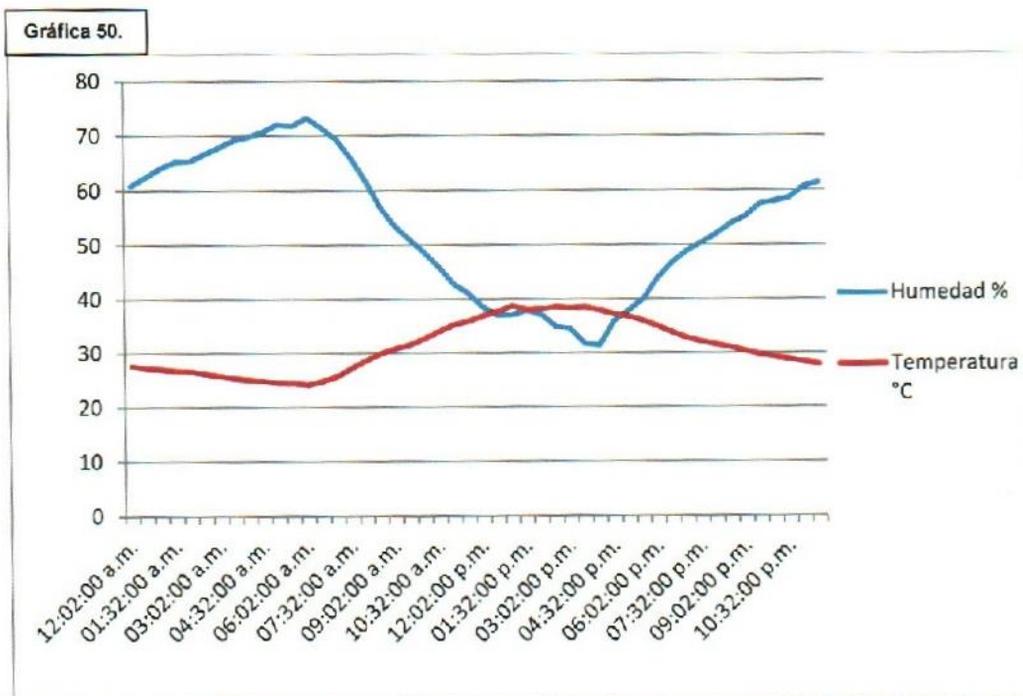
A continuación se presentan las tablas de mediciones de temperatura expresada en °C y humedad en %, con sus resultados comparables entre una y otra situación, datos aportados de los resultados de las mediciones del experimento por E.E. Célula 1 de interiores y Célula 3 de exteriores. (Gráficas 49, 50 y 51, pudiéndose apreciar mejor la comparativa en tabla 28, página 180 Cap.5).

### DIA TÍPICO EXPERIMENTAL DE MÁXIMO CALOR EXTERIOR, HOBO. 3.

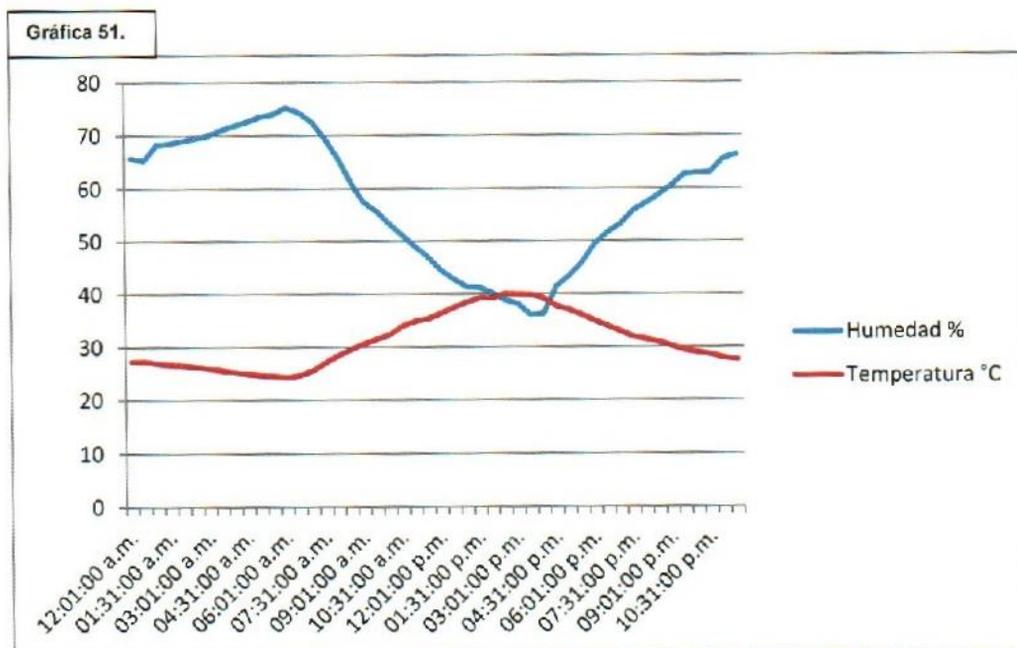
#### Resultados aplicables para ambas células.



**DIA TÍPICO EXPERIMENTAL DE MÁXIMO CALOR INTERIOR. En célula de evaluación 1, H1, C.I. Con dispositivo D.E.E.1-B.**



**DIA TÍPICO EXPERIMENTAL DE MÁXIMO CALOR INTERIOR. En célula testigo 2, H5, C.I. Sin dispositivo.**



Lo que podemos apreciar en estas tres diferentes tablas de temperatura y humedad es lo siguiente.

**Gráfica 49.** Es un día típico de máximo calor exterior, la temperatura registra, temperaturas de casi los 36 °C y una humedad relativa de 33.1%, entre las 15 hrs. El día registrado es el 26 de mayo del 2009.

**Gráfica 50.** Es un día típico de máximo calor al interior de la célula de evaluación, sin el dispositivo de enfriamiento evaporativo, se registra una temperatura de 37.3 °C y una humedad relativa de 39%, entre las 14 hrs. Pero al entrar en función el D.E.E. la temperatura desciende alrededor de 2°C. El día registrado es el 26 de Mayo del 2009.

**Gráfica 51.** Es un día típico de máximo calor al interior de la célula testigo, sin dispositivo, en el cual se registra una temperatura de 38.1 °C y una humedad relativa de 40.6%, entre las 15 hrs. El día registrado es el 26 de Mayo del 2009.

Lo cual nos lleva a evaluar que en el reporte si existe una variación tanto en las temperaturas, como en la humedad, lo más importante de esto es que en la célula de evaluación; se registra una disminución de la temperatura al interior del espacio, de 1.3 °C y un incremento en la humedad de dicho espacio de 4.8%, con respecto al espacio exterior, comportándose de manera satisfactoria y funcional.

Ahora si se compara con la célula testigo podemos afirmar que se desfasa de los rangos de confort al dispararse por arriba de los 40 °C, y la humedad es también más alta, con respecto a la célula de evaluación; quién mantiene temperaturas más estables, y una humedad que se mantiene en el rango de confort (Szokolay, 1999).

## 2.- PREINVERSIÓN.

En la etapa de "**pre inversión**", se realizan los tres estudios de viabilidad: perfil, pre factibilidad y factibilidad.

El estudio inicial y el grado a donde llegará este trabajo son hasta el denominado "**perfil**", el cual se elabora a partir tanto de la información existente, como del juicio común y de la opinión de la experiencia. En términos monetarios, solo se presentan estimaciones muy globales de las inversiones, costos o ingresos, sin entrar en investigaciones de terreno.

En este análisis es fundamental efectuar algunas consideraciones previas acerca de la situación "**sin proyecto**", es decir, intentar proyectar qué

pasará en el futuro si no se pone en marcha el proyecto antes de decidir si conviene o no su implementación.

En el estudio de perfil, más que calcular la rentabilidad del proyecto, se busca determinar si existe alguna razón que justifique el abandono de una idea antes de que se destinen recursos, para calcular la rentabilidad en niveles más acabados de estudio, como la **“pre factibilidad y la factibilidad”**.

Por lo anterior se obtuvieron una serie de variables surgidos de la implementación y experimentación del dispositivo motivo de este estudio, el cual se evaluará a nivel perfil.

## ESTUDIO INICIAL “PERFIL”.

### 2.1.- PERFIL:

#### VARIABLES:

A).- Implementación del Dispositivo de Enfriamiento Evaporativo fijado a una ventana de aluminio, del tipo que son utilizadas en las casas de interés social, con dimensiones de 1.20 x 1.20 Mts. Ubicada en la fachada norte de una habitación de 3.50 x 3.00 x 2.50 Mts.

B).- Implementación de paquete de aire acondicionado monofásico

(Según tabla [www.cfe.gob.mx](http://www.cfe.gob.mx))

Aparato	Potencia (Promedio) Vatios	Tiempo de uso al día (Períodos Típicos)	Tiempo de uso al mes Horas	Consumo mensual Kilovatios-hora (Vatios/1000) x Hora
Aparato de ventana 1 ton. nuevo	1200	8 hrs. diarias	240	288

## ANÁLISIS FINANCIERO DE LAS VARIABLES.

La comparación de ambas variables en función del costo en relación del tiempo de operación, permitirá tomar una decisión para descartar el proyecto o su continuación a la etapa de PREFACTIBILIDAD.

### A).- Implementación del Dispositivo de Enfriamiento Evaporativo. COSTOS DE SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LAS VARIABLES.

Análisis de precio unitario de las variables a costo directo:

Tabla 31.				
Descripción	Unidad	Costo M.N.	Cantidad	Importe M.N.
CHAMBRANA DE 2" DURANODIC	PZA	321.39	0.33	106.06
RIEL DE 2" DURANODIC	PZA	202.03	0.22	44.45
CERCO PUERTA 2" DURANODIC 4.60 M.	PZA	141.64	0.2	28.33
ZOCLO CABEZAL PESADO 2" DURANODIC	PZA	154.55	0.22	34.00
PIJA	PZA	0.53	26	13.78
VINIL	M	2.54	9.6	24.38
SILICON	CAR	50.7	0.51	25.86
FELPA	M	2.46	4.8	11.81
YUTE CRUDO SEP. TEJIDO 0.5 MM	M2	15	0.72	10.80
CUADRILLA No 16 (1 ALUMINERO + AY.ESP.)	JOR	650.8	0.2	130.16
HERRAMIENTA MENOR	%	679.06	0.03	20.37
			<b>TOTAL:</b>	<b>\$450.00</b>

### COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN INICIAL DEL DISPOSITIVO.

Suministro e instalación del dispositivo	\$ 450.00
<b>Total de la inversión inicial:</b>	<b>\$ 450.00</b>

### B).- Implementación de paquete de aire acondicionado monofásico COSTOS DE SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LAS VARIABLES.

Análisis de precio unitario de las variables a costo directo:

Tabla 32.				
Descripción	Unidad	Costo M.N.	Cantidad	Importe M.N.
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PAQUETE A.A.	PZA	2600	1	2600.00
SUM. Y COLOC. CONTACTO MONOFASICO 127 V	PZA	450	1	450.00
CUADRILLA No 08 (1 ELÉCTRICO + AY.ESP.)	JOR	650.8	0.5	325.40
HERRAMIENTA MENOR	%	3700.8	0.03	111.02
			<b>TOTAL:</b>	<b>\$3,486.42</b>

**COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN INICIAL DEL AIRE ACONDICIONADO.**

Suministro e instalación del aire acondicionado. \$ 3,486.42

**Total de la inversión inicial:** \$ 3,486.42

**COMPARATIVA EN COSTOS DE SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LAS VARIABLES.**

**DISPOSITIVO \$ 450.00 < AIRE ACONDICIONADO \$ 3,486.42**

Se observa con claridad que el Suministro y colocación del Dispositivo propuesto refleja una diferencia notable hacia abajo en costo, en relación al costo inicial del uso de un paquete de aire acondicionado.

**COSTOS DE OPERACIÓN DE LAS VARIABLES POR UN PERIODO DE 1 AÑO.**

**A).- Implementación del Dispositivo de Enfriamiento Evaporativo.**

CONSUMO PROYECCIÓN A 1 AÑO.

Tabla 33.

Descripción	Lts. X hora	Tiempo uso Hrs. x día	Días x mes	Meses	Total M3	Costo M3 *	Importe
CONSUMO	2	8	30	12	0.576	\$ 34.78	\$ 20.03

\* Datos obtenidos en el recibo de SMAPA

**Costo total de la operación del dispositivo durante 1 año.**

Operación del dispositivo durante 1 año \$ 20.03

Total de la operación durante 1 año: \$ 20.03

**B).- Implementación de paquete de aire acondicionado monofásico**

CONSUMO PROYECCIÓN A 1 AÑO.

Tabla 34.

Aparato	Potencia (Promedio) Vatios	Tiempo de uso al día	Tiempo de uso al mes Horas	Consumo mensual Kilovatios-hora (Vatios/1000) x Hora	Meses	Consumo anual Kilovatios-hora (Vatios/1000) x Hora	Costo Kilovatios-hora tarifa básica verano *	Importe
Aparato de ventana 1 ton. nuevo	1200	8 hrs.	240	288	12	3456	\$ 0.67	\$ 2,305.15

\* Datos obtenidos en el recibo de CFE

**Costo total de la operación del aire acondicionado durante 1 año.**

Operación del aire acondicionado durante 1 año	\$ 2,305.15
Total de la operación durante 1 año:	\$ 2,305.15

**COMPARATIVA EN COSTOS DE OPERACIÓN DURANTE 1 AÑO:**

**DISPOSITIVO \$ 20.03 < AIRE ACONDICIONADO \$ 2,305.15**

**Se observa con claridad que el consumo del dispositivo propuesto refleja una diferencia notable hacia abajo en costo, en relación al costo de operación de un paquete de aire acondicionado.**

Por lo anterior recurriendo a la premisa de que existe un ahorro importante en costos de suministro e instalación y también durante la operación del Dispositivo Pasivo de Enfriamiento Evaporativo, en el aspecto financiero se recomienda finalizar el estudio de viabilidad denominada "Perfil" y pasar al siguiente estudio de viabilidad que forman parte de la Pre inversión, que será la PREFACTIBILIDAD, en la cual se deberán de profundizar en la investigación y obtener información general de las inversiones probables, los costos de operación y los ingresos que demandará y generará el proyecto.

### 7.1.1.- ECONÓMICO.

Es importante puntualizar el “*beneficio tangible*” de esta fase de evaluación del proyecto en cuestión, debido a que el experimento en cuestión es medible y claramente apreciable, para su comparación con cualquier otro sistema activo de ventilación.

De esta manera en la comparativa anterior tanto en la fabricación del dispositivo con respecto al paquete de aire acondicionado propuesto, como en sus costos de operación para uso durante 1 año:



---

Se aprecia una diferencia notable en el ahorro generado entre ambos, así mismo refleja una diferencia hacia abajo en costos por uso.

Por lo tanto el ejercicio en estudio propuesto, entra a formar parte dentro de un nivel considerado económico debido al ahorro generado en su uso y función.

Pudiendo usarse el dispositivo dentro de los parámetros en que actualmente se encuentra como fase experimental, con sus debidas limitaciones y tentativamente; posteriormente a futuro, podría utilizarse para otro estudio con las adecuaciones pertinentes.

## 7.1.2.-SUSTENTABLE.

En cuanto a las bases para el desarrollo sustentable mencionamos lo siguiente; *“El desarrollo que coloca en primer término el crecimiento económico de corto plazo y deja de lado los efectos que éste tiene sobre los recursos naturales del planeta, ha ocasionado graves desigualdades entre países y regiones y ha disminuido las posibilidades de sobrevivencia de futuras generaciones. Ante ello, se plantea la necesidad de transitar hacia el desarrollo sustentable”*<sup>27</sup>

*“El desarrollo sustentable no es un modelo terminado, por lo que no se trata de una receta en la que se deban seguir pasos para resolver los problemas creados durante años de sobreexplotación de la naturaleza, sino más bien, incluye varias ideas que orientan a los países para cambiar su forma de desarrollarse, de acuerdo a sus posibilidades y necesidades”*.<sup>28</sup>

Según Landa (2010), la sustentabilidad posee tres ejes muy importantes o dimensiones, en donde se llevará a cabo esta nueva forma de desarrollo, Estas son:

### SOCIEDAD, ECONOMÍA Y AMBIENTE.

*“El desarrollo sustentable busca el equilibrio entre estas tres partes, pues intenta enfrentar al mismo tiempo las necesidades de conservación del ambiente con las de los grupos marginados de la sociedad y las necesidades de crecimiento económico, pero deben de avanzar todas al mismo tiempo”*<sup>29</sup>

A partir de la idea desarrollada en el *“Informe Brundtland sobre el desarrollo sustentable”*<sup>30</sup>, se intenta avanzar para enfrentar los ejes planteados anteriormente, incorporando otros elementos importantes para la sustentabilidad como son: la educación y la cultura, de esta manera las partes involucradas en el desarrollo sustentable suelen ser tan variadas y sus relaciones tan complejas.

---

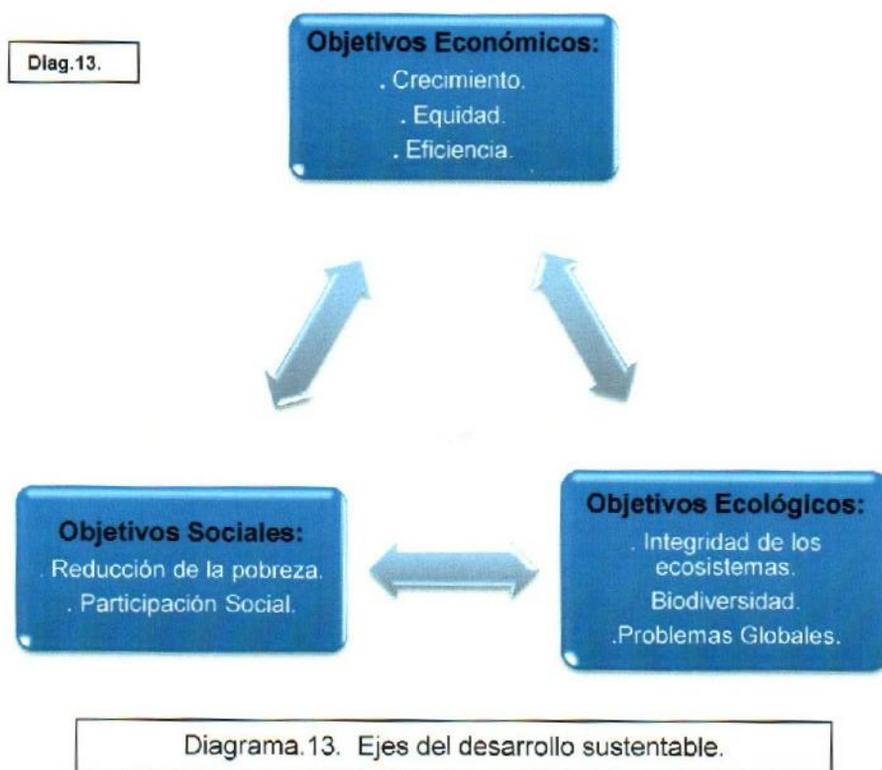
<sup>27</sup> Landa, R., Ávila, B. y Hernández M. 2010 *“Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para América Latina y el Caribe. Conocer para Comunicar”*. British Council, PNUD México, UNDP, Cátedra UNESCO-IMTA, FLACSO México, México D.F. 140 pp.

<sup>28</sup> Ídem, Pág.20.

<sup>29</sup> Ídem.

<sup>30</sup> Ídem, Pág. 21.

## EJES DEL DESARROLLO SUSTENTABLE.



Así mismo Landa sostiene; *"De la relación entre el desarrollo sustentable y el cambio climático: El cambio climático, como problema ambiental global, plantea retos adicionales en la construcción de un nuevo tipo de desarrollo para las sociedades humanas. Ahora el desarrollo y el progreso humano deben lograrse bajo condiciones difíciles relacionadas con el clima"*.<sup>31</sup>

Entonces los elementos claves y críticos de donde surge nuestra propuesta suelen ser: La población, la educación y la comunicación, la producción y la tecnología. Desde aquí la producción y la tecnología pueden provocar cambios rápidamente; los otros como la educación y comunicación así como la población, producirán cambios más lentos pero serán resultados efectivos y multiplicadores.

<sup>31</sup> Ídem, Pág. 22.



Diagrama 14. Elementos críticos de la Sustentabilidad.

Por lo tanto dentro del plano del desarrollo sustentable, después de revisar estos enfoques se puede concluir, y evaluar el estudio en cuestión desde el punto de vista sustentable, entre varios puntos; con respecto a estos estudios como generadores en el desarrollo de nuevas **Tecnologías**, aplicables a una cuestión de suma importancia en el mundo; poder enfrentar "el cambio climático", este como otros estudios sobre el medio ambiente son factibles también en el ámbito de la **Educación**, para apoyar a diferentes "Organismos encargados de desarrollar e intercambiar conocimientos e ideas para desarrollar herramientas para construir capacidades y adaptaciones al cambio climático, para enfrentar los impactos del cambio climático en América Latina y el Caribe".<sup>32</sup> Pero sin duda el objeto más importante de este estudio, llevado a cabo por medio de la experimentación y aplicación a un caso urbano (dirigido a la **Población**), en su enfoque desde el punto de vista sustentable; es porque contribuye a la utilización de uno los recursos ambientales más importantes, como lo es el viento, por medio de la creación y utilización de un dispositivo de enfriamiento pasivo contribuyendo así al ahorro de los recursos energéticos.

<sup>32</sup> British Council, PNUD México, UNDP, Cátedra UNESCO-IMTA, FLACSO México, México D.F. 2010.

### 7.1.3.- CONFORT.

Uno de los "beneficios intangibles", no cuantificables, entran a formar parte los correspondientes al orden del confort, entrando a formar parte diferentes factores; como fueron siendo descubiertos y estudiados. Así mismo desde este punto de vista es importante señalar los aspectos más importantes mencionados por los dos autores más importantes en cuanto a confort se refiere.

Olgay, (1998) menciona un aspecto muy importante dentro del factor confort y es precisamente el origen de todos los estudios referidos y realizados posteriormente por diferentes autores. La denominada "zona de confort", que son "Las condiciones bajo las cuales el hombre requiere un mínimo de energía para adaptarse a su entorno"<sup>33</sup>. Por esta razón cita también "Los constituyentes del entorno como son: Luz, sonido, clima, espacio"<sup>34</sup>, entre otros.

Fig.45.

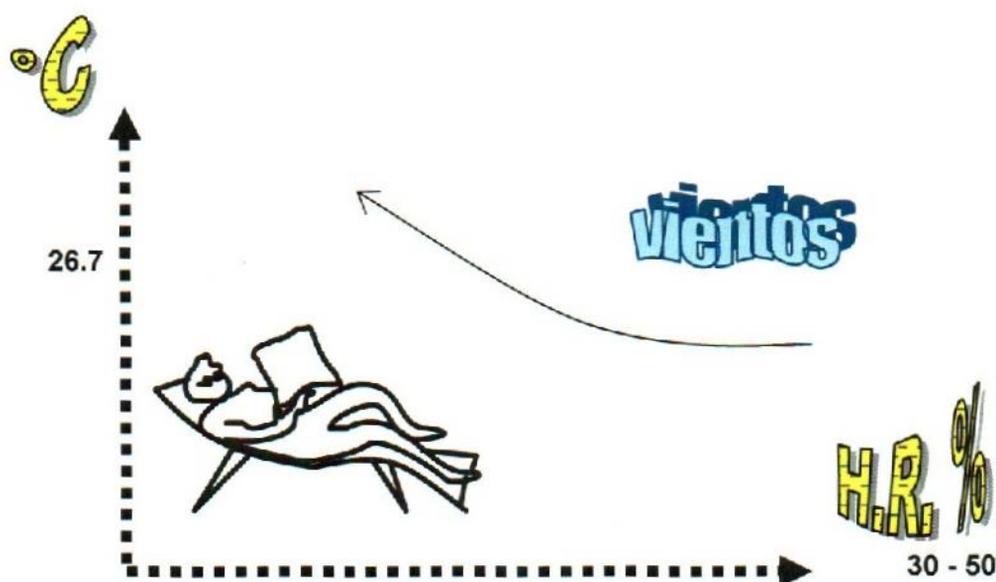


Fig.45.- Ilustración representativa del confort y sus factores.

<sup>33</sup> Olgay, Víctor, Op. Cit. Pág. 15.

<sup>34</sup> Ídem.

Refiriéndose a los índices de confort; mediante la temperatura operativa ( $T_o$ ) *"Sus ecuaciones combinan la temperatura, el movimiento del aire y la radiación solar con el metabolismo, para explicar, cómo recibe el cuerpo humano los efectos de ciertos elementos climáticos y cómo mantienen su estabilidad térmica"*<sup>35</sup>.

Szokolay, (1997) por su parte menciona primordialmente las bases fisiológicas y a los factores de confort; los cuales pueden ser conformados a su vez por factores psicológicos y de habitabilidad o *"confort adaptativo"*<sup>36</sup>.

Este estudio se evalúa luego entonces en el orden del confort, porque en él se encuentran evaluados a su vez las condiciones del clima y demás aspectos de su entorno físico, teniendo en cuenta a los otros factores, pero sobre todo los de confort adaptativo, teniendo en cuenta a estrategias bioclimáticas, tecnologías o modelos adaptativos que coadyuven a los usuarios de los espacios dirigidos para el hábitat humano a procurarse el confort térmico.

---

<sup>35</sup> Olgyay, Víctor, Op. Cit. Pág. 16.

<sup>36</sup> Szokolay, Andrew (1997): "Thermal Comfort". Pleanotes.

## 7.2.- CONCLUSIONES.

Es un hecho presente el cambio climático en el mundo y con ello los riesgos que conllevan a la salud humana. Cambio ocasionado por la huella ecológica que el ser humano ha dejado con el correr del tiempo en el mundo y su hábitat; el medio ambiente muchas veces alterado por este cambio en respuesta se vuelve hostil e inhabitable cada vez más frecuentemente.

Desde la década de los 50's surge el gremio científico dedicado e interesado en aportar medidas para enfrentar el cambio climático, desde los tres niveles; cultural, político y social y desde allí surgen diversas y originales propuestas en respuesta a estas inquietudes.

En la actualidad se toman medidas como las planteadas en el fondo para el logro de los ODM decretado por la ONU a nivel mundial; haciéndose presente en nuestro país. Así es como, por medio de un "Programa conjunto con el Gobierno de México y el sistema de las naciones unidas"<sup>37</sup>, Chiapas, a través de un gobierno responsable pasa a formar parte de este programa, como un plan actual a las medidas tomadas contra el calentamiento global del planeta.

De esta manera se presenta una propuesta tentativa; por medio de un experimento de Enfriamiento Evaporativo, para saber, y conocer si es posible el ejercicio de ventilación pasivo, así como su potencial, como parte de una "Estrategia Bioclimática Sustentable", para aplicar a un espacio arquitectónico habitacional, antes e incluso después de ser construido, el mismo se encuentra, inmerso en un clima cálido sub-húmedo, ubicado en la zona urbana de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

El experimento llamado "Experimento No.1", se realizó al interior de una célula de evaluación; llamada "Célula de evaluación 1", como modelo de un espacio arquitectónico cerrado, su funcionamiento se mide en comparación con una célula testigo llamada "Célula de evaluación 2", ambas células se encuentran ubicadas juntas y poseen así mismo las mismas características materiales y de contexto físico- ambiental. Esto con el fin de evaluar los mismos efectos del factor climático del viento que incide sobre ellas, como son: "La temperatura y la humedad".

Para este mismo propósito se desarrolló un sistema pasivo; por medio de un dispositivo, al que llamamos "D.E.E.1-A." <sup>38</sup>, ubicado en la célula 1,

---

<sup>37</sup> Programa Conjunto de Agua y Saneamiento del Gobierno Mexicano y el Sistema de las Naciones Unidas en México, para el Logro de los Objetivos del Milenio, "Adaptación al cambio climático y políticas públicas en el manejo del agua urbana en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas", Bases para el dialogo, síntesis ejecutiva de los resultados del diagnóstico. Gobierno del Estado de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Octubre del 2010.

<sup>38</sup> García, Gallegos, G. Op.Cit. Cap. 3.4.1. Págs.123 y 124.

mientras tanto al mismo tiempo la célula 2, no posee ningún dispositivo adicional, en este caso, la ventana se encuentra abierta, dejando pasar el aire libremente.

El resultado tomado durante una 1ª. Semana de mediciones; arroja según los *"Hobos de 2 canales y el programa de medición Pro dataloggers"*, instrumentos utilizados para medir ambas células, una diferencia notable entre ambas, tanto en la temperatura, como en los datos registrados de la humedad relativa.

Presentando una diferencia de 2 a 2.2 °C entre ambas células, en promedio 2.1°C, menor para la célula 1, en la que se llevó a cabo el experimento mediante un dispositivo de enfriamiento pasivo, dicha comparación se hace con respecto de la célula 2, en donde no se utilizó ninguna estrategia del ambiente interior.

Posteriormente se realiza una 2ª. Semana de mediciones con el propósito de recabar resultados exteriores y compararlos con el interior de la célula 1, a su vez se adiciona un elemento más al sistema, convirtiéndolo en un "sistema mixto", esto con el propósito de potenciar la velocidad del viento, cuando se presenta en calma, realizando también mediciones entre la célula 1 y célula 2; con resultados ligeramente perceptibles, pero sí cuantificables, a este ejercicio a penas tentativo se le denominó "Cuasi-experimento".

Cabe señalar estas medidas se tomaron estando en función el dispositivo de enfriamiento pasivo. Únicamente para los meses de primavera-verano, en este caso los meses de **Abril y Mayo**, considerados como los meses que registran temperaturas más altas, antes de registrarse las primeras lluvias, cuando apreciamos claramente, el tipo de clima cálido sub-húmedo, en la ciudad capital del estado de Chiapas; en las horas más significativas, para dichos experimentos, las cuales se dan a partir del medio día, entre las **11:00 a.m., hasta las 5:00 p.m.** de la tarde, orientados según la teoría de la climatología dinámica, mediante la ubicación de las horas de máximo calor o mayor temperatura registrada en contraste con la menor o más baja humedad relativa registrada. Es en este período y estas horas cuando funciona mejor la estrategia de "Enfriamiento Evaporativo", y se demuestra su potencial en la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez. Chiapas.

## LIMITACIONES.

Durante el desarrollo del estudio propuesto encontramos una serie de limitantes que dan lugar a una serie de recomendaciones posibles para estudios posteriores, a continuación mencionamos algunas por decir, las detectadas, para este estudio:

- El de la investigación, dado a que la bibliografía sobre el tema es limitada y entra dentro de otros campos que no es el de la arquitectura, sino más bien ciencias técnicas e ingenieriles, que fueron necesario abordar para esclarecer ciertos términos, aplicaciones y teorías.
- También dentro del campo de la formación de los conceptos y en la formación del marco teórico, muchos datos fueron difíciles más no imposibles recabar dado a que muchos aspectos se fundamentan dentro de los usos y costumbres del pueblo Tuxtleco de antaño. Para la formación clara de estos datos y conceptos; fue necesario realizar diversas investigaciones en cuanto a las diferentes culturas étnicas de la zona, mismas que ya ubicadas en el entorno de la ciudad se dio la tarea y necesidad de realizar también entrevistas con los cronistas actuales de la ciudad; realizando así un profundo recuento de diferentes usos de la vivienda zoque Tuxtleca, a la vez apoyado en el joven y reciente campo, en crecimiento, de la literatura local escrita, sobre el devenir del desarrollo de la ciudad.
- Dentro de la segunda parte del estudio en la fase de presentación y experimentación, encontramos una serie de limitantes tan solo para este apartado; como por ejemplo:
  - El lugar a donde se llevó a cabo el experimento, no era del todo un lugar adecuado en cuanto a su ubicación y conformación, se trató sin embargo de adecuarlo debidamente, cerrándolo lo más posible, puesto que es un área de experimentación abierta y adaptable a cualquier tipo de experimento. También el área se encuentra ubicada entre dos edificios, uno, el del lado poniente es notablemente alto y podría producir ciertas zonas de sombras de viento en ciertas épocas del año, así como turbulencias, en este punto es necesario puntualizar, para otro estudio de viento tal vez dependiendo de lo que se estudia, sería necesario evaluar las variables en estudio, aquí se consideró realizarlo en esta área; dado a que el estudio será inmerso dentro de una zona urbana, a nivel teórico y en una propuesta de edificio arquitectónico, también rodeado de edificios altos, en el centro de la ciudad.

- Dentro de la fase de aplicación y evaluación que es la última parte del estudio, podemos referirnos a las siguientes limitantes:
  - En cuanto al espacio a utilizar, se propone una aplicación de manera teórica a un proyecto arquitectónico insertado en un nivel urbano-metropolitano; por los tiempos del desarrollo de la tesis, en cuanto a la construcción del edificio y dado que actualmente se encuentra a nivel de anteproyecto, pero lo más considerable de esto es, como se menciona anteriormente, la elección del proyecto el cual se debe; a que reúne las características propias para adecuar el estudio en cuestión, estudiando detenidamente los diferentes espacios interiores del mismo, en cuanto a su ventilación, así mismo su contexto urbano.
  - Se podrá aplicar también a cualquier otro estudio posteriormente más adelante, quedando abierta también la posibilidad de poder realizarlo en cualquier espacio arquitectónico ya construido, debido a su capacidad de adaptación urbanística.
  - Dentro de los alcances del estudio de evaluación; el mismo está realizado solo a nivel perfil, pero también queda abierta la posibilidad de poder realizar, un estudio aún más afondo y poder conocer los alcances más profundamente en el caso se decida aplicar, el experimento en otros estudios posteriores.
- Se comprobó que el experimento de enfriamiento evaporativo en estudio; solo se podrá utilizar en la época de primavera-verano, en los meses de Marzo, Abril, Mayo y Junio, durante la época de estiaje, antes de las lluvias, época en la cual se da el potencial para la ventilación pasiva, por medio del Enfriamiento Evaporativo.

## RECOMENDACIONES.

- Se recomienda utilizar el dispositivo solo en el período determinado anteriormente.
- Se puede utilizar en cualquier espacio habitacional, bien ventilado de preferencia y que el viento acceda a la cara frontal del dispositivo.
- De preferencia utilizar agua purificada o filtrada, para evitar hongos.
- La tela deberá ser esterilizada y deberá ser remplazada cuando esté desgastada u oscura.
- Se podrá utilizar este trabajo para concentrar o compilar, debido a los datos de vientos, aportados por los diferentes centros meteorológicos de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Se sugiere utilizar los datos obtenidos para realizar posteriormente una "carta de vientos" de la ciudad capital.

Foto 96.



Foto.96. "Confort", sinónimo de bienestar, O.M.S. (1946).



## **ANEXOS.**

---

A).- Registro de Gráficas experimentales.

B).- Cartografía.



## A).- REGISTRO DE GRÁFICAS EXPERIMENTALES.

---

- Temperatura de Bulbo Seco (*T.B.S.*), en espacios interiores. 1ª. y 2ª. Semana.
- Temperatura de Bulbo Seco (*T.B.S.*), en espacios exteriores. 1ª. y 2ª. Semana.
- Humedad Relativa (*H.R.*), en espacios interiores. 1ª. y 2ª. Semana.
- Humedad Relativa (*H.R.*), en espacios exteriores. 1ª. y 2ª. Semana.
- Datos comparativos entre T y H.R., ambos períodos.



## A).- REGISTRO DE GRÁFICAS EXPERIMENTALES.

- **TEMPERATURAS DE BULBO SECO (T.B.S.); EN ESPACIOS INTERIORES DURANTE LA 1ª. Y 2ª. SEMANA. (CAP. 5.1.1.1.)**

Según registros del **Hobo No.1, Célula 1**, canal interno, a media distancia del dispositivo, se reportaron las siguientes **Temperaturas**, durante la **1ª. Semana** de mediciones:

Gráfica 11.



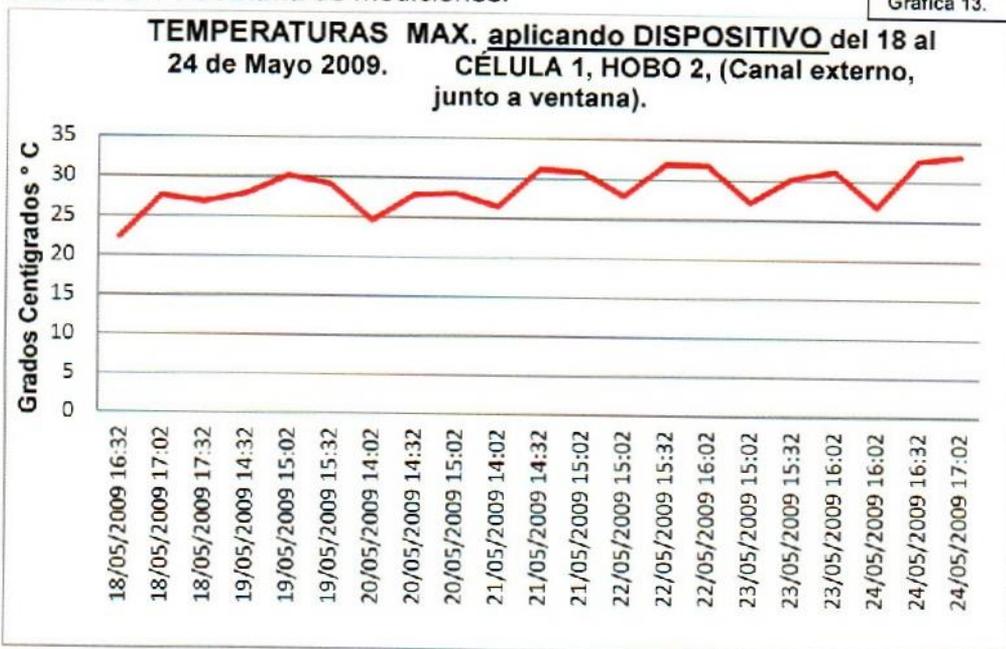
Según registros del **Hobo No.2, Célula 1**, canal interno, ubicado a ¼ de distancia de la ventana con dispositivo, se reportaron las siguientes **Temperaturas**, durante la **1ª. Semana** de mediciones:

Gráfica 12.



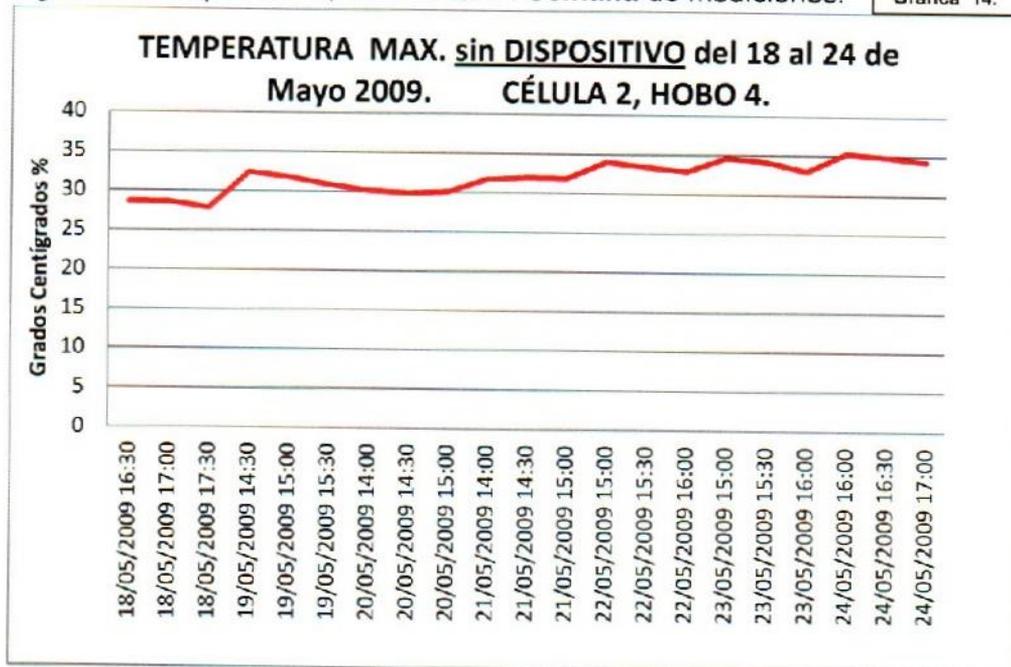
Según registros del **Hobo No.2, Célula 1**, canal externo, ubicado junto a la ventana del dispositivo, se reportaron las siguientes **Temperaturas**, durante la **1ª. Semana** de mediciones:

Gráfica 13.



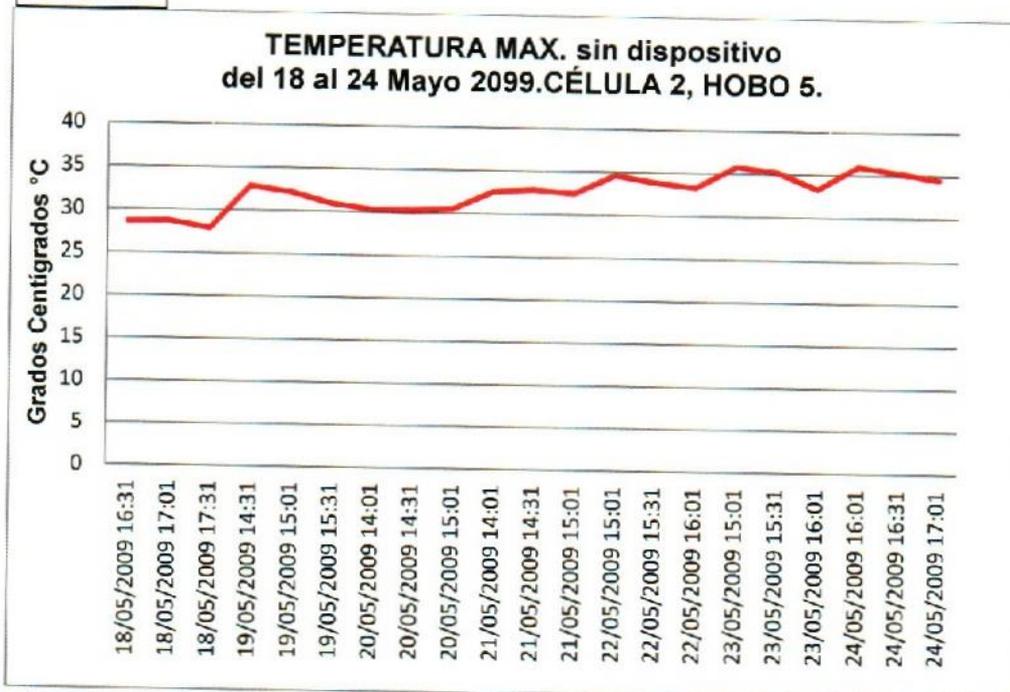
Se reportaron en contraste según registros del **Hobo No.4, en Célula 2**, canal interno, ubicado a media distancia de la ventana sin dispositivo, las siguientes temperaturas, durante la **1ª. Semana** de mediciones:

Gráfica 14.



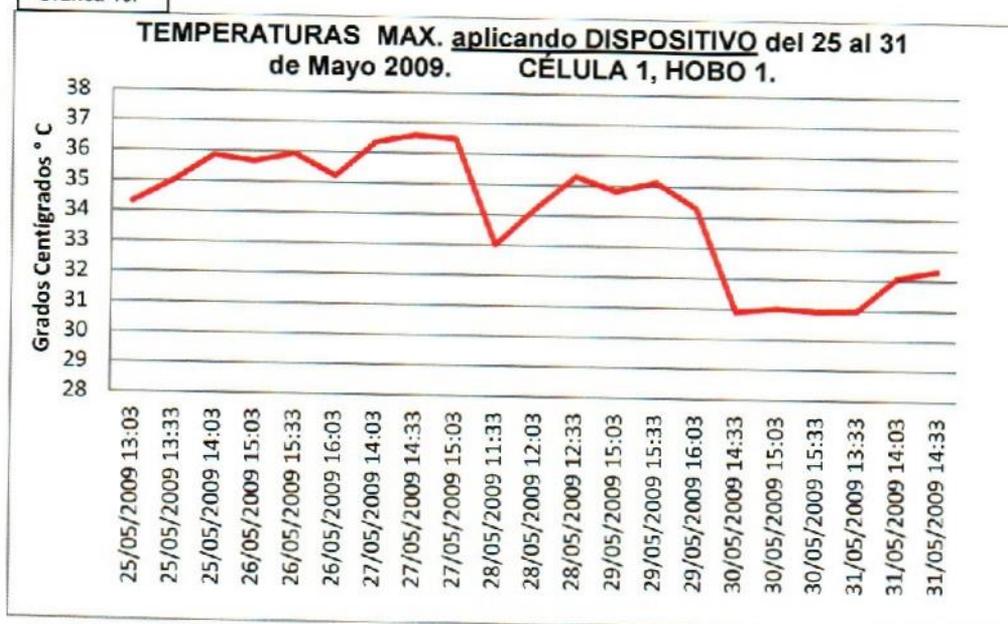
Según registros de **Hobo No.5, Célula 2**, canal interno, ubicado a  $\frac{1}{4}$  de distancia de la ventana, se reportaron las siguientes **temperaturas**, durante la **1ª. Semana** de mediciones:

Gráfica 15.



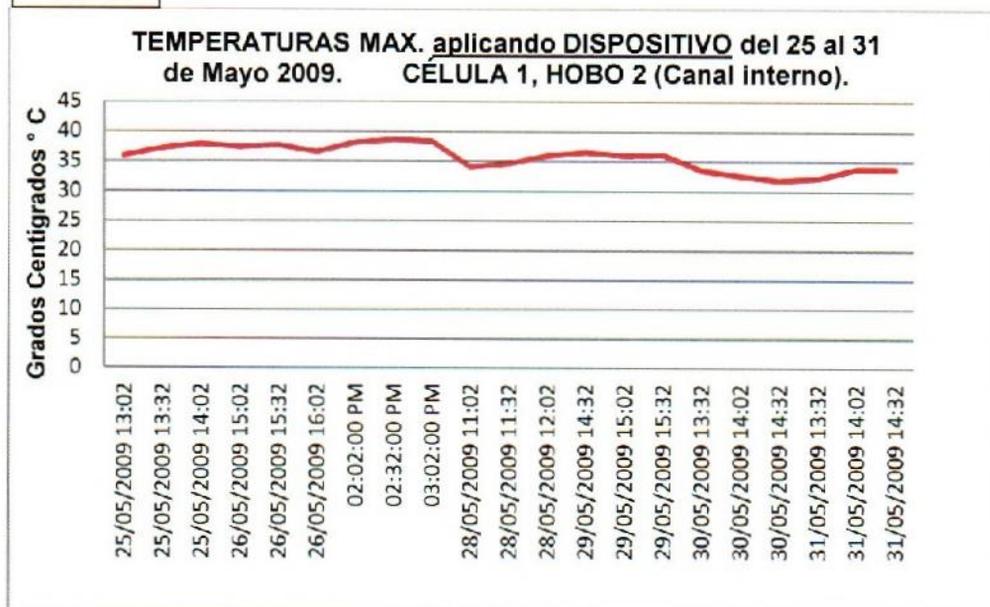
Según registros del **Hobo No.1, en Célula N° 1**, canal interno, a media distancia del dispositivo, durante esta semana se utilizaron los modelos D.E. E.2-A y D.E.E.2-B, reportándose las siguientes **temperaturas**, durante la **2ª. Semana** de mediciones:

Gráfica 16.



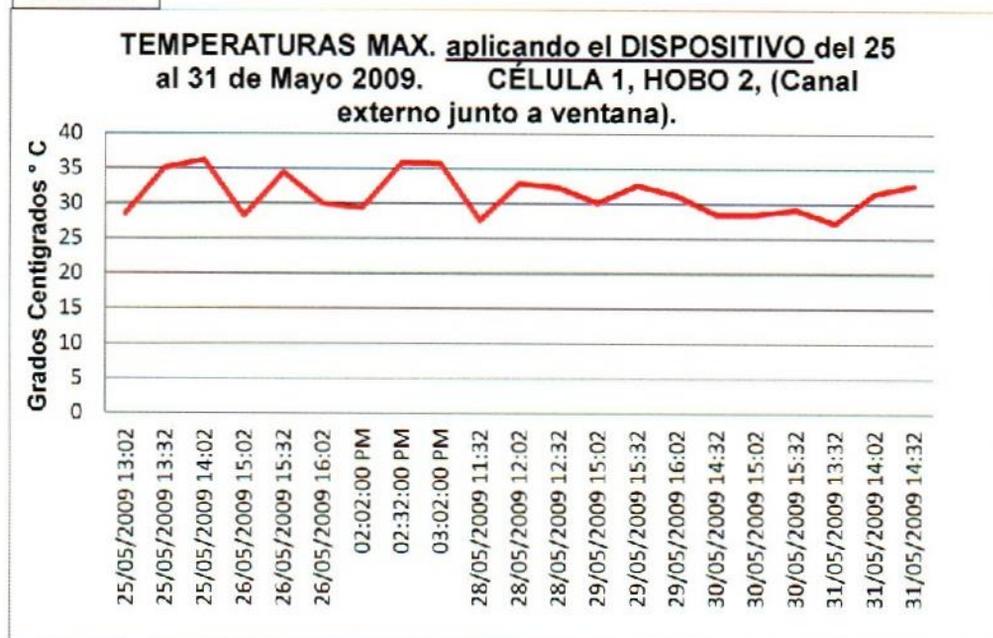
Según registros del **Hobo No.2**, en **Célula N° 1**, canal interno, ubicado a  $\frac{1}{4}$  de distancia del dispositivo, se reportaron las siguientes **temperaturas**, durante la **2ª. Semana** de mediciones:

Gráfica 17.



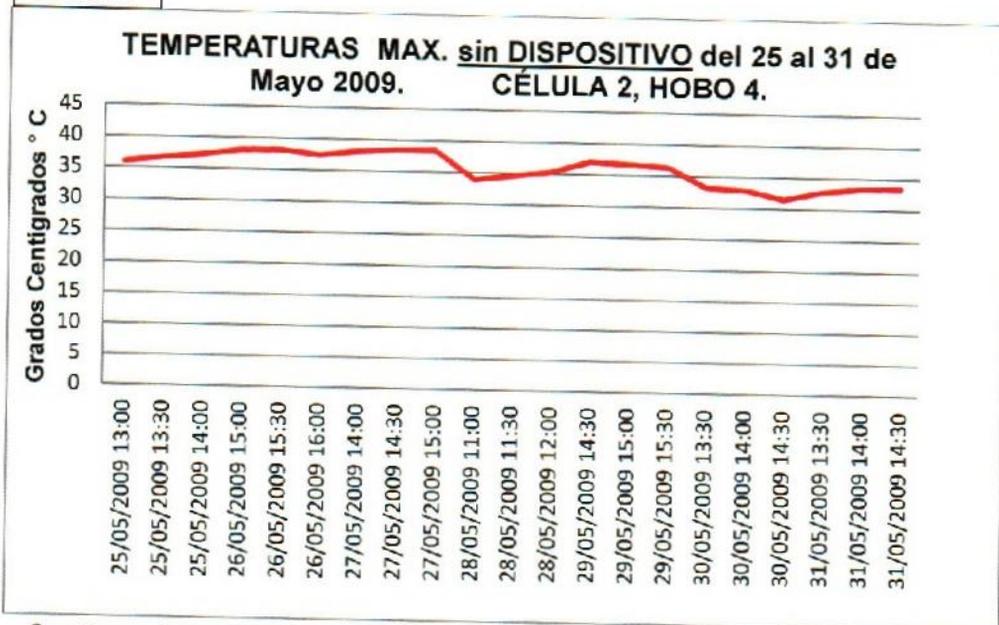
Según registros del **Hobo No.2**, en **Célula N° 1**, canal externo, junto a la ventana con el dispositivo, se reportaron las siguientes **temperaturas**, durante la **2ª. Semana** de mediciones:

Gráfica 18.



Según registros del **Hobo No.4**, en **Célula N° 2**, canal interno, ubicado a media distancia de la ventana sin dispositivo, se reportaron en contraste las siguientes **temperaturas**, durante la **2ª. Semana** de mediciones:

Gráfica 19.



Según registros del **Hobo No.5**, en **Célula N° 2**, canal interno, ubicado a  $\frac{1}{4}$  de distancia de la ventana, se reportaron en contraste las siguientes **Temperaturas**, durante la **2ª. Semana** de mediciones:

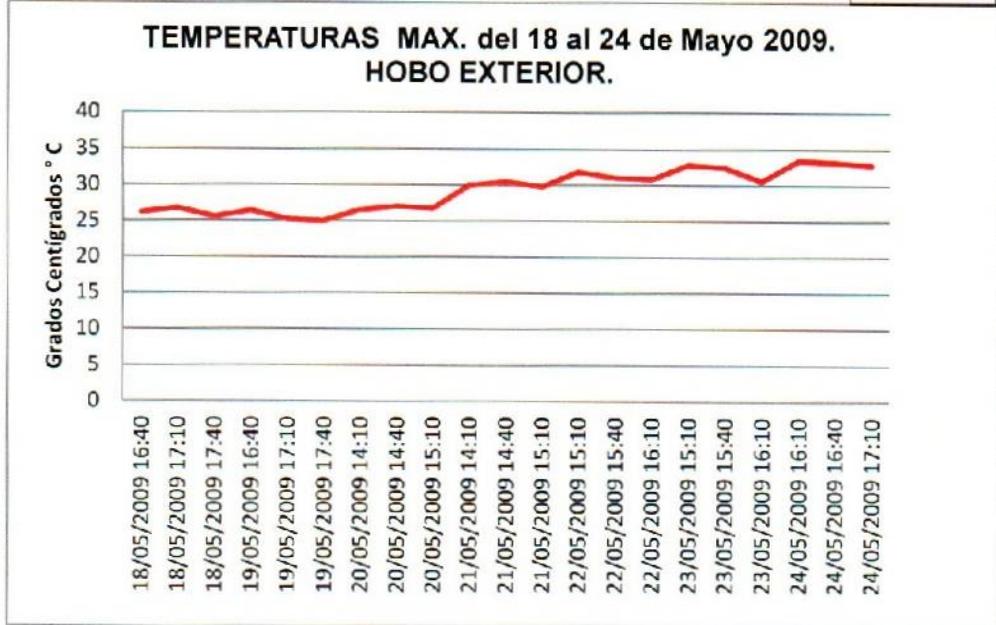
Gráfica 20.



▪ **TEMPERATURA DE BULBO SECO (T.B.S.); EN EXTERIORES, DURANTE LA 1ª. Y 2ª. SEMANA. (CAP.5.1.1.2.)**

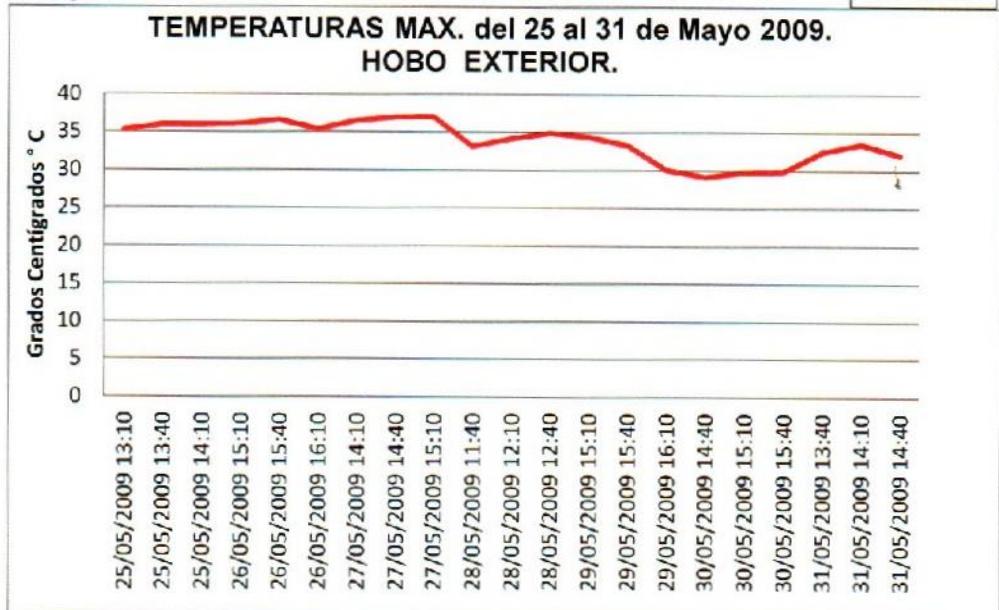
Según registros del **Hobo 3**, en **Exteriores**, se reportaron las siguientes **Temperaturas**, durante la **1ª. Semana** de mediciones:

Gráfica 21.



Según registros del **Hobo 3**, en **Exteriores**, se reportaron las siguientes **Temperaturas**, durante la **2ª. Semana** de mediciones:

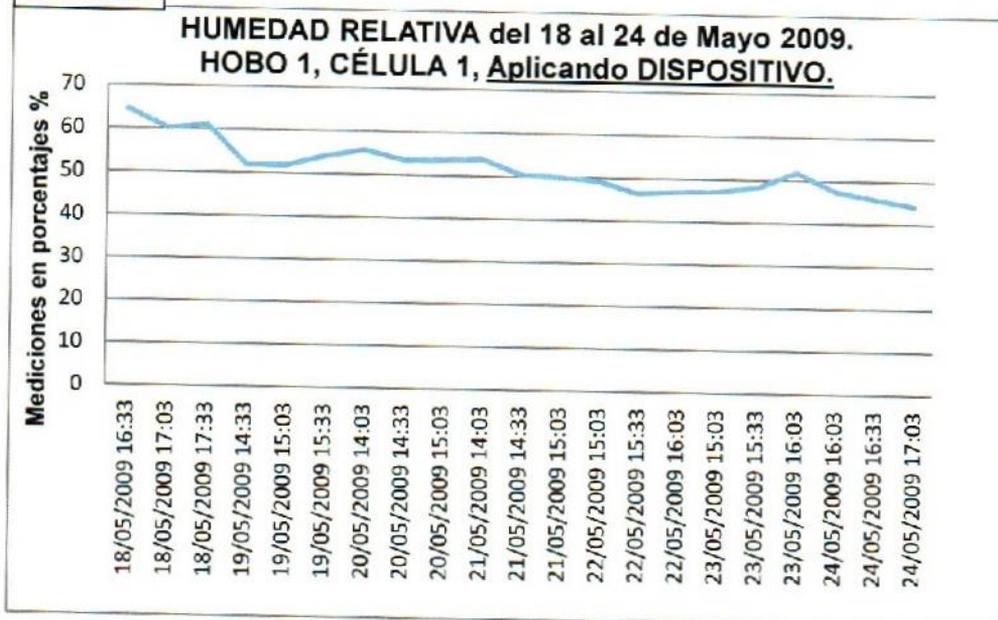
Gráfica 22.



▪ **HUMEDAD RELATIVA (H.R.); EN INTERIORES DURANTE LA 1ª. Y 2ª.SEMANA. (CAP.5.1.1.3.)**

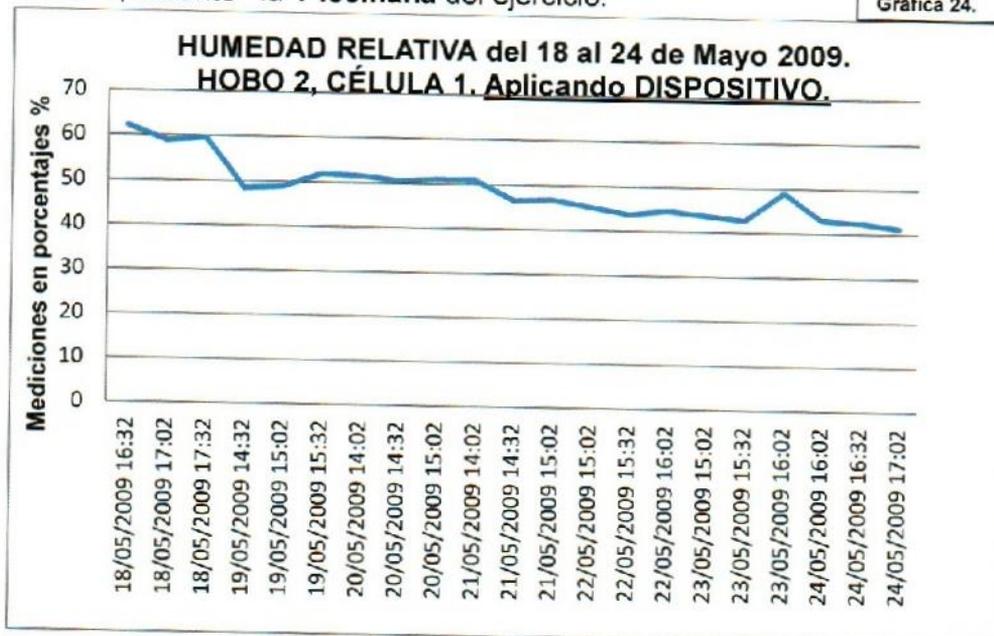
Según registros del **Hobo No.1, Célula N° 1**, ubicado a una distancia media del dispositivo, D.E.E.1-A. y D.E.E.1-B, se reportaron las siguientes mediciones de la **humedad relativa**, durante la **1ª.sem**ana del ejercicio:

Gráfica 23.



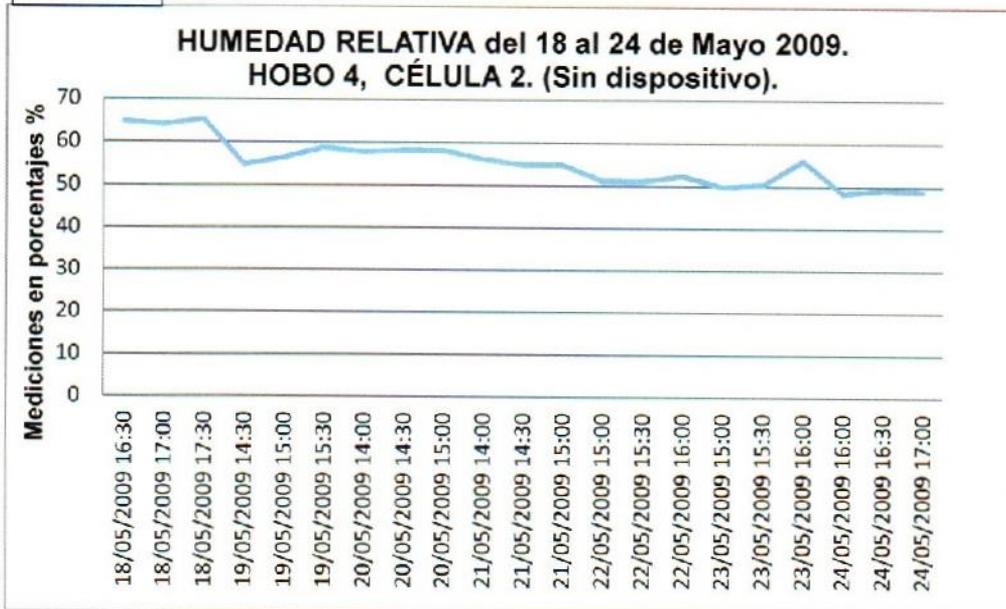
Según registros del **Hobo No.2, Célula N° 1**, ubicado a una distancia a  $\frac{1}{4}$  del dispositivo, se reportaron las siguientes mediciones de la **humedad relativa**, durante la **1ª.sem**ana del ejercicio:

Gráfica 24.



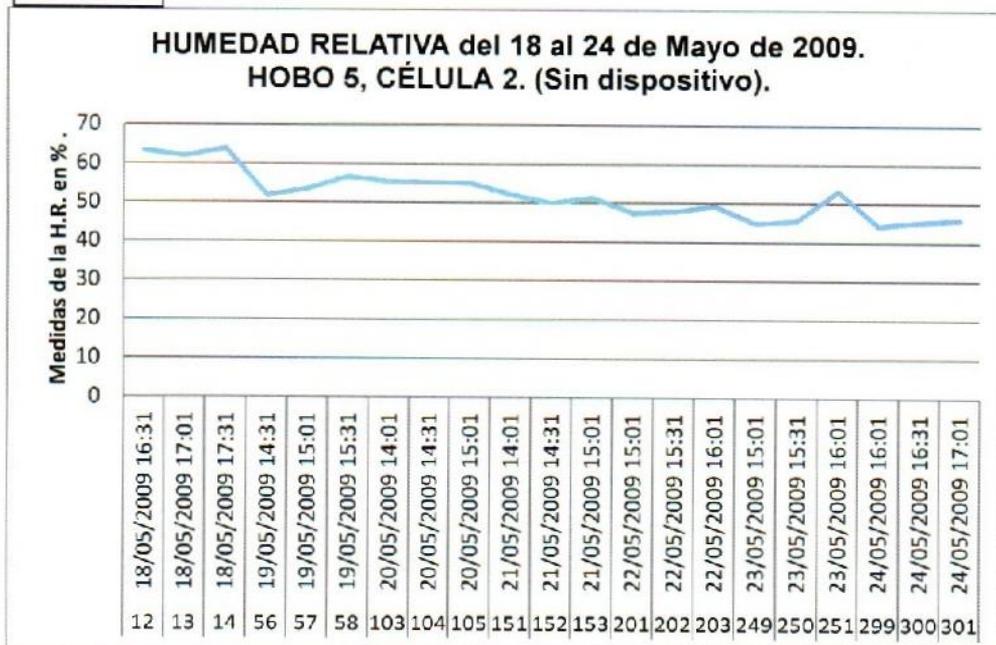
Según registros del **Hobo No.4, Célula N° 2**, ubicado a una distancia media de la ventana abierta y sin dispositivo, se reportaron las siguientes mediciones de la **humedad relativa**, durante la **1ª. semana** del ejercicio:

Gráfica 25.



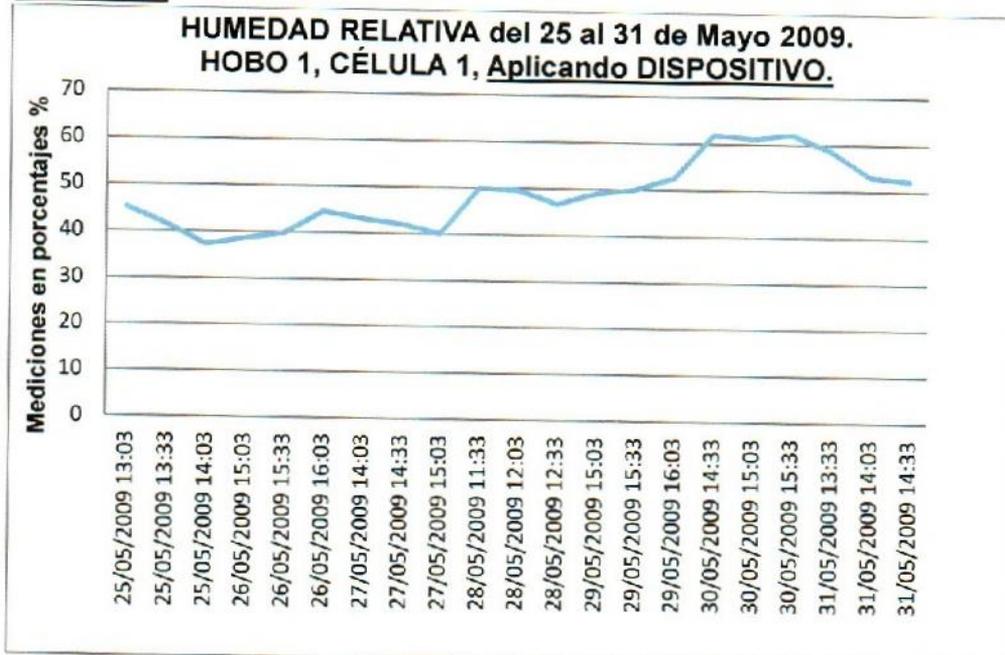
Según registros del **Hobo No.5, Célula N° 2**, ubicado a  $\frac{1}{4}$  de distancia de la ventana, se reportaron las siguientes mediciones de la **humedad relativa**, durante la **1ª. semana** del ejercicio:

Gráfica 26.



Según registros del **Hobo No.1, Célula N° 1**, ubicado a una distancia media del dispositivo, D.E.E.2-A y D.E.E.2-B, se reportaron las siguientes mediciones de la **humedad relativa**, durante la **2ª. semana**:

Gráfica 27.



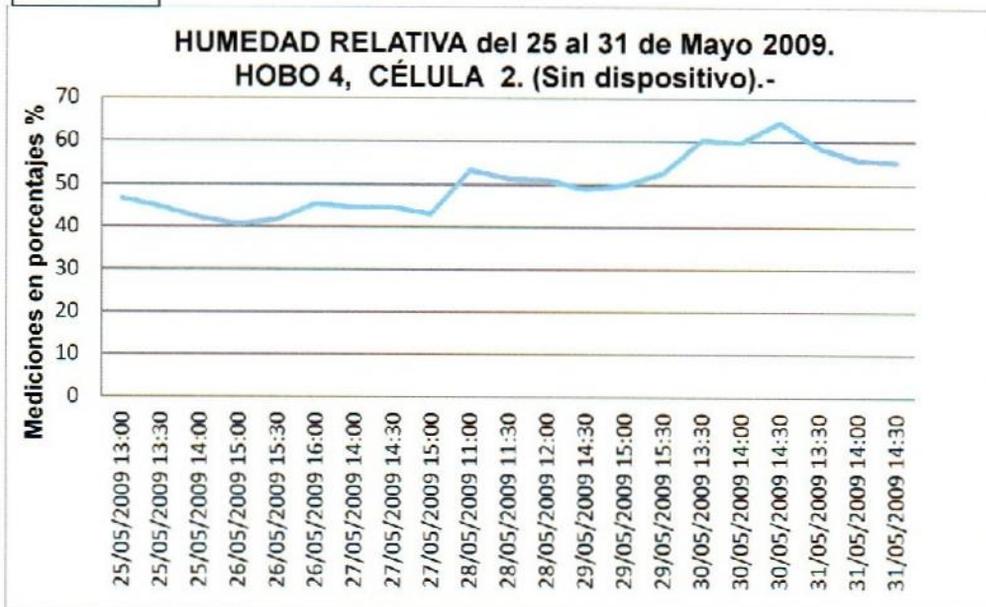
Según registros del **Hobo No.2, Célula N° 1**, ubicado a una distancia a  $\frac{1}{4}$  del dispositivo, se reportaron las siguientes mediciones de la **humedad relativa**, durante la **2ª. semana**:

Gráfica 28.



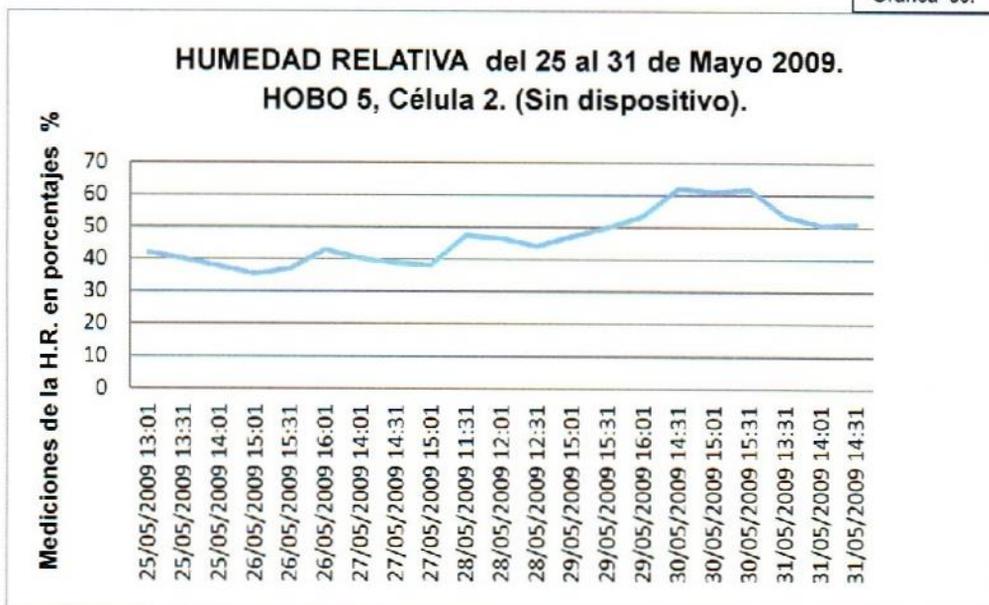
Según registros del **Hobo No.4, Célula N° 2**, ubicado a una distancia media de la ventana sin dispositivo, se reportaron las siguientes mediciones de la **humedad relativa**, durante la **2ª.semana** del ejercicio:

Gráfica 29.



Según registros del **Hobo No.5, Célula N°.2**, ubicado a  $\frac{1}{4}$  de distancia de la ventana, se reportaron las siguientes mediciones de la **humedad relativa**, durante la **2ª.semana** del ejercicio, con su respectiva tabla:

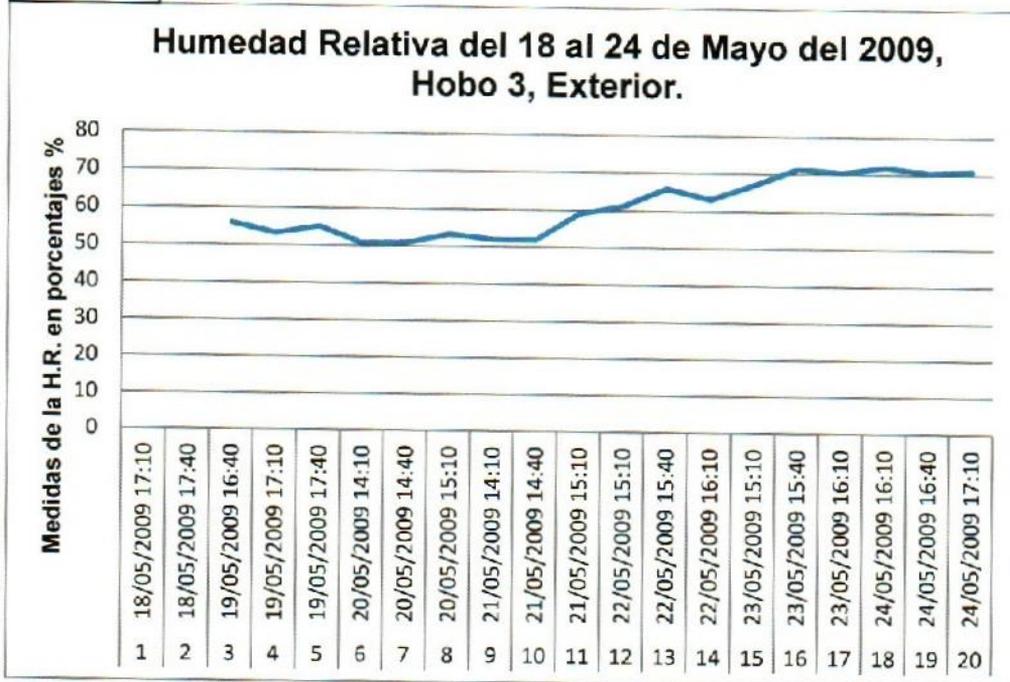
Gráfica 30.



▪ **HUMEDAD RELATIVA (H.R.); EN EXTERIORES DURANTE LA 1ª. Y 2ª. SEMANA. (CAP.5.1.1.4)**

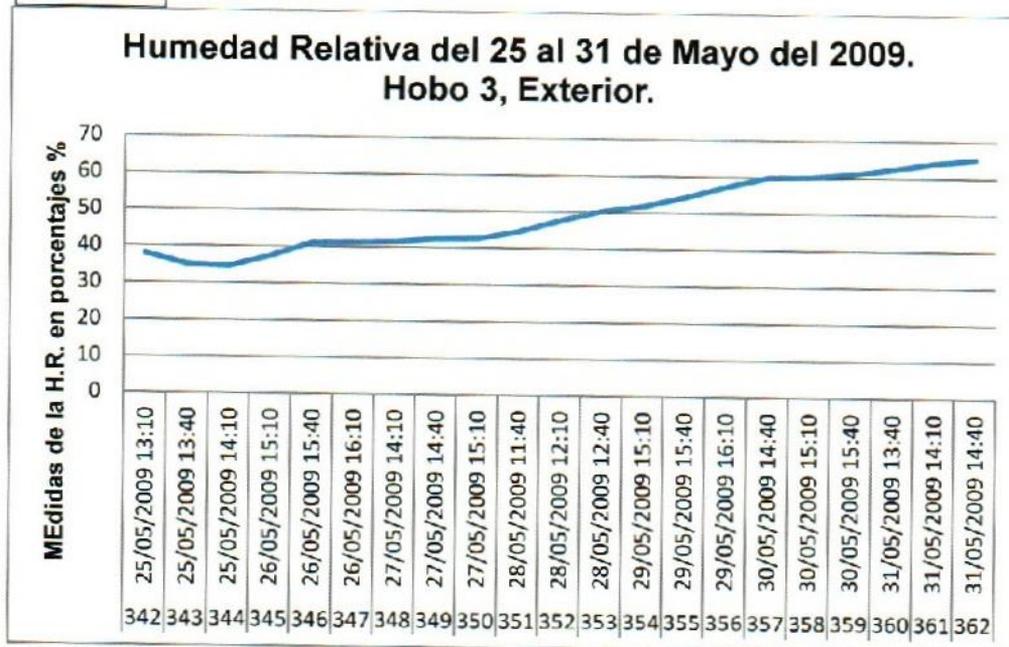
Según registros del **Hobo No.3, Exteriores**, se reportaron las siguientes mediciones de la **humedad relativa**, durante la **1ª.semana** del ejercicio:

Gráfica 31.



Según registros del **Hobo No.3, Exteriores**, se reportaron las siguientes mediciones de la **humedad relativa**, durante la **2ª.semana** del ejercicio:

Gráfica 32.

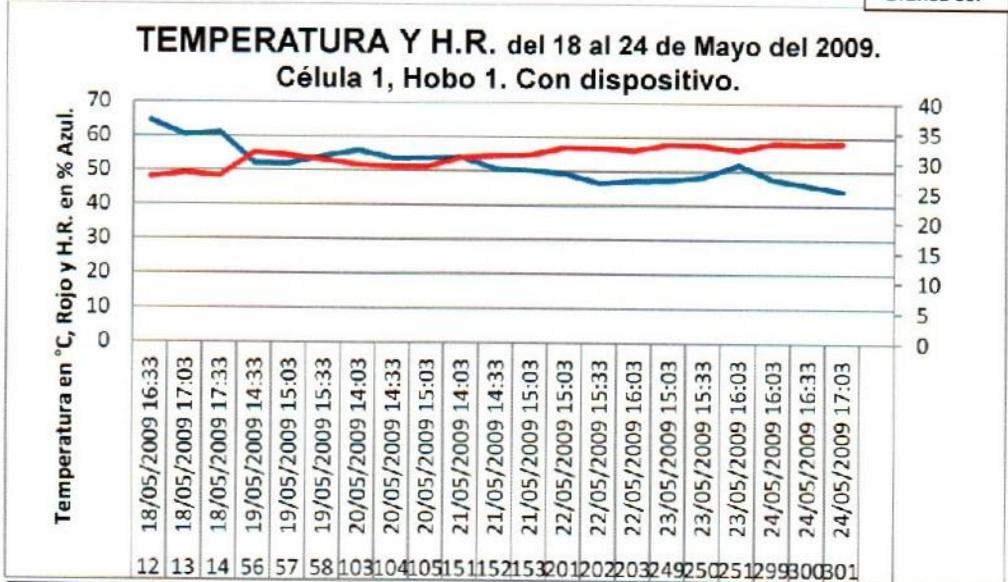


▪ **DATOS COMPARATIVOS ENTRE TEMPERATURA Y H.R. AMBOS PERÍODOS. (CAP. 5.2.1)**

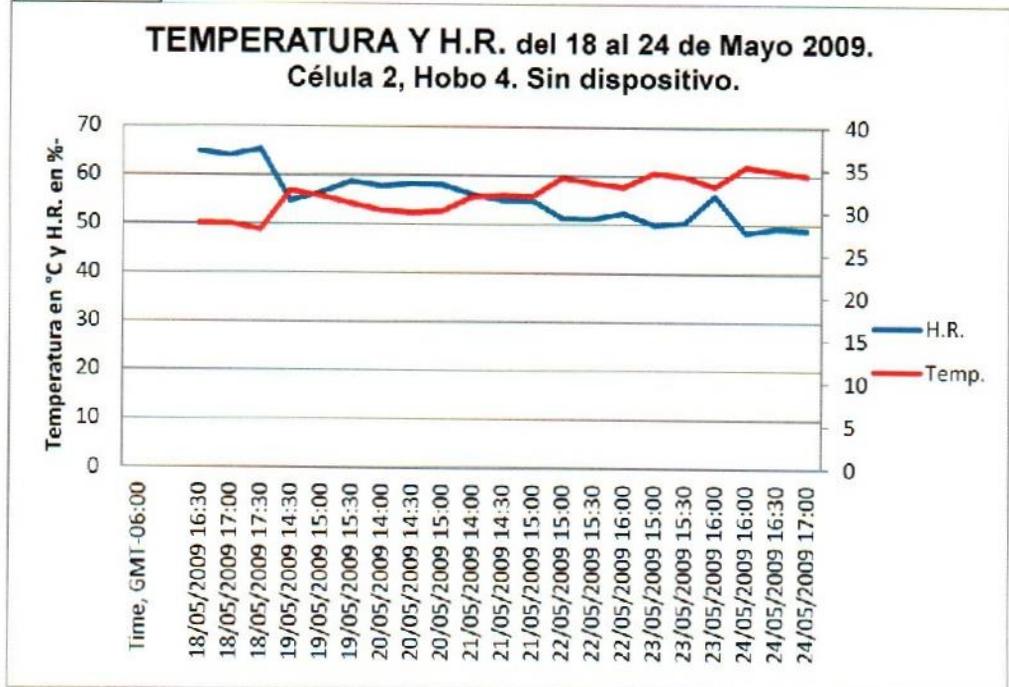
Las siguientes tablas contienen, la información concentrada, y a la vez conjunta de ambas variables del viento, necesarias en la ventilación pasiva por enfriamiento evaporativo, la Temperatura y la Humedad; a sí mismo, estos gráficos hacen posible visualizar, su desempeño en un "espacio interior", como "exterior", y de cómo abordar la confrontación con la teoría existente.

**REGISTROS DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD EN INTERIORES, 1ª. SEMANA DE MEDICIONES.**

Gráfica 33.

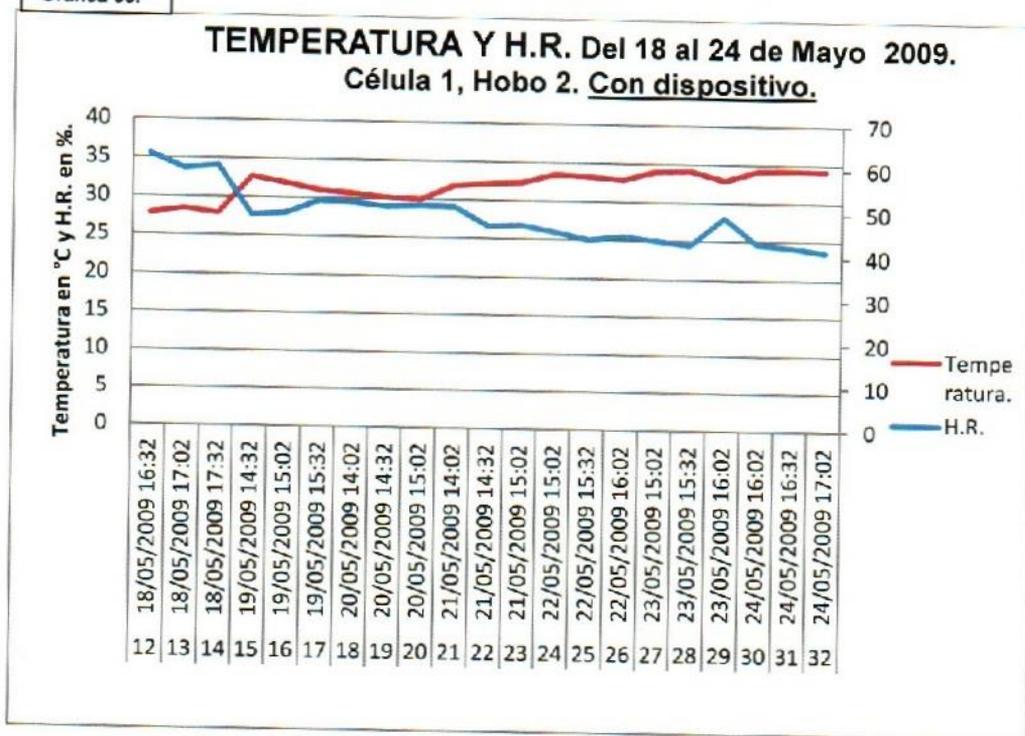


Gráfica 34.

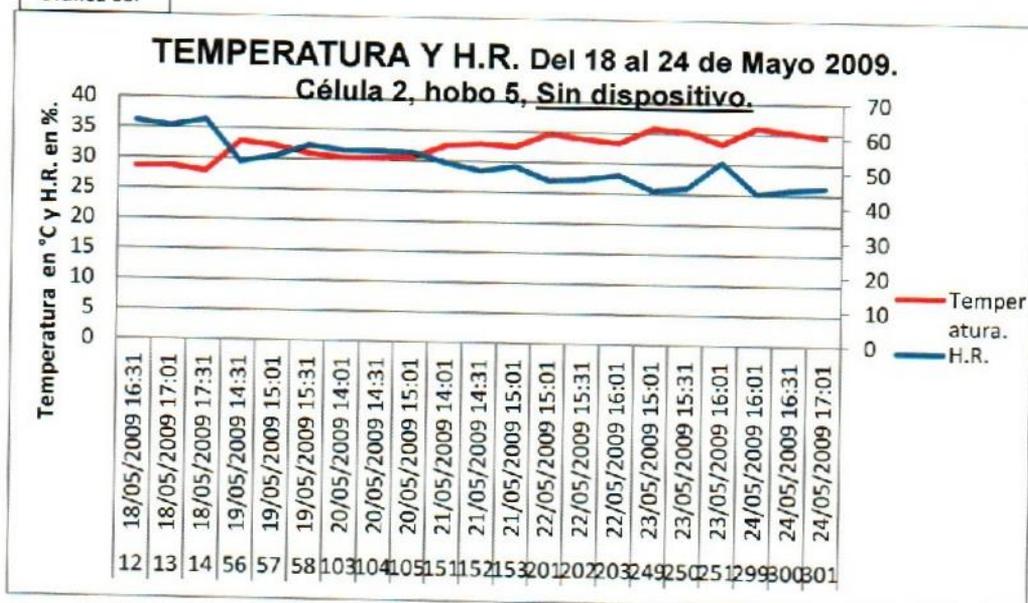


**REGISTROS DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD EN INTERIORES, 1ª SEMANA DE MEDICIONES.**

Gráfica 35.

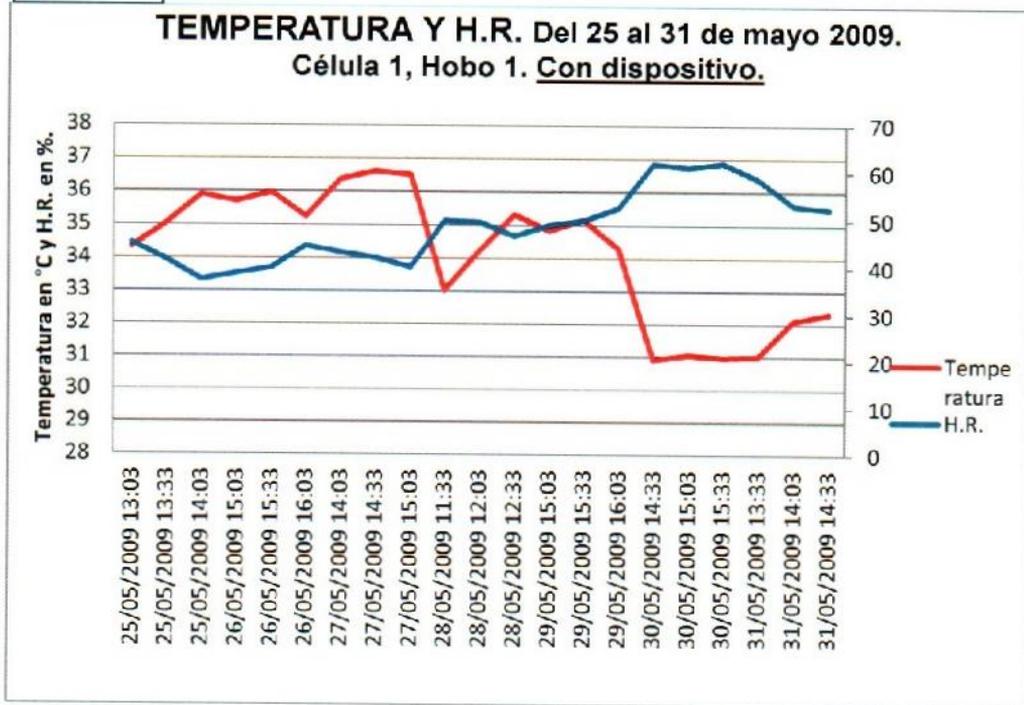


Gráfica 36.

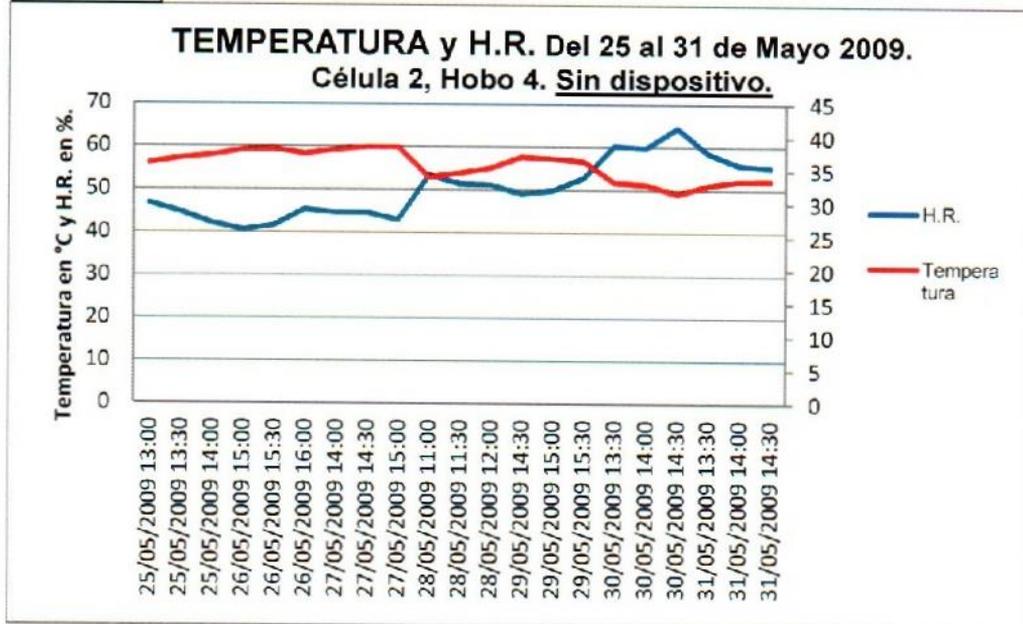


**REGISTROS DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD EN INTERIORES,  
2ª. SEMANA DE MEDICIONES.**

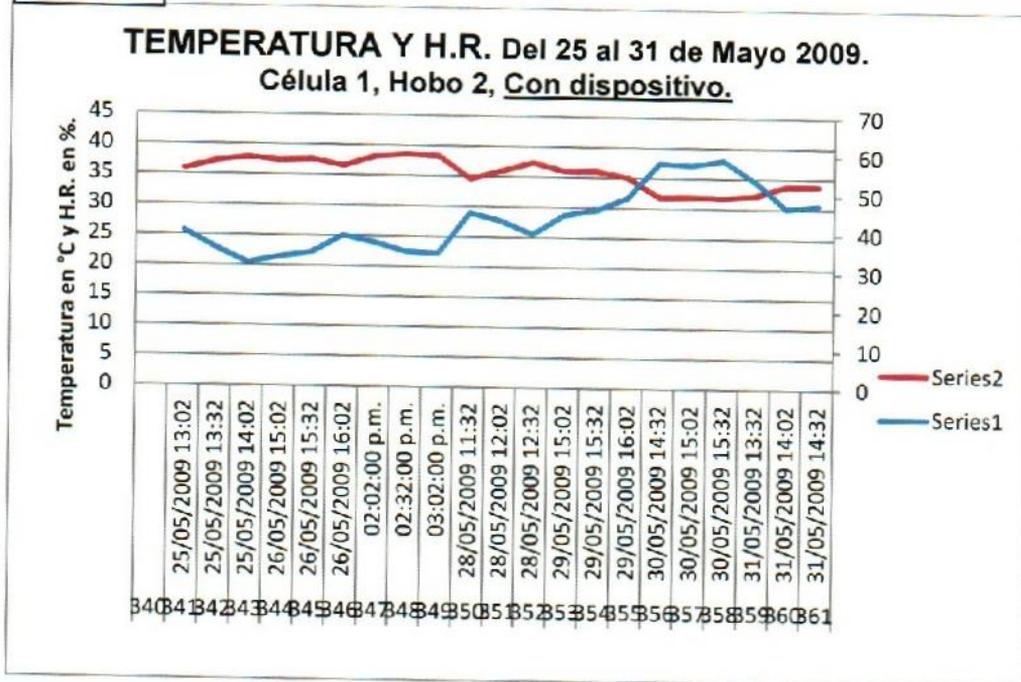
Gráfica 37.



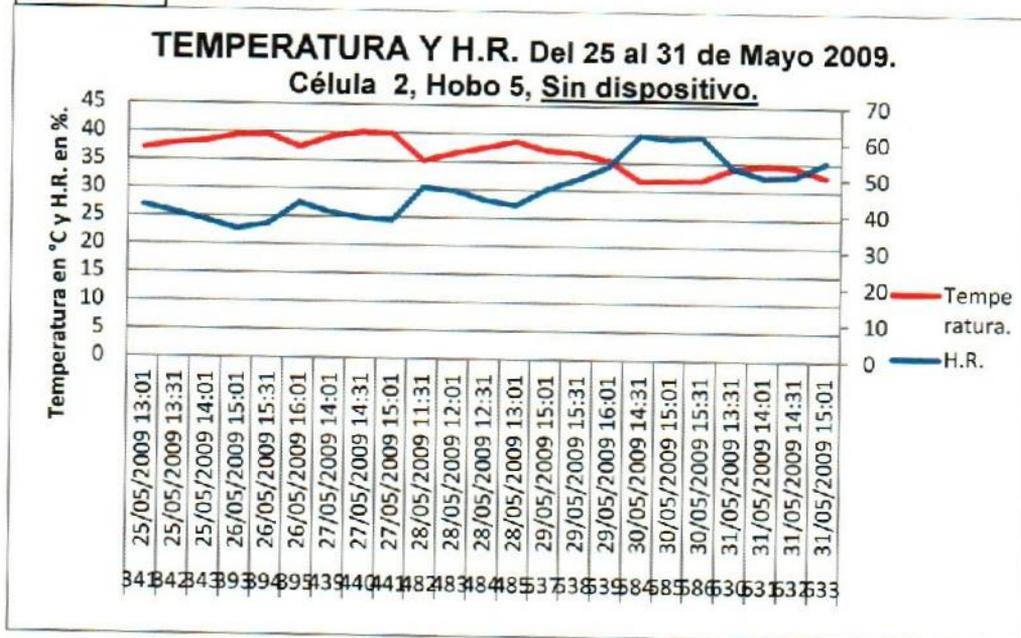
Gráfica 38.



Gráfica 39.

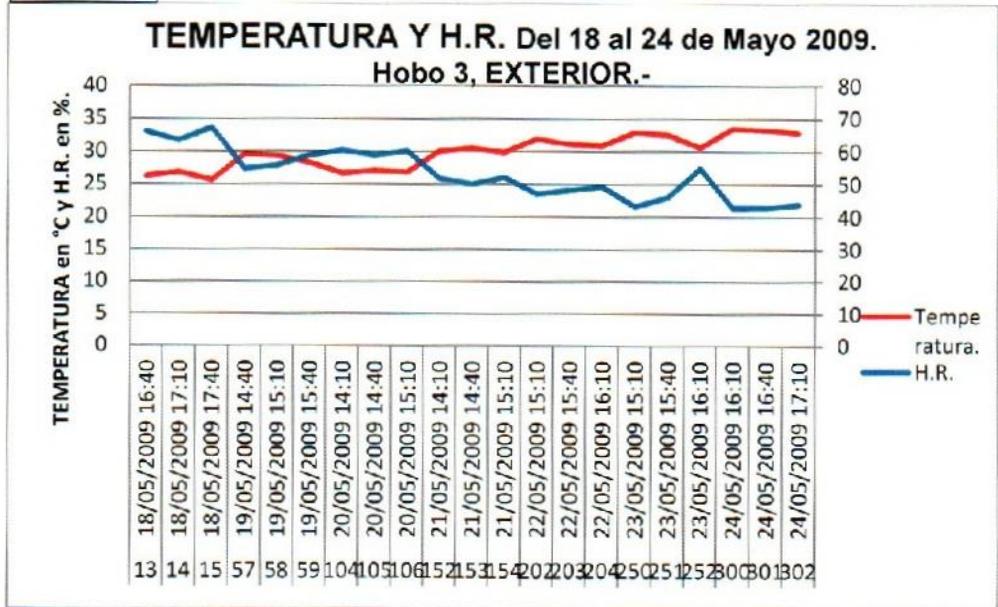


Gráfica 40.

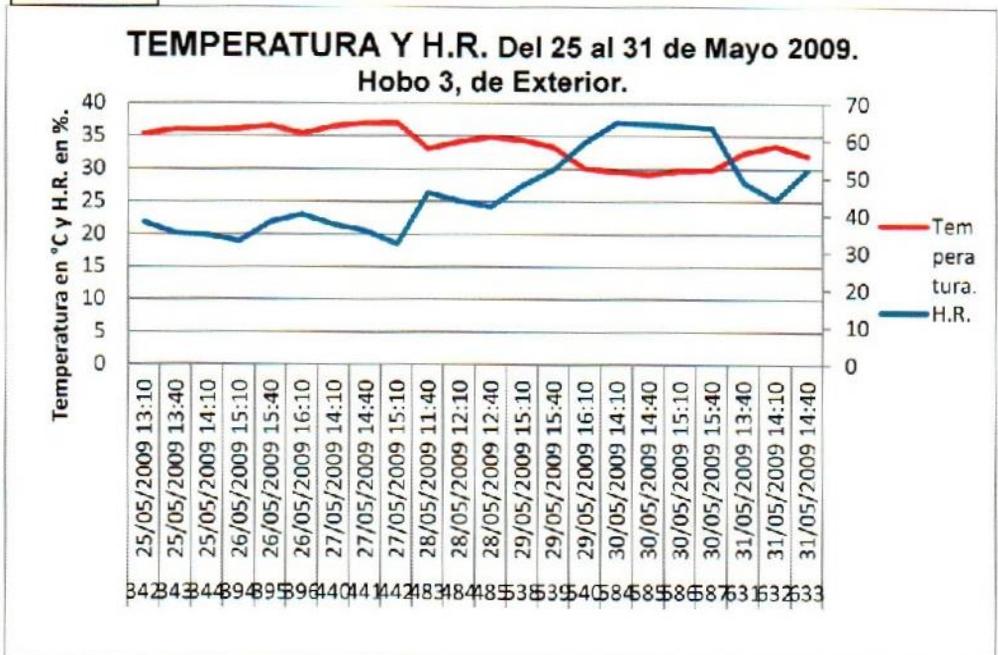


**REGISTROS DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD EN EXTERIORES. 1ª. Y 2ª. SEMANA DE MEDICIONES.**

Gráfica 41.



Gráfica 42.



## **B).- CARTOGRAFÍA:**

---

- Cartografía de INEGI 2004, "*Carta de efectos climáticos regionales Mayo-Octubre, 1: 250 000*".
- Cartografía de INEGI 2004, "*Carta de efectos climáticos regionales Noviembre-Abril, 1: 250 000*".
- Información de la carta de efectos climáticos regionales.





## **INFORMACIÓN DE LA CARTA DE EFECTOS CLIMÁTICOS REGIONALES.**

La carta de Efectos Climáticos Regionales escala a 1:250'000, en sus presentaciones, una para cubrir las condiciones climáticas del periodo mayo-octubre y la otra sobre las condiciones climáticas del periodo noviembre-abril, está diseñada para proporcionar información sobre los elementos más importantes que configuran el clima de una región. A su vez los elementos climáticos seleccionados para su representación son aquellos cuya consulta se considera indispensable para forjarse un criterio acerca de los favorable o no de un área para la realización de actividades agropecuarias, principalmente.

La información que contiene la carta; precipitación total, número de días con lluvia, isotermas de temperaturas máximas y mínimas, presencia de heladas y vientos dominantes, para cada periodo señalado, puede usarse junto con otras cartas que muestren características del suelo ( como por ejemplo Las Cartas Edafológicas, de Uso potencial, del Suelo, de Humedad en el Suelo, y otras de la Dirección General de Geografía) para la selección de áreas óptimas, aprovechables y marginales, en las que puedas prosperar determinados cultivos.

A continuación se explica la información contenida en las Cartas de Efectos Climáticos Regionales, y se proporcionan elementos para su interpretación y aplicaciones de su contenido.

### **PRECIPITACION TOTAL.**

La cantidad de precipitación que reciben los terrenos se consideran critica para la realización de la agricultura temporal, de allí la importancia de la consideración de este factor, las necesidades de precipitación frecuentemente se especifican en la literatura especializada como necesidades de agua durante la época de crecimiento de los cultivos. En este sentido la presentación semestral de datos de lluvia en las cartas facilita la comparación entre las necesidades de cada cultivo y la realidad.

Aunque cada cultivo tiene demandas de agua diferentes, por lo que no puede establecerse un límite de precipitación insuficiente, suficiente, o inclusive excesivo, la informaciones de la cantidad de lluvia promedio que recibe una región es útil para considerar un principio la disponibilidad de este recurso. En forma general, para los climas de nuestro país, cantidades de

precipitación menores de 400-500 mm en el ciclo de desarrollo de los cultivos, suelen ser negativas para los mismos, y mayores de 1000-1200 mm pueden ser excesivas en algunos casos. Deben tenerse presentes factores como la textura del suelo, la temperatura del suelo, la temperatura de la región y las tasas de pérdidas de agua por evapotranspiración, además de las necesidades propias de cada cultivo, para juzgar lo adecuado o lo inadecuado del régimen pluvial.

#### **DIAS CON LLUVIA.**

No solo interesa conocer la cantidad de lluvias que recibe una región sino también como se distribuyen en tiempo. La información de número de días con lluvia es útil al respecto. Los 5 rangos que se presentan en la carta van desde una distribución pobre, aun que no "inadecuada" Necesariamente, ya que la no presencia de lluvias puede ser lo "adecuado" para cierto tipo de actividades humanas, hasta una presencia de lluvias durante más de 120 días, se considera día con lluvia aquel que recibe cuando menos 0.1 mm de precipitación; cantidades menores de lluvia son consideradas inapreciables.

#### **TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS PROMEDIO.**

La temperatura del aire es uno de los factores ambientales más estudiados por su influencia de las plantas, y la mayor parte de las monografías agrícolas informan sobre límites óptimos para el desarrollo de determinados grupos de cultivos. La temperatura afecta casi todos los procesos bioquímicos de las plantas. La mayoría de las plantas de cultivos se desarrollan mejor en un régimen alternante de altas temperaturas en el día y bajas en la noche, las cuales son equivalentes a los conceptos de temperaturas máximas y mínimas. En las Cartas de Efectos Climáticos las temperaturas máximas y mínimas que se proporcionan son un promedio de los meses mayo-junio y noviembre-enero, con lo cual se cubren los periodos iniciales, más cálidos y más fríos de las épocas de siembra más comunes en el país. La información de las Cartas puede interpretarse con la ayuda del siguiente cuadro.

Tabla.35 .

TABLA DE DATOS CLIMÁTICOS POR AÑO.		
Grupo de cultivo Anuales.	Temperaturas Óptimas	
CLIMAS	DIA	NOCHE
Fríos.	21°C – 27°C	9°C – 15°C
Templados y Semicálidos.	27°C – 30°C	15°C – 18°C

Si en el mapa una zona muestra entre 30 y 33 de temperatura máxima y más de 21 de temperatura mínima, esto puede interpretarse en el sentido de que su temperatura máxima, o de día, es adecuada para el desarrollo de cultivos cálidos, aun que sus temperaturas nocturnas son ligeramente mas altas que el optimo deseado.

## **HELADAS.**

Es otro factor profusamente analizado en los estudios de cultivos, y se tienen clasificados grupos de plantas con alta resistencia a heladas, mediante resistentes, poco resistentes y no resistentes en absoluto; entre el primer grupo figuran trigo, avena, cebada, etc., al último grupo pertenecen entre otras melón, arroz, cacahuate, algodón, tabaco y jitomate.

En las Cartas, de 1 a 8 días con heladas en promedio se considera una incidencia de heladas de escasa a moderada. Más de 9 días con heladas se consideran frecuentes y un obstáculo grave para el desarrollo de actividades agrícolas. Este dato junto con el de temperaturas mínimas debe interpretarse en el sentido de que a temperaturas mínimas mas bajas las heladas son mas intensas y frecuentes.

## **VIENTOS DOMINANTES.**

La información sobre vientos dominantes superficiales se proporciona en las Cartas por medio de rosas de viento para cada estación meteorológica y con flechas que indican el flujo dominante del viento en una región. No se incluye el dato por la forma en que es observado, como apreciación subjetiva, no es confiable. Este dato se proporciona únicamente para los observatorios que poseen instrumental para realizar mediciones precisas. Se incluyen los datos de velocidad del viento dominante y de los vientos medios máximos y mínimos absolutos. Estos datos son de interés para conocer cuál es la dinámica de las capas atmosféricas más bajas.

## **OTROS FACTORES.**

La altitud, un factor de importancia climática, tiene también su expresión en la Carta, mediante las curvas de nivel. Muchos cultivos tienen exigencias de altitud como por ejemplo el café, que prospera de 800 a 1200 m, el té de 500 a 1500m, el coco de 0 a 600 m, cítricos de 300 a 1200 m. papaya de 0 a 600 m, etc., y aun que condiciones de temperatura, suelos, precipitación, pueden cambiar dichos limites.

Por último, aunque las Cartas de Efectos Climáticos Regionales proporcionen información sobre varios de los más importantes factores climáticos, no todos tienen su expresión en dicha Carta. En el análisis climatológico que se realice debe tenerse presente la necesidad de consultar cierta información adicional y también considerar que en muchos casos un

factor de gran importancia climática puede ser reemplazado por otro factor. Por ejemplo: el suelo puede compensar el clima, niebla y rocío puede compensar la precipitación; la textura del suelo puede compensar la humedad del mismo; el ángulo de la pendiente y su dirección puede substituir requisitos de temperatura e insolación, etc. Todo ello nos habla acerca de la necesidad de realizar una labor amplia de interpretación y acopio de datos no solo climáticos sino geográficos en general.



## BIBLIOGRAFÍA.

- **Auliciems, Andris y Szokolay, Steven** (1982): *Energía solar y edificación*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona.
- **Brown, G. Z.** (1994): *Sol, luz y viento: Estrategias para el diseño arquitectónico*. Editorial Trillas, México.
- **Calatayud Tortosa, Fernando** (2002): *Las abejas de miel y los humanos una larga coexistencia incierta*. Instituto Valencia e investigaciones agrarias, Valencia.
- **Caldera Muñoz, Enrique** (2005): *La Innovación Tecnológica. La energía del viento y sus posibilidades en México*. Asociación Nacional de Energía Solar, A.C. La revista Solar No.56. México.
- **Castañeda Nolasco, Gabriel y Vecchia, Francisco** (2007): "Sistema de techo alternativo para vivienda progresiva en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas". Artículo de Investigación para el programa CYTED, México.
- **Colección Antologías; Facultad de arquitectura; UNACH; México** (2007-2008): Maestría en "Arquitectura y Urbanismo, Línea Sustentable". Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- **De la Cruz Vázquez, Sergio** (2011): "Entrevista personal". Arquitecto Investigador de la cultura Zoque de Tuxtla Gutiérrez, Miembro de la Asociación de Cronistas del Estado de Chiapas A. C.
- **De Solá Morales, Ignasi y Oliveras, Jordi** (2005): *Introducción a la arquitectura: Conceptos fundamentales*. Editorial Alfa Omega, Barcelona, España.
- ----- (2000): *Diccionario Enciclopédico Espasa 2000*. España, Espasa Calpe.
- **Ducci, Marielena** (2004): *Introducción al urbanismo: Conceptos básicos*. Editorial Trillas, México.
- **Fuentes Freixanet, Víctor Armando y Rodríguez Viqueira, Manuel** (2004): *Ventilación natural, Cálculos básicos para arquitectura*. UAM - Azcapotzalco, México, D.F.
- **Fuentes Freixanet, Víctor** (2002): "Metodología de diseño bioclimático: Estrategias de diseño bioclimático". Tesis Maestrante, UAM- Azcapotzalco, México D.F.

- **García Chávez, José Roberto y Fuentes Freixanet, Víctor** (2005): *Viento y Arquitectura: El viento como factor de diseño arquitectónico*. Editorial Trillas, México, D.F.
- ----- (2004): *Gran Diccionario Enciclopédico Visual (12 Tomos)*. Editorial Océano, Barcelona, España.
- **Guyton, Arthur** (1977): *Tratado de Fisiología Médica*. Ed. Interamericana, 5ª. Edición. Traducida al Español. México. Pp.1159.
- **Guerra Macho, José, Álvarez Domínguez, Servando, Molina Félix, José y Velázquez Vila Ramón** (1994): *"Guía básica para el acondicionamiento climático de espacios abiertos"*. Departamento de Ingeniería Energética y Mecánica de Fluidos, Universidad de Sevilla, España.
- **Givoni Baruch, A.** (1969): *Hombre, Clima y Arquitectura*. Editorial Elsevier, París, Francia.
- **Givoni Baruch, A.** (1991): *"Performance an applicability of pasive and Low Energy Cooling Systems"*.
- **Givoni Baruch, A.** (2003): *"Climatic Effect of Building Design, Passive Cooling and Landscaping. Summary of personal Experience"*.
- **González, Eduardo** (1997): *"Estudios sobre el enfriamiento pasivo de edificios: Proyectos en desarrollo en el IFAD-LUZ"*. Instituto de investigación de la Facultad de arquitectura y diseño, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.
- **González, Eduardo** (1997): *"Estudio de materiales y técnicas de enfriamiento pasivo para la concepción de la arquitectura bioclimática en climas cálidos y húmedos"* Tesis Doctoral: Escuela de Energías de Mines, París, Francia.
- ----- (2009): *La nueva biblia de Jerusalén*, N.T. Hb.1, 7. Bilbao, Editorial: Dessclé Brouwer.
- **Lecorbusier** (1923): *"Hacia una nueva arquitectura"*, París, Francia.
- **Lynch, Kevin** (1985): *La buena forma de la ciudad*. Barcelona. [Traducción del inglés] E.Mira. Título Original "A theory of good city form". Cambridge: The MIT press, (1981).
- **Moholy Nagy, Lászlo** (1963): *La nueva visión y reseña de un artista*. Ed. Infinito, Buenos Aires. 2ª. [Traducida del alemán] Título en Alemán: "Von Material Zu Architektur" 1ª. Ed. 1929.

- **Morales Ramírez, José Diego** (2002): *Análisis de los Requerimientos de Enfriamiento en la Vivienda*. Facultad de Arquitectura de la UNAM, México.
- **Morillón Gálvez, David** (2002): *Introducción a los Sistemas Pasivos de Enfriamiento*. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.
- **Morillón Gálvez, David** (2003): *Comportamiento bioclimático en la arquitectura*. Instituto de Ingeniería de la UNAM, México, D.F.
- **Morillón Gálvez, David** (2004): *Atlas del bioclima de México*. Serie de investigación del Instituto de Ingeniería de la UNAM, México, D.F.
- **Norberg-Schulz, Chistian** (1975): *Nuevos caminos de la arquitectura. Existencia, espacio y arquitectura*. Editorial Blume, Barcelona, España.
- **Olgay, Víctor** (2002): *Arquitectura y clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España.
- **Palladio, Andrea** (1570): *Los cuatro libros de la arquitectura*. 2º. Libro. Editorial Princeps por Franceschi, Venecia, Italia.
- **Philippe, M.D.** (1969): *L'Activité Artistique: Philosophie du Ferie*. Ediciones Beauchesne, Paris.
- **Rodríguez León, Félix, Ruíz Pascasio, Gustavo, López Espinoza, Omar y Zea Chávez, Omar** (2007): *Los Zoques de Tuxtla: Como son muchos dichos, muchas palabras, muchas memorias*. Colección hechos en palabras, CONECULTA, Chiapas.
- **Rodríguez Viqueira, Manuel** (2004): *Introducción a la arquitectura bioclimática*. Editorial Limusa, México.
- **Sánchez Suárez, Aurelio** (2001): *La arquitectura Vernácula en el Camino Real del norte de Campeche. Anuario de Estudios de Arquitectura, Historia, Crítica y Conservación 2001*. Ediciones Gernika, UAM-Azcapotzalco, México.
- **Sánchez Suárez, Aurelio** (2006): *La casa maya contemporánea. Usos, costumbres y configuración espacial*. Península, revista semestral, UACSHUM, coordinación de humanidades, UNAM, Volumen 1, Núm.2.
- **Senosiain Aguilar, Javier** (1998): *Bioarquitectura: En busca de un espacio para vivir*. Editorial Limusa, México.

- **Szokolay, Steven y Auliciems, A.** (1997): *“Thermal confort”*, PLEA NOTES 3.
- **Szokolay Steven, Krishan Arvind, Baker Nick y Simos Yanna** (1999): *Climate Responsive Architecture: Design Hanbook for Energy Efficient Buildings*. Editorial McGraw Hill.
- **Stroeter, João Rodolfo** (2004): *Arquitectura y forma*. Editorial Trillas. México, D. F.
- **Vecchia, Francisco:** *Clima y confort humano: Criterios para la caracterización del régimen climático*. Escuela de Ingeniería de San Carlos, Universidad de San Pablo, Brasil.

#### **ANEXOS B:**

- **Cartografía de INEGI 2004,** *“Carta de efectos climáticos regionales Mayo-Octubre, 1: 250 000”*, Dirección General de Geografía, Edo. de Chiapas.
- **Cartografía de INEGI 2004,** *“Carta de efectos climáticos regionales Noviembre-Abril, 1: 250 000”*, Dirección General de Geografía, Edo. de Chiapas.
- **Información** de la carta de efectos climáticos regionales.

## INDICE DE FOTOS, FIGURAS, TABLAS, GRÁFICAS, DIAGRAMAS.

### INDICE DE FOTOS.

Todas las fotos son propiedad de la autora, excepto las fotos núm.: 1, 12, 13, 27, 28, 30, 59, 60, 61, 62, 63, 77, 83, 84, 84 y 91.

Foto 1	Toma satelital de la mancha urbana de Tuxtla Gutiérrez. (Imagen obtenida en línea; <a href="http://www.googlemaps.com">http://www.googlemaps.com</a> ).	Pág. 53
Foto 2	"Vientos del Valle", desarrollados durante el día.	Pág. 55
Foto 3	"Vientos del Valle", desarrollados durante la noche.	Pág. 55
Foto 4	De la entrada por autopista-poniente.	Pág. 57
Foto 5	De la entrada por autopista-poniente.	Pág. 57
Foto 6	Ejemplo gráfico de cómo sería la acción de los "Vientos de Ladera", en su patrón diurno.	Pág. 57
Foto 7	Ejemplo gráfico de cómo sería la acción de los "Vientos de Ladera", en su patrón diurno.	Pág. 57
Foto 8	Panorámicas del lado Sur-Poniente de la ciudad	Pág. 60
Foto 9	Panorámicas del lado Sur-Poniente de la ciudad	Pág. 60
Foto 10	Panorámicas del lado Sur-Poniente de la ciudad	Pág. 60
Foto 11	Panorámicas del lado Sur-Poniente de la ciudad	Pág. 60
Foto 12	Aérea de la ciudad indicando el diseño de la rosa de los vientos entre los meses de Mayo a Octubre. (Imagen obtenida en línea; <a href="http://www.googlemaps.com">http://www.googlemaps.com</a> ).	Pág. 62
Foto 13	Aérea de la ciudad indicando el diseño de la rosa de los vientos entre los meses de Noviembre a Abril. (Ídem).	Pág. 62
Foto 14	Panorámica de la ciudad, hacia el lado Noroeste, de donde provienen los vientos dominantes.	Pág. 63
Foto 15	Estación Meteorológica "COCOVI- UNACH".	Pág. 71
Foto 16	Estación meteorológica "Terán-Aeropuerto".	Pág. 72
Foto 17	Estación meteorológica "Terán-Aeropuerto".	Pág. 72
Foto 18	Observatorio meteorológico "Los laguitos".	Pág. 72
Foto 19	Observatorio meteorológico "Los laguitos".	Pág. 72
Foto 20	Observatorio meteorológico "Los laguitos".	Pág. 72

Foto 21	Diferentes tipologías de construcción adaptadas a su entorno.	Pág. 77
Foto 22	Diferentes tipos de construcción adaptadas a su entorno.	Pág. 77
Foto 23	Ejemplos de diferentes tipos de construcción adaptadas a su entorno.	Pág. 77
Foto 24	Ejemplos de diferentes tipos de construcción adaptadas a su entorno.	Pág. 77
Foto 25	Material empleado en las envolventes de las construcciones locales del siglo XVIII.	Pág. 78
Foto 26	Material empleado en las envolventes de las construcciones locales del siglo XVIII.	Pág. 78
Foto 27	Edificio tipo panal de abejas, Rojkind Michel (2009). (Cortesía; <a href="http://www.rojkindarquitectos.com.mx">http://www.rojkindarquitectos.com.mx</a> ).	Pág. 80
Foto 28	Edificio tipo panal de abejas, Rojkind Michel (2009). (Ídem).	Pág. 80
Foto 29	Museo, Regional de Antropología e Historia de Chiapas.	Pág. 80
Foto 30	Centro Nacional de las Artes, Legorreta Ricardo (1994). (cortesía; <a href="http://www.legorretalegorreta.com">http://www.legorretalegorreta.com</a> ).	Pág. 80
Foto 31	Diferentes envolventes de las actuales construcciones para vivienda.	Pág. 81
Foto 32	Diferentes envolventes de las actuales construcciones para vivienda.	Pág. 81
Foto 33	Ejemplo de las envolventes usadas en las antiguas construcciones	Pág. 81
Foto 34	Ejemplo de las envolventes usadas en las antiguas construcciones	Pág. 81
Foto 35	Diferentes detalles de la ventilación.	Pág. 86
Foto 36	Diferentes detalles de la ventilación.	Pág. 86
Foto 37	Granja Eólica "La Ventosa", ubicada en el poblado de La Ventosa, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.	Pág. 114
Foto 38	Granja Eólica "La Ventosa", ubicada en el poblado de La Ventosa, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.	Pág. 114
Foto 39	Granja Eólica "La Ventosa", ubicada en el poblado de La Ventosa, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.	Pág. 114
Foto 40	Granja Eólica "La Ventosa", ubicada en el poblado de La Ventosa, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.	Pág. 114
Foto 41	Granja Eólica "La Ventosa", ubicada en el poblado de La Ventosa, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.	Pág. 114
Foto 42	Granja Eólica "La Ventosa", ubicada en el poblado de La Ventosa, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.	Pág. 114
Foto 43	Casa ubicada en: "Barrio la pimienta" 9ª. Nte y 5ª. Ote.	Pág. 126

Foto 44	Diferentes tipos de cubiertas para la casa zoque.	Pág. 128
Foto 45	Diferentes tipos de cubiertas para la casa zoque.	Pág. 128
Foto 46	Diferentes tipos de cubiertas para la casa zoque.	Pág. 128
Foto 47	Pisos de ladrillo en la arquitectura vernácula de Tuxtla Gutiérrez.	Pág. 132
Foto 48	Pisos de ladrillo en la arquitectura vernácula de Tuxtla Gutiérrez.	Pág. 132
Foto 49	Piso de tierra en la casa actual zoque, sin pulir.	Pág. 133
Foto 50	Piso de tierra pulida presente en la casa zoque, foto obtenida en la zona periférica del poblado de Copoya.	Pág. 133
Foto 51	Casa estilo tradicional o Vernácula en Copoya.	Pág. 136
Foto 52	Casa estilo tradicional o Vernácula en Copoya.	Pág. 136
Foto 53	Casa estilo tradicional o Vernácula en Copoya.	Pág. 136
Foto 54	La "ventilación pasiva" por medio de celosías de tabique de barro o ladrillo.	Pág. 137
Foto 55	La "ventilación pasiva" por medio de celosías de tabique de barro o ladrillo.	Pág. 137
Foto 56	La "ventilación pasiva" por medio de celosías de tabique de barro o ladrillo	Pág. 137
Foto 57	Arquitectura Vernácula en el Soconusco	Pág. 138
Foto 58	Arquitectura Vernácula en el Soconusco	Pág. 138
Foto 59	Panales de abejas en donde se observa su forma hexagonal, aún en panales verticales. (Extraído del libro, "Las abejas de miel y los humanos...", Tortosa (2002).	Pág. 139
Foto 60	Panales de abejas en donde se observa su forma hexagonal, aún en panales verticales. (Ídem).	Pág. 139
Foto 61	Humidificador comercial.(Imagen obtenida en línea: <a href="http://www.es.unsbiz.com/companysite/findgoods.do">http://www.es.unsbiz.com/companysite/findgoods.do</a> )	Pág. 140
Foto 62	Calandrias o parrillas para automóvil. (Imagen obtenida en línea: <a href="http://www.seat">http://www.seat</a> ).	Pág. 140
Foto 63	Calandrias o parrillas para automóvil. (Ídem).	Pág. 140
Foto 64	Dispositivo en su cara frontal.	Pág. 142
Foto 65	Célula 1, cara exterior con dispositivo.	Pág. 143
Foto 66	Célula 2, cara exterior, sin dispositivo.	Pág. 143

Foto 67	Dispositivo en su cara interior, antes de ser colocado en la ventana de la Célula No.1.	Pág. 145
Foto 68	Experimento no.1.: D.E.E.1-A. cara interior, colocado en ventana. (1ª.Semana de Mediciones).	Pág. 146
Foto 69	Dispositivo mojado.	Pág. 146
Foto 70	Funcionamiento del nuevo aditamento o contenedor para agua.	Pág. 149
Foto 71	Funcionamiento del nuevo aditamento o contenedor para agua.	Pág. 149
Foto 72	Funcionamiento del nuevo aditamento o contenedor para agua.	Pág. 149
Foto 73	Experimento No. 2. D.E.E.2-A. cara interior, colocado en ventana (Sin ventilador, 2ª. Semana de mediciones).	Pág. 150
Foto 74	Experimento No. 2. D.E.E.2-B. cara exterior, colocado en ventana (con ventilador, 2ª. Semana de mediciones).	Pág. 151
Foto 75	Experimento No. 2.- D.E.E.2-B. cara interior, colocado en ventana (Con ventilador, 2ª. Semana de mediciones).	Pág. 151
Foto 76	Fase 2 del cuasi-experimento.	Pág. 152
Foto 77	Aparato electrónico utilizado por el COCOVI para medir las variables de temperatura y humedad.	Pág. 162
Foto 78	Colocación de los hobos dataloggers 12, con cuatro canales, núm. 1 y 2, correspondientes a la célula 1.	Pág. 166
Foto 79	Colocación y ubicación del hobo 3 para exteriores ubicado en el techo de las células.	Pág. 167
Foto 80	Colocación y ubicación del hobo 3 para exteriores ubicado en el techo de las células.	Pág. 167
Foto 81	Colocación y ubicación de los hobos 4 y 5, en célula número 2.	Pág. 169
Foto 82	Colocación y ubicación de los hobos 4 y 5, en célula número 2.	Pág. 169
Foto 83	Ubicación de la célula de evaluación en las instalaciones de la Facultad de Arquitectura de la UNACH. (Imagen obtenida en línea; <a href="http://www.googlemaps.com">http://www.googlemaps.com</a> )	Pág. 170
Foto 84	Ubicación de la célula de evaluación en las instalaciones de la Facultad de Arquitectura de la UNACH. (ídem).	Pág. 170
Foto 85	Célula de evaluación en las instalaciones de la Facultad de Arquitectura de la UNACH. (ídem).	Pág. 171

Foto 86	Célula de evaluación en las instalaciones de la Facultad de Arquitectura de la UNACH.	Pág. 171
Foto 87	Ubicación de la célula de evaluación en las instalaciones de la Facultad de Arquitectura de la UNACH.	Pág. 172
Foto 88	Fabricación de la célula.	Pág. 172
Foto 89	Células de evaluación y su ubicación con ventanas hacia fachada norte poniente.	Pág. 173
Foto 90	Células de evaluación y su ubicación con ventanas hacia fachada norte poniente.	Pág. 174
Foto 91	Ubicación del edificio 5 <sup>a</sup> . Oriente Sur No. 142-B, Col. Centro, de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. (Imagen obtenida en línea; <a href="http://www.googlemaps.com">http://www.googlemaps.com</a> ).	Pág. 199
Foto 92	Ubicación del edificio 5 <sup>a</sup> . Oriente Sur No. 142-B, Col. Centro, de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.	Pág. 200
Foto 93	Contextualización del edificio	Pág. 202
Foto 94	Contextualización del edificio	Pág. 202
Foto 95	Contextualización del edificio	Pág. 202
Foto 96	Confort: sinónimo de "Bienestar" (OMS, 1947).	Pág. 247

#### INDICE DE FIGURAS:

Todas las figuras son propiedad de la autora, excepto las núm.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 13, 18, 19, 20, 21 y 31.

Figura 1	Rosa de los vientos. (Cortesía " <i>Manual de meteorología</i> " del Instituto de Protección Civil del Gobierno del Estado.	Pág. 39
Figura 2	Rosa de los vientos del libro "The Seaman's Secrets" de John Davis (Londres, 1607). (Imagen obtenida en línea: <a href="http://www.diccionario-nautico.com.ar/img/rosa-de-los-vientos-1607.jpg">http://www.diccionario-nautico.com.ar/img/rosa-de-los-vientos-1607.jpg</a> ).	Pág. 40
Figura 3	Rosa de los vientos. (Cortesía " <i>Manual de meteorología</i> " del Instituto de Protección Civil del Gobierno del Estado.	Pág. 41
Figura 4	Figura de anemómetro de hélice de cazoleta. (Imagen obtenida en línea: <a href="http://www.ecured.cu/index.php/velocidad_del_viento">http://www.ecured.cu/index.php/velocidad_del_viento</a> )	Pág. 43

Figura 5	Anemómetro, electrónico. (Imagen obtenida en línea: <a href="http://www.directindustry.esprod7ahlborn/anemometros">http://www.directindustry.esprod7ahlborn/anemometros</a> )	Pág. 43
Figura 6	Anemómetro, de fabricación casera.(Imagen obtenida en: <a href="http://www.climasurgba.com.ar/sensor.php">http://www.climasurgba.com.ar/sensor.php</a> .)	Pág. 43
Figura 7	La ciudad.	Pág. 53
Figura 8	Patrón de circulación de vientos del valle	Pág. 54
Figura 9	Patrón de circulación de vientos del valle	Pág. 54
Figura 10	Patrón de circulación de vientos de ladera	Pág. 56
Figura 11	Patrón de circulación de vientos de ladera	Pág. 56
Figura 12	Localización Estaciones meteorológicas en Tuxtla Gutiérrez.	Pág. 59
Figura 13	Interrelación de dos factores: Fisiológicos y Culturales. (Imagen tomada de Olgyay 1998, pp.15).	Pág. 74
Figura 14	Calor: Pérdida y ganancia.	Pág. 83
Figura 15	Medio Fisiológico de ganancia y pérdida de calor.	Pág. 97
Figura 16	Torre de viento.	Pág.117
Figura 17	Chimenea de viento	Pág.117
Figura 18	Horconadura y cubierta vivienda zoque. (Tomada del libro: "Los Zoques de Tuxtla" CONECULTA, Chiapas.2007).	Pág.129
Figura 19	Encalado, embarro y entejado. Vivienda Zoque. (Ídem).	Pág.131
Figura 20	Croquis de la conformación espacial de la vivienda de <i>bajaré</i> . Unidad Básica. (Ídem).	Pág.135
Figura 21	Humidificadores. ( <a href="http://www.clima-industrial.es/Recambios-climatizacion/paneles-enfriadores-adiabaticos">http://www.clima-industrial.es/Recambios-climatizacion/paneles-enfriadores-adiabaticos</a> ).	Pág.140
Figura 22	Dispositivo de enfriamiento evaporativo	Pág.141
Figura 23	Experimento 1	Pág.144
Figura 24	Experimento 1 cara interior	Pág.147
Figura 25	Corte experimento 1	Pág.148

Figura 26	La Planta.	Pág.164
Figura 27	Célula 1 y 2, cortes X-X'.	Pág.165
Figura 28	Célula 1, corte Y-Y'.	Pág.165
Figura 29	Célula 2, corte X-X'.	Pág.168
Figura 30	Célula 2, corte Y1-Y1'.	Pág.168
Figura 31	República Mexicana.	Pág.199
Figura 32	Localización.	Pág.201
Figura 33	Planta arquitectónica baja.	Pág.205
Figura 34	Planta arquitectónica 1er. Nivel.	Pág.205
Figura 35	Planta arquitectónica azotea.	Pág.205
Figura 36	Planta arquitectónica tipo. AREAS.	Pág.206
Figura 37	Planta arquitectónica tipo. CIRCULACIÓN.	Pág.208
Figura 38	Fachada principal.	Pág.209
Figura 39	Planta arquitectónica tipo.Relaciones ESPACIALES.	Pág.210
Figura 40	Geometría básica.	Pág.211
Figura 41	Corte longitudinal. CARGAS.	Pág.213
Figura 42	Fachada principal.	Pág.216
Figura 43	Planta arquitectónica. VENTILACIÓN.	Pág.217
Figura 44	Corte longitudinal. VENTILACIÓN.	Pág.218
Figura 45	Ilustración representativa del confort y sus factores	Pág.242

#### **INDICE DE TABLAS.**

Todas las tablas son propiedad de la autora, excepto las núm.: 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 20, 21, 22, 23, 24, 27 y 29.

Tabla 1	Características generales y tipos de viento	Pág. 35
Tabla 2	Características y tipos de vientos	Pág. 36
Tabla 3	Características del viento	Pág. 37

Tabla 4	Direcciones o procedencias del viento. (Datos obtenidos del manual de meteorología del Sistema de protección Civil del Estado de Chiapas.	Pág. 39
Tabla 5	Tabla de direcciones de la rosa de los vientos. (Ídem).	Pág. 41
Tabla 6	Datos climatológicos. (C.N.A. 2008).	Pág. 50
Tabla 7	Estaciones meteorológicas por zonas en Tuxtla Gutiérrez	Pág. 58
Tabla 8	Datos climatológicos y de viento ("Obs. Los laguitos").	Pág. 64
Tabla 9	Temperatura, humedad y precipitaciones. (Ídem).	Pág. 65
Tabla 10	Viento del mes de Mayo 2009. (Ídem).	Pág. 66
Tabla 11	Datos climatológicos del viento del mes de Mayo 2009. ("Estación Terán- Aeropuerto").	Pág. 67
Tabla 12	Temperatura máxima y humedad relativa mensual. ("Estación COCOVI").	Pág. 68
Tabla 13	Temperaturas máximas mayo 2007. (Ídem).	Pág. 69
Tabla 14	Temperaturas máximas Mayo 2008. (Ídem).	Pág. 70
Tabla 15	Delegaciones y agencias aledañas pertenecientes a Tuxtla Gutiérrez.	Pág. 82
Tabla 16	Tipos de ventilación.	Pág. 87
Tabla 17	Tipos y métodos de ventilación.	Pág. 88
Tabla 18	Variables del viento de Mayo 2009.	Pág. 90
Tabla 19	"Variables de viento".	Pág. 97
Tabla 20	Metodología para el confort higrotérmico. (Morillón, 2004).	Pág. 98
Tabla 21	El climograma de B. Givoni. (Givoni, 1976).	Pág.100
Tabla 22	Temperaturas y humedades relativas. (Cálculo de medias horarias, Tejeda y Gómez).	Pág.101
Tabla 23	Calculo de temperaturas para Tuxtla Gutiérrez. (Ídem).	Pág 102
Tabla 24	Calculo de humedades para Tuxtla Gutiérrez. (Ídem).	Pág.104
Tabla 25	Clasificación de los sistemas pasivos.	Pág.110
Tabla 26	Tecnologías pasivas de viento.	Pág.112

Tabla 27	Normales climatológicas Tuxtla Gutiérrez. (Tabla obtenida de C.N.A.- S.M.N. 1981-2000).	Pág.159
Tabla 28	Tabla comparativa de mediciones temperatura y humedad.	Pág.180
Tabla 29	Método de análisis para la planeación Heliotérmica (Olgay, 2002).	Pág.215
Tabla 30	Consumo de luz de un paquete de A.A.	Pág.233
Tabla 31	Análisis de precio unitario de las variables a costo directo.	Pág.234
Tabla 32	Análisis de precio unitario de las variables a costo directo.	Pág.234
Tabla 33	Consumo proyección a un año	Pág.235
Tabla 34	Consumo proyección a un año	Pág.235

### INDICE DE GRAFICAS.

Todas las gráficas son propiedad de la autora excepto los números: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Grafica 1	Temperatura. (Datos del Observatorio de la C.N.A. "Los laguitos" 2008).	Pág. 65
Grafica 2	Precipitación. (Ídem).	Pág. 65
Grafica 3	Humedad relativa. (Ídem).	Pág. 65
Grafica 4	Temperaturas horarias. (Tejeda y Gómez).	Pág.103
Grafica 5	Humedades relativas horarias. (Ídem).	Pág.103
Grafica 6	Carta bioclimática. (Ídem).	Pág.105
Grafica 7	Normales climatológicas de Tuxtla Gutiérrez. (C.N.A.-S.M.N. 1981-2000).	Pág.157
Grafica 8	Temperatura máxima y humedad relativa Mayo 2008. (Datos "Estación COCOVI").	Pág.158
Grafica 9	Temperaturas y humedad mayo 2008. (Ídem).	Pág.160
Grafica 10	Día típico 24 de Mayo 2008, temperatura y humedad. (Ídem).	Pág.161
Grafica 11	Temperaturas de espacios Int. C1. H1. 1ª. Sem.	Pág.253
Grafica 12	Temperaturas de espacios Int. C1. H2. 1ª. Sem.	Pág.253
Grafica 13	Temperaturas de esp. Int. C1. H2. C.E.1ª. Sem.	Pág.254
Grafica 14	Temperaturas de espacios Int. C2. H4. 1ª. Sem.	Pág.254
Grafica 15	Temperaturas de espacios Int. C2. H5. 1ª. Sem.	Pág.255
Grafica 16	Temperaturas de espacios Int. C1. H1. 2ª. Sem.	Pág.255
Grafica 17	Temperaturas de esp. Int. C1. H.2. 2ª. Sem.	Pág.256
Grafica 18	Temperaturas de esp. Int. C1. H2. C.E. 2ª.Sem.	Pág.256

Grafica 19	Temperaturas de espacios Int. C2. H4. 2ª. Sem.	Pág.257
Grafica 20	Temperaturas de espacios Int. C2. H.5. 2ª. Sem.	Pág.257
Grafica 21	Temperaturas de espacios Ext. H3. 1ª. Sem.	Pág.258
Grafica 22	Temperaturas de espacios Ext. H3. 2ª. Sem.	Pág.258
Grafica 23	Humedad relativa en espacios int. C1. H1. 1ª.Sem.	Pág.259
Grafica 24	Humedad relativa en espacios int. C1. H2. 1ª.Sem.	Pág.259
Grafica 25	Humedad relativa en espacios int. C2. H4. 1ª.Sem.	Pág.260
Grafica 26	Humedad relativa en espacios int. C2. H5. 1ª.Sem.	Pág.260
Grafica 27	Humedad relativa en espacios int. C1. H1. 2ª.Sem.	Pág.261
Grafica 28	Humedad relativa en espacios int. C1. H2. 2ª.Sem.	Pág.261
Grafica 29	Humedad relativa en espacios int. C2. H4. 2ª.Sem.	Pág.262
Grafica 30	Humedad relativa en espacios int. C2. H5. 2ª.Sem.	Pág.262
Grafica 31	Humedad relativa en espacios ext. H3. 1ª.Sem.	Pág.263
Grafica 32	Humedad relativa en espacios ext. H3. 2ª.Sem.	Pág.263
Grafica 33	Comparativos T y H.R. C1. H1. 1ª.Sem.	Pág.264
Grafica 34	Comparativos T y H.R. C2. H4. 1ª.Sem.	Pág.264
Grafica 35	Comparativos T y H.R. C1. H2. 1ª.Sem.	Pág.265
Grafica 36	Comparativos T y H.R. C2. H5. 1ª.Sem.	Pág.265
Grafica 37	Comparativos T y H.R. C1. H1. 2ª.Sem.	Pág.266
Grafica 38	Comparativos T y H.R. C2. H4. 2ª.Sem.	Pág.266
Grafica 39	Comparativos T. y H.R. C1. H2. 2ª.Sem.	Pág.267
Grafica 40	Comparativos T. y H.R. C2. H5. 2ª.Sem.	Pág.267
Grafica 41	Comparativos T. y H.R. Ext. H3. 1ª.Sem.	Pág.268
Grafica 42	Comparativos T. y H.R. Ext. H3. 2ª.Sem.	Pág.268
Grafica 43	Resumen comparativo T. y H.R. H.1. y H.4, 1ª.Sem.	Pág.185
Grafica 44	Resumen comparativo T. y H.R. H.2. y H.5, 1ª.Sem.	Pág.185
Grafica 45	Resumen comparativo T. y H.R. H.1 y H.3, 1ª.Sem.	Pág.186
Grafica 46	Resumen comparativo T. y H.R. H.2 y H.3, 1ª.Sem.	Pág.186
Grafica 47	Resumen comparativo T. y H.R. H.1 y H.3, 2ª.Sem.	Pág.187
Grafica 48	Resumen comparativo T. y H.R. H.2 y H.3, 2ª.Sem.	Pág.187
Grafica 49	Día típico de Experimental, T. Máx. Ext. H.3.	Pág.230
Grafica 50	Día típico de Experimental, T. Máx. Int. H.2.	Pág.231
Grafica 51	Día típico de Experimental, T. Máx. Int. H.5.	Pág.231

### INDICE DE DIAGRAMAS.

Todos los diagramas son propiedad de la autora, excepto los números: 2, 3, 8 y 14.

Diagrama 1	Metodología para el diseño bioclimático	Pág. 26
Diagrama 2	Metodología para el diseño bioclimático. (Diagrama obtenido de Morillón, 2003).	Pág. 27
Diagrama 3	Metodología para el diseño bioclimático. (Según Fuentes, 2002).	Pág. 28

Diagrama 4	Comparando y conceptualizando ambas Metodología para el diseño bioclimático.	Pág. 29
Diagrama 5	Diseño bioclimático.	Pág. 75
Diagrama 6	Variables del confort al interior de un espacio.	Pág. 92
Diagrama 7	Parámetros del confort higrotérmico.	Pág. 94
Diagrama 8	Elementos de un sistema de enfriamiento. (Morillón, 2002).	Pág.120
Diagrama 9	Diagrama de funcionamiento. (Edificio S.1- L.D).	Pág.207
Diagrama 10	Origen del proyecto y objeto de estudio.	Pág.220
Diagrama 11	Clasificación de la evaluación de proyectos.	Pág.228
Diagrama 12	Ciclo del proyecto.	Pág.229
Diagrama 13	Ejes de desarrollo sustentable. (Landa, 2010).	Pág.239
Diagrama 14	Elementos críticos de la sustentabilidad. (UNESCO, 2010).	Pág.240