



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CUENCA**

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN.**

CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

**RECOMENDACIONES BIOCLIMÁTICAS PARA EL DISEÑO
ARQUITECTÓNICO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR EN EL CLIMA
ECUATORIAL MESOTÉRMICO SECO, UBICADO EN EL
CANTÓN SANTA ISABEL, PROVINCIA DEL AZUAY.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTO.

CARLOS SANTIAGO ZHUNIO ORDOÑEZ

Director: Arq. MARCO BENIGNO AVILA CALLE.

2016

DECLARACIÓN

Yo, Carlos Santiago Zhunio Ordoñez, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

.....
Carlos Santiago Zhunio Ordoñez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Carlos Santiago Zhunio Ordoñez, bajo mi supervisión.

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo Carlos Santiago Zhunio Ordoñez con cédula de ciudadanía 0105309421 en mi condición de tesista para obtener el título de Arquitecto, cedo y autorizo al Arq. Marco Benigno Avila Calle hacer uso de la información que está bajo mi autoría en el presente trabajo, según lo convenga sin limitación alguna, dentro de proyectos de investigación que emprenda con carácter académico - investigativo.

Cordialmente

Carlos Santiago Zhunio Ordoñez

c.c. 0105309421

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis principalmente a Dios y a mis padres, a Dios por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, a mis padres, quienes a lo largo de mi existencia me han brindado su apoyo y confianza, velando por mi bienestar y educación, para culminar este proyecto, a mis hermanas por brindarme su amor, respeto acompañándome para poderme realizar como persona y como profesional.

AGRADECIMIENTO

“Agradezco a mi Dios por haberme guiado por el camino del bien y de felicidad”.

A mis padres por haberme brindado su apoyo incondicional, inculcando en mí, valores y principios para culminar este proyecto.

A la Universidad Católica de Cuenca quien abre sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas y profesionales de bien, a los docentes de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza, y finalmente un eterno agradecimiento.

Al Arq. Marco Benigno Avila Calle por toda la colaboración brindada, con sus conocimientos y enseñanzas, durante la elaboración de este proyecto.

ÍNDICE

Declaración.....	I
Certificación.....	II
Cesión de derechos de autor	III
Dedicatoria.....	IV
Agradecimiento.....	V
Índice de contenidos.....	VI
Índice de imágenes.....	XI
Índice de cuadros.....	XIII
Índice de gráficos.....	XIV
Índice de mapas.....	XIV
Índice de tablas	XV
Resumen.....	XVII
Abstract.....	XVIII
Introducción	XIX
Planteamiento del problema.....	XX
Objetivos.....	XXII
Hipótesis.....	XXIII
Justificación.....	XXIII
Alcances.....	XXIV
Metodología.....	XXIV
Marco teórico.....	XXVII
CAPÍTULO I	1
1. Clima.....	2
1.1 Definición de clima	2
1.2 Clasificación del clima	2
1.3 Elementos del clima	4
1.3.1 Temperatura	4
1.3.2 Presión atmosférica.....	6
1.3.3 Vientos.....	7

1.3.4	Humedad.....	10
1.3.5	Precipitación.....	11
1.3.6	Nubosidad.....	13
1.3.7	Radiación.....	14
1.3.8	Fenómenos climatológicos especiales.....	15
1.4	Análisis de factores para el clima ecuatorial meso térmico seco	16
1.4.1	La latitud.....	16
1.4.2	Longitud.....	18
1.4.3	La altitud.....	18
1.4.4	Orografía.....	19
1.4.5	El suelo.....	21
1.4.6	Agua.....	22
1.4.7	Vegetación.....	23
1.5	Definición del clima del cantón Santa Isabel	28
1.6	Conclusión.....	28
CAPÍTULO II.....		29
2.	Confort	30
2.1	Factores internos que determinan el confort	30
2.2	Factores externos que determinan el confort.....	30
2.2.1	Confort higo – térmico.....	31
2.2.1.1	Termorregulación.....	31
2.2.1.2	Regulación de comportamiento.....	33
2.2.1.3	Regulación técnica.....	33
2.2.1.4	Regulación autónoma.....	33
2.2.1.5	Balance térmico del cuerpo humano.....	34
2.2.1.5.1	El metabolismo.....	35
2.2.1.5.2	Superficie corporal de una persona.....	36
2.2.1.5.3	La radiación (r).....	37
2.2.1.5.4	La convección (cv).....	38
2.2.1.5.5	La conducción (cd).....	39
2.2.1.5.6	La evaporación (e).....	42
2.2.1.5.7	Sudoración.....	44
2.1.1.6	Factores externos que determinan el confort.....	44
2.1.1.6.1	Factores físicos.....	45
Temperatura del aire		45

Radiación.....	45
Humedad del aire.....	46
Movimiento del aire.....	46
2.1.1.6.2 Factores individuales.....	47
Vestimenta.....	47
Edad.....	47
Genero sexual.....	47
Capacidad física.....	47
Forma y dimensiones corporales.....	48
Grasa subcutánea.....	48
Alimentos y bebidas.....	48
Etnicidad.....	48
Estado de salud.....	48
Aclimatación.....	48
2.1.1.7 Balance térmico aplicado a los habitantes del cantón Santa Isabel.....	49
2.1.1.7.1 Aplicación de la ecuación 1.....	50
2.1.2. Confort lumínico.....	56
2.1.2.1 Intensidad luminosa.....	58
2.1.2.2 Iluminancia.....	59
2.1.2.3 Luminancia.....	60
2.1.2.4 Contraste y deslumbramiento.....	60
2.1.2.5 Aspectos psicológicos.....	60
2.1.2.6 Criterios para el diseño.....	61
2.1.3 Confort acústico.....	62
2.1.3.1 Parámetros de confort acústico.....	63
2.1.3.2 Tipos de ruido según la fuente.....	65
2.1.3.3 Efectos del ruido.....	67
2.1.3.3.1 Interferencia en la comunicación.....	67
2.1.3.3.2 Pérdida de la audición.....	67
2.1.3.3.3 Perturbación del sueño.....	67
2.1.3.3.4 Estrés.....	68
2.1.3.3.5 Efectos en el rendimiento.....	68
2.1.3.3.6 Problemas psicológicos.....	68

2.1.4 Confort olfativo.....	70
2.1.4.1 Definición de olor.....	70
2.1.4.2 Intensidad del olor.....	72
2.1.4.3 Características de un olor.....	73
2.1.5 Confort psicológico.....	76
2.3 Conclusión.....	82
CAPÍTULO III.....	83
3. Herramientas bioclimáticas.....	84
3.1 Herramientas bioclimática cuantitativas.....	84
3.1.1 Carta bio climática de Olgyay.....	84
3.1.1.1 Aplicación de la carta bioclimática de Olgyay.....	85
3.1.2 Carta psicométrica.....	87
3.1.2.1 Aplicación de la carta psicométrica al cantón Santa Isabel.....	88
3.1.3 Triángulo de confort.....	89
3.1.3.1 Aplicación del triángulo de confort para el cantón Santa Isabel.....	92
3.1.4 Método de Mahoney.....	93
3.1.4.1 Aplicación del método de mahoney para el cantón Santa Isabel.....	93
3.2 Herramientas bioclimáticas cualitativas.....	100
3.2.1 Temperatura efectiva corregida (tec).....	100
3.2.1.1 Aplicación de la temperatura efectiva corregida.....	101
3.2.2 Índice de Fanger.....	102
3.2.2.1 Aplicación del índice de Fanger en el cantón santa Isabel.....	105
3.2.3 Índice de temperatura operativa.....	106
3.2.3.1 Aplicación de la temperatura operativa.....	107
3.2.4 El enfoque cualitativo y los métodos de adaptación.....	107
3.2.5.1 Aplicación del enfoque cualitativo y los métodos de adaptación.....	110
3.3 Conclusión.....	112
CAPITULO IV.....	113
4. Estrategias bioclimáticas.....	114
4.1 Sistemas Pasivos.....	115
4.1.1 Parámetros que intervienen en el enfriamiento pasivo.....	115
4.1.1.1 La Orientación.....	115
4.1.1.1.1 Este.....	116
4.1.1.1.2 Suroeste.....	117

4.1.1.1.3 Oeste.	117
4.1.1.1.4 Norte.....	117
4.1.1.2 Factor de forma	117
4.1.1.3 Zonificación interior.	118
4.1.1.4 Envolverte.....	118
4.1.1.5 Cubierta.....	119
4.1.1.6 Vegetación.....	119
4.1.1.7 Captación y control solar.....	120
4.1.1.7.1 Estrategias de protección solar.....	121
4.2 Sistemas pasivos de climatización.	131
4.2.1 Estrategias para un sistema pasivo de ventilación.....	132
4.1.2.1 Ganancia directa de ventilación.	132
4.2.1.1.1 Ventilación natural y enfriamiento pasivo.....	132
4.2.1.1.2 Ventilación cruzada.	134
4.2.1.1.3 Ventilación más recursos adicionales	137
4.1.2.2 Ganancia Semi directa de ventilación	139
4.1.2.2.1 Enfriamiento radiante.....	139
4.1.2.2.2 La vegetación como sistema de refrigeración.....	141
4.1.2.2.3 Ventilación de espacios.....	142
4.1.2.2.4 Ventilación Vertical: torres y atrios.....	143
4.1.2.2.5 Torres Captadoras	143
4.1.2.2.6 Atrios y espacios altos.	145
4.1.2.2.7 Ventilación más radiación solar (chimenea solar).....	146
4.1.2.3 Ganancia Indirecta de ventilación.....	148
4.1.2.3.1 Enfriamiento evaporativo.....	148
4.1.2.3.2 Enfriamiento conductivo.....	150
4.1.2.3.3 Enfriamiento convectivo.....	151
4.3 Sistemas pasivos de iluminación natural.	152
4.3.1 Sistemas pasivos de luz.....	153
4.3.2 Estrategias de transmisión de la luz natural.....	153
4.3.2.1 Elementos de distribución de la luz	154
4.3.3.2 Disposición de los elementos de captación.	158
4.4 Sistemas para el control de ruidos.....	164
4.4.1 Estrategias para el diseño.....	166

4.4.1.1	Diseño acústico de paredes.....	166
4.4.1.2	Aislamiento acústico de ventanas y puertas.....	168
4.4.1.3	Aislamiento acústico a ruido de impacto.....	169
4.4.1.4	La vegetación como protección frente al viento.....	170
4.4.1.5	La vegetación como protección solar biosombras.....	171
4.4.2.	Materiales empleados en aislamiento acústico.....	172
4.5	Sistemas para el control de olores.....	173
4.5.1	Sistemas de tratamiento de malos olores.....	174
4.5.2	La vegetación como sistema de depuración.....	175
4.6	Sistemas activos e híbridos.....	177
4.6.1	Sistemas activos de climatización.....	177
4.6.1.1	De climatización.....	177
4.7.	Sistemas híbridos.....	180
4.7.1	Sistemas eólicos solares.....	180
4.8	Generación y control de la energía	183
4.9	Manejo y control del agua.....	189
4.9.1	Agua potable.....	189
4.9.2	Agua residuales.....	193
4.9.2.1	Tratamiento para aguas grises séptica.....	190
4.9.2.2	Tratamiento para aguas negras.....	192
4.9.3	Mediante captación pluvial.....	198
4.10	Manejo y control de desechos líquidos y sólidos.....	203
4.11	Conclusión.....	208

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 01.....	17
Imagen 02.....	18
Imagen 03.....	19
Imagen 04.....	23
Imagen 05.....	24
Imagen 06.....	24
Imagen 07.....	25

Imagen 08.....	25
Imagen 09.....	26
Imagen 10.....	26
Imagen 11.....	43
Imagen 12.....	59
Imagen 13.....	62
Imagen 14.....	69
Imagen 15.....	76
Imagen 16.....	85
Imagen 17.....	86
Imagen 18.....	87
Imagen 19.....	88
Imagen 20.....	91
Imagen 21.....	92
Imagen 22.....	102
Imagen 23.....	104
Imagen 24.....	119
Imagen 25.....	121
Imagen 26.....	122
Imagen 27.....	123
Imagen 28.....	123
Imagen 29.....	124
Imagen 30.....	125
Imagen 31.....	125
Imagen 32.....	126
Imagen 33.....	126
Imagen 34.....	127
Imagen 35.....	128
Imagen 36.....	129
Imagen 37.....	130
Imagen 38.....	131
Imagen 39.....	135
Imagen 40.....	136

Imagen 41.....	138
Imagen 42.....	138
Imagen 43.....	141
Imagen 44.....	142
Imagen 45.....	142
Imagen 46.....	144
Imagen 47.....	147
Imagen 48.....	148
Imagen 49.....	156
Imagen 50.....	157
Imagen 51.....	157
Imagen 52.....	158
Imagen 53.....	159
Imagen 54.....	161
Imagen 55.....	163
Imagen 56.....	170
Imagen 57.....	171
Imagen 58.....	175
Imagen 59.....	176
Imagen 60.....	178
Imagen 61.....	179
Imagen 62.....	180
Imagen 63.....	182
Imagen 64.....	184
Imagen 65.....	185
Imagen 66.....	186
Imagen 67.....	195
Imagen 68.....	197
Imagen 69.....	199
Imagen 70.....	201
Imagen 71.....	206

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 01.....	3
Cuadro 02.....	4
Cuadro 03.....	23
Cuadro 04.....	27
Cuadro 05.....	33
Cuadro 06.....	37
Cuadro 07.....	39
Cuadro 08.....	45
Cuadro 09.....	46
Cuadro 10.....	49
Cuadro 11.....	73
Cuadro 12.....	78
Cuadro 13.....	111
Cuadro 14.....	204
Cuadro 15.....	207
Cuadro 16.....	209
Cuadro 17.....	213
Cuadro 18.....	216
Cuadro 19.....	217
Cuadro 20.....	219
Cuadro 21.....	220
Cuadro 22.....	221

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 01... ..	5
Gráfico 02.....	9
Gráfico 03... ..	10
Gráfico 04... ..	11
Gráfico 05... ..	12
Gráfico 06... ..	14
Gráfico 07... ..	15
Gráfico 08... ..	71

INDICE DE MAPAS

Mapa 01.....	20
Mapa 02.....	21
Mapa 03.....	22

INDICE DE TABLAS

Tabla 01.....	5
Tabla 02.....	6
Tabla 03.....	7
Tabla 04.....	8
Tabla 05.....	10
Tabla 06.....	12
Tabla 07.....	13
Tabla 08.....	15
Tabla 09.....	16
Tabla 10.....	36
Tabla 11.....	40
Tabla 11.....	41
Tabla 12.....	54
Tabla 13.....	55
Tabla 14.....	57
Tabla 15.....	58
Tabla 16.....	65
Tabla 17.....	66
Tabla 18.....	69
Tabla 19.....	72
Tabla 20.....	73
Tabla 21.....	73
Tabla 22.....	74
Tabla 23.....	75
Tabla 24.....	79

Tabla 25.....	80
Tabla 26.....	81
Tabla 27... ..	94
Tabla 28.....	95
Tabla 29.....	96
Tabla 30.....	97
Tabla 31.....	97
Tabla 32.....	98
Tabla 33.....	99
Tabla 34.....	104
Tabla 35.....	109
Tabla 36.....	160
Tabla 37.....	162
Tabla 38.....	166
Tabla 39.....	168
Tabla 40.....	171
Tabla 41.....	174

RESUMEN

“El ser humano en la actualidad es capaz de residir prácticamente en cualquier lugar del planeta, gracias a diferentes métodos y equipos mecánicos que le permiten conseguir habitabilidad y de cierto modo un confort en la vivienda a un alto precio si se toma en cuenta el daño ambiental que esto conlleva. Por el contrario con la arquitectura bioclimática se piensa que la sociedad debe tomar en serio el problema ambiental que afecta a todos los habitantes del planeta Tierra”. Un problema general es la falta de criterios arquitectónicos y ambientales, para diseñar y construir viviendas considerando las condiciones climáticas de un sector determinado, el objetivo de la presente investigación es crear un manual técnico de recomendaciones bioclimáticas para el diseño de vivienda unifamiliar, fomentando así la sustentabilidad del proyecto y dejar una puerta abierta para el desarrollo sostenible del cantón Santa Isabel ubicado en la provincia del Azuay, para alcanzar este objetivo se realizó un análisis climatológico en base a datos estadísticos del INAMHI en el cantón, luego se estudió los parámetros de confort, higrotérmico, lumínico, acústico, olfativo y psicológico que afectan a los habitantes del lugar, para culminar con el análisis de las herramientas bioclimáticas, obteniendo así como resultado de la investigación, las recomendaciones bioclimáticas de diseño de vivienda unifamiliar a implantar en el cantón Santa Isabel, con las que se puede conseguir el nivel de confort y habitabilidad adecuado para los usuarios.

Palabras clave:

ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA, HERRRAMIENTAS BIOCLIMÁTICAS,
DESARROLLO SOSTENIBLE, VIVIENDA UNIFAMILIAR.

ABSTRACT

Nowadays, human being is capable of living virtually anywhere on the planet, through different methodologies and mechanical equipment allowing to obtain a sense of roominess and comfort in housing at a high price if we consider the environmental damage that this involves. In contrast with bioclimatic architecture it is thought that society should take seriously the environmental problem that affects all inhabitants of planet Earth. A common problem is the lack of architectural and environmental criteria to design and build homes considering the climatic conditions in a specific sector, The aim of this research is to create a technical bioclimatic recommendations manual to the design of single family housing, thus promoting the sustainability of the project and leaving a door open for the sustainable development of the canton Santa Isabel located in the province of Azuay, to achieve this goal a climatological analysis was performed based on statistical data from the INAMHI in the canton, then a study of the parameters of comfort, hygrothermal, lighting, sound, smell and psychological which affect local residents, to end with bioclimatic analysis tools, obtaining the result in the research, bioclimatic design recommendations to implement single family housing in the canton Santa Isabel, which will be able to obtain the appropriate level of comfort and roominess for users

Keywords:

BIOCLIMATIC ARCHITECTURE, BIOCLIMATIC TOOLS, SUSTAINABLE DEVELOPMENT, SINGLE FAMILY HOUSING.

Introducción

El objetivo general en el trabajo investigativo es generar recomendaciones técnicas, para el diseño arquitectónico bioclimático de un modelo de vivienda unifamiliar en el cantón Santa Isabel provincia del Azuay, que de acuerdo con el estudio del comportamiento solar, esta zona tiene un clima meso térmico seco, lo cual aporte como sustento en la enseñanza académica dentro del área de la construcción, a fin de que permita la buena elección de materiales constructivos; donde determina deducir y generar soluciones arquitectónicas de gran calidad visual y constructiva, como concientizar y analizar los recursos energéticos, tomando el mayor provecho

“El ser humano ahora es capaz de residir prácticamente en cualquier lugar del planeta gracias a diferentes métodos y equipos mecánicos que le permiten conseguir habitabilidad en un lugar determinado, a un alto precio si se toma en cuenta el daño ambiental que ello supone” (docplayer, s.f.),

Desde el entorno arquitectónico para una vivienda en nuestro medio, se funda la posibilidad de desarrollar una vivienda que sea confortable y brinde seguridad para sus habitantes, pero también se pretende que para su estudio y análisis parta de otros puntos tales como la ubicación geográfica, el clima de la zona, su analogía con el espacio urbano o entorno natural, soleamiento, orientación, estructuración y demás condicionantes presentes en donde se emplazan las viviendas.

Una vivienda sustentable trata de crear un equilibrio entre los aspectos económicos, ambientales y sociales, obteniendo un aprovechamiento de luz natural de vegetación existente, tratamiento de aguas residuales, y el correcto uso de materiales. A lo que conlleva a un ahorro

energético, ahorro de recursos financieros, con un fin de bien común tanto para la salud de las personas como proteger y preservar el medio ambiente.

Para el desarrollo del trabajo investigativo se hace un análisis de datos estadísticos del clima del cantón Santa Isabel, con el fin de conocer las variaciones climáticas que se han dado en los diez últimos años, y de esta forma poder aplicar técnicas de estudio que posteriormente ayudara en el uso de estrategias para la correcta construcción de una vivienda.

Tras el estudio del clima en el lugar se analizó el confort de los usuarios de la vivienda para lograr así determinar cuáles son las necesidades de bienestar en el sector de estudio, aplicando ecuaciones las cuales establecen las necesidades de confort de cada persona.

“Con la aplicación de las herramientas bioclimáticas se pudo relacionar el diseño de la vivienda teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles del lugar como se tiene el sol, la vegetación, lluvia, vientos , etc., para disminuir los impactos ambientales y generar un ahorro energético e incluso llegar a ser una vivienda sostenible”.

Para culminar se genera recomendaciones bioclimáticas, la cual está íntimamente ligada a la construcción ecológica que define los procesos de construcción en viviendas, que sean responsables con el medioambiente y que se ocupe los recursos de manera eficiente, para que en procesos futuros de construcción el arquitecto diseñador que vaya a construir en el cantón Santa Isabel , considere al momento de diseñar los recursos naturales el confort y la armonía entre vivienda y espacio para construirlo.

Planteamiento del problema

“El ser humano ahora es capaz de residir prácticamente en cualquier lugar del planeta gracias a diferentes métodos y equipos mecánicos que le permiten conseguir habitabilidad, a un alto precio si se toma en cuenta el daño ambiental que ello supone” (docplayer, s.f.), por el contrario piensan que la sociedad debe, desde este momento tomar en serio este problema ambiental que

afecta a todos los habitantes del planeta Tierra.

Un problema general es la falta de criterios arquitectónicos y ambientales, de un previo análisis de casos similares en estudios técnicos de diseño y construcción de viviendas apropiados, que pueden volver eficaz la habitabilidad en la vivienda, en cuanto a las condicionantes climáticas y ambientales que propicie la zona, con lo que busca generar y experimentar soluciones arquitectónicas en las que tenga íntima relación y vinculación con el clima y que los sistemas construidos consigan disminuir impactos ambientales.

“Así se puede mencionar términos estadísticos, “que determina que el sector de la construcción es responsable de gastar el 50% de los recursos naturales, de utilizar el 40% de la energía consumida y de producir el 50% del total de los residuos generados” (docplayer, s.f.).

“Además se puede observar viviendas que no toman en cuenta la orientación y distribución adecuada, haciendo que muchas veces resulte imposible permanecer en una habitación, en nuestro caso debido a las altas temperaturas que se encuentran presentes en el cantón Santa Isabel”. (docplayer, s.f.).

Se pretende alcanzar con el estudio, que en un diseño futuro sea tomando en cuenta proporciones, nociones de estética y de relación entre el medio construido y el natural para el clima ecuatorial meso térmico seco, en donde se toma en cuenta generar soluciones arquitectónicas sustentables para que satisfaga las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer las del futuro.

Delimitación del problema

Se analizará los elementos y factores del clima, así como los parámetros de confort de los usuarios en el clima ecuatorial meso térmico seco, para establecer las recomendaciones bioclimáticas en el diseño de sus viviendas.

Límite social.

La presente investigación está dirigida a la solución de una vivienda tipo con criterios bioclimáticos para una familia de clase media categorizados por el INEN en el nivel C+.

Límite geográfico.

El trabajo de investigación y la información recopilada serán aplicables principalmente a la vivienda del Cantón Santa Isabel, y adaptada al clima Ecuatorial Meso térmico Seco de la provincia del Azuay y del Ecuador en general.

Límite temporal.

Los datos climatológicos y estadísticos que serán considerados para la investigación tendrán un límite de 10 años como mínimo para su validación.

Objetivos

General

Establecer las recomendaciones bioclimáticas para el diseño de vivienda unifamiliar, fomentando así la sustentabilidad del proyecto y dejar una puerta abierta para el desarrollo sostenible del cantón Santa Isabel.

Específicos

- Analizar los elementos y factores climáticos que influyen en el diseño bioclimático de viviendas unifamiliares en el Cantón Santa Isabel.
- Analizar los parámetros de bienestar y confort de los potenciales usuarios.
- Aplicar las herramientas bioclimáticas para establecer las estrategias generales de diseño.
- Definir las recomendaciones bioclimáticas a ser consideradas en la etapa de diseño arquitectónico.

Hipótesis

El diseño de una vivienda unifamiliar en el cantón Santa Isabel con dichas recomendaciones bioclimáticas permite al cantón un aporte como sustento a la enseñanza académica dentro del área de la arquitectura y construcción, que ayuda a concientizar y analizar los recursos energéticos y ambientales, además de generar confort y habitabilidad para sus habitantes.

Justificación

Con la elaboración de dicho documento técnico tiene como finalidad brindar apoyo y veracidad a futuros proyectos urbano-arquitectónicos, el cual sea una herramienta de consulta e investigación ya que para el cantón Santa Isabel no se encuentra estudios de diseño bioclimático que respondan un desarrollo actual, futuro de sostenibilidad y sustentabilidad.

“Además que esta investigación pueda establecer, por medio de comparación y la aplicación de criterios bioclimáticos, las características mejoradas de una vivienda lo cual genere un diseño de vivienda bioclimática lo suficientemente versátil para ser habitable” (docplayer, s.f.), que permita definir la tecnología y los sistemas constructivos apropiados a las demandas de proyectos arquitectónicos y el contexto local.

Con el fin de aplicar un buen diseño arquitectónico bioclimático, de tal manera que sea menor el desperdicio energético y económico para los usuarios que lo habitan, donde se pueda conseguir utilizar y reutilizar materiales de construcción, una construcción para que se adapte a las características medioambientales de la misma, con un fin de cuidar el medio ambiente para un confort y mejorar la calidad de vida en el cantón.

En la realización de este proyecto se contó con el apoyo de la Unidad Académica de estudio Universidad Católica de Cuenca la que previamente brindo los conocimientos para llevar a cabo esta investigación, además se contó con fuentes de consulta como INAMHI, MAGAP, INEC, POT, además de realizar análisis de documentos que ya han sido realizados en otros

países en donde se puede recabar información y dar veracidad a la información obtenida de la zona a estudiarse.

Alcances

Alcance de la propuesta

- Se pretende crear viviendas bioclimáticas.
- Generar un documento técnico para la ayuda y conocimiento de profesionales en diseño y arquitectura.
- Formar un desarrollo social, turístico y confortable para los habitantes y visitantes al sector
- Se pretende establecer las recomendaciones bioclimáticas para el diseño arquitectónico de vivienda unifamiliar, mediante el análisis climatológico y parámetros de confort a los usuarios en cantón Santa Isabel.

Metodología

En el actual proyecto relaciona enfoques metodológicos como son la investigación de campo, puesto que esta investigación se basó en información obtenida directamente de la realidad en donde se da el fenómeno, por lo que fue necesario visitar el cantón Santa Isabel, y dar un criterio lógico sobre el lugar con lo que se obtuvo en la investigación cerciorarse de las condiciones climáticas existente en el cantón, y de forma real dar veracidad en la forma que se han conseguido los datos.

También se pudo justificar que según el tipo de estudio, deduce que tiene relación con estudios descriptivos ya que por su forma dio a conocer los hechos tal y cual son vistos en una investigación, en nuestro caso se analizó las viviendas y el confort de las personas de dicho cantón y como resultado aporta una noción de estudio para el diseño de vivienda en el sitio.

Tras el estudio a través de una investigación aplicada se consigue un documento el cual consta de recomendaciones bioclimáticas, lo cual de un aporte a la comunidad y ayuda a futuros profesionales que realicen diseño urbano-arquitectónico en el cantón Santa Isabel.

Población y muestra

El universo de estudio hace referencia principalmente a los climas del Ecuador el cual está conformado por 9 pisos climatológicos teniendo así: Ecuatorial de Alta Montaña, Ecuatorial Mesotérmico Seco, Ecuatorial Mesotérmico Semi húmedo, Megatérmico Lluvioso, Nival, Tropical Megatérmico Húmedo, Tropical Megatérmico Seco, Tropical Megatérmico Semi Árido, Tropical Megatérmico Semi Húmedo.

La población base de este trabajo investigativo son los cantones del Ecuador que tengan el clima Ecuatorial Mesotérmico Seco que se describen a continuación de Norte a Sur según el mapa geográfico del Ecuador: Carchi (Mira, Bolívar), Imbabura (Ibarra, San Miguel de Ucurqui), Pichincha (Quito), Cotopaxi (Latacunga, Pujili, Salcedo), Tungurahua (Patate, Pillaro, Baños), Chimborazo (Guano, Riobamba, Chambo, Guamote, Alausi), Azuay (Santa Isabel), y Loja (Olmedo, Catamayo, Chagurapamba, Celica), determinado para cada parroquia.

La muestra que se tomó por medio del muestreo no probabilístico, es el cantón de Santa Isabel, perteneciente a la Provincia del Azuay, porque este cantón al ser considerado un lugar confortable para habitar y en proceso de consolidación, se cree necesario que se debe tomar conciencia al momento de emplazar las nuevas edificaciones, creando un espacio organizado urbanísticamente y que se interrelacione con el medio ambiente.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas.

- **Fichaje:** Se utilizó para levantar información bibliográfica de los diferentes documentos a ser analizados como se obtuvo de fuentes como: Ed. Gustavo Gili, Arquitectura

Bioclimática, México y cada ficha contiene una serie de datos extensión variable pero todos referidos a un mismo tema.

- **“Encuestas: Utilizada** con el fin de conocer estados de opinión o hechos específicos sobre la realidad de Santa Isabel, cada encuesta contiene un conjunto de preguntas normalizadas dirigidas a una muestra representativa de la población o instituciones”.

Instrumentos.

Para el análisis y estudio se contó con el apoyo de instrumentos digitales como, grabadora, filmadora, cámara fotográfica que garantice la veracidad de datos dentro de la visita de campo al cantón Santa Isabel.

Con la precisión y el uso adecuado de fichas bibliográficas se procede a obtener información relevante de libro fuentes estadísticas como el INAHMI, MAGAP. Etc.

Se utilizó el cuestionario de encuesta el cual fue un instrumento de recolección de datos rigurosamente estandarizado que maneja las variables objeto de observación e investigación.

La muestra de la población del cantón Santa Isabel esta proporcionada por las encuestas que se realizaron a los potenciales usuarios, en donde se aplicó la fórmula de la tabulación de las

encuestas que es: $n = \frac{k^2 x P x Q x N}{e^2 x (N-1) + k^2 x P x Q}$ para verificar y validar de los datos.

Técnicas de procesamiento y presentación de datos.

La información estadística recopilada del INAMHI a través de 10 años de información estadística, está procesado en hojas de cálculo mediante el sistema estadístico SPSS, una hoja electrónica que permite la obtención de resultados mediante fórmulas, los datos se presentan en gráficos, teniendo en cuenta su capacidad para trabajar con grandes bases de datos lo cual permite la verificación y validez de información.

Marco teórico

Bases teóricas

Tras la falta de criterios, estudios arquitectónicos y ambientales técnicos apropiados, para el diseño y desarrollo de viviendas bioclimáticas en el cantón Santa Isabel, se evidencia que las viviendas no buscan un confort y habitabilidad para las personas.

Marco referencial.

Se conoce estudios realizados sobre la arquitectura bioclimática tanto internacionales, nacionales como locales, lo cual permite de guía y sustento para establecer parámetros de investigación para el presente proyecto.

Estudios similares.

Internacionales.

Vidal A, Rico H, Vásquez G, (2010). “Diseño de un modelo de vivienda bioclimática y sostenible. Fase I”, derechos Reservados © Copyright, El Salvador.

Breve descripción del proyecto:

“El presente documento plantea una iniciativa de desarrollo para la población salvadoreña, donde se establece la posibilidad de analizar y desarrollar una vivienda que no solo sea confortable y con beneficios económicos para sus habitantes, sino también amigable con el medio ambiente. El marco teórico de este proyecto contiene criterios y elementos de bioclimatización y sostenibilidad, que posteriormente se adaptan a la realidad nacional, de donde se concluye un potencial para el uso de la energía solar como fuente energética de la vivienda, aprovechamiento de la lluvia como parte del reciclaje de aguas y su climatización, así como la circulación de aire fresco dentro de la estructura propuesta. Se utilizaron tres diferentes experimentos para darle validez al proyecto: la medición de temperatura ambiental, tanto fuera como dentro de tres viviendas ubicadas en diferentes puntos de San Salvador” (docplayer, s.f.),

Internacionales.

Mozos, P (2009), Desarrollo, proyecto y estudio de un edificio bioclimático, Madrid. Universidad pontificia comillas.

Breve descripción del proyecto:

“El autor pretende realizar un edificio bioclimático de tipo unifamiliar, comparando las prestaciones energéticas y ambientales con una construcción tradicional para analizar los pros y contras de esta tendencia constructiva. La climatización del edificio se ha proyectado utilizando energía geotérmica a baja temperatura” (iit, s.f.).

“El proyecto se divide en tres grandes secciones: En la primera se desarrolla el estudio y diseño bioclimático de una vivienda aislada para mejorar la demanda energética de la misma, mediante unas medidas y técnicas que definen una arquitectura adaptada al medio ambiente, sensible al impacto que provoca en la naturaleza, y que intenta minimizar el consumo energético y con él, la contaminación ambiental” (iit, s.f.).

Nacional.

Barragán, E. (2014). Diseño de viviendas ambientales de bajo costo, Cuenca (Ecuador), MASKANA, Vol. 5, No. 1, 2014.

Breve descripción del proyecto:

“Una vivienda ecológica tiene como principal objetivo minimizar el impacto ambiental, utilizando tanto como sea posible materiales locales, así como reduciendo el consumo de agua y energía. Este artículo presenta el diseño de una vivienda ecológicamente sustentable de bajo costo que garantiza la calidad de vida de sus residentes. Como resultado se tiene una vivienda modular que se puede construir en un terreno de 81 m², y está diseñada bajo condiciones del clima local.” (Repositorio Institucional, s.f.) .Se utilizó el software de simulación ECOTECH 3D, para validar el diseño. El análisis revela que es factible construir en la ciudad de Cuenca, Ecuador, viviendas sociales con características bioclimáticas básicas, bajo condiciones económicas y ambientales particulares.

Local.

Cordero, Ximena y Guillén Vanessa. (2013). Diseño y validación de vivienda bioclimática para la ciudad de Cuenca. (Tesis). Universidad Estatal de Cuenca, Ecuador.

Breve descripción del proyecto:

“En la investigación independiente de Cordero Ximena, hace referencia a un desarrollo, proyecto y estudio de un edificio bioclimático el cual compara las prestaciones energéticas y ambientales con una construcción tradicional para analizar los pros y contras de esta tendencia constructiva.” (iit, s.f.).

Divide al proyecto en tres secciones. “En la primera se desarrolla el estudio y diseño bioclimático de una vivienda aislada para mejorar la demanda energética de la misma, mediante unas medidas y técnicas que definen una arquitectura adaptada al medio ambiente. En la segunda sección del proyecto, se centra en el cálculo de la demanda energética para climatización del edificio en las dos situaciones propuestas a estudio en el proyecto, un edificio bioclimático con las mediadas estudiadas en la primera sección y el mismo edificio pero con las técnicas y medidas tradicionales en la construcción. En la tercera se centra en el estudio del sistema de climatización, utilizando energía geotérmica con intercambio de calor con el subsuelo mediante una bomba de calor. La climatización se ha diseñado utilizando suelo radiante en invierno y fan-coil en verano. En el caso tradicional, se ha considerado una caldera mural de gas natural con radiadores para invierno y aire acondicionado mediante Split en verano.” (iit, s.f.).

Tras el análisis de estudios similares previamente mencionados en el marco referencial, son el punto de partida de guía y sustento que permite establecer las recomendaciones bioclimáticas de viviendas unifamiliar en el cantón Santa Isabel, basándose en criterios ecológicos, sustentables y que buscan el confort de los usuarios en las viviendas.

Marco conceptual:

“Para un enfoque claro del lector en la presente investigación se define todos los elementos que

intervienen en dicha investigación, a través de la revisión de publicaciones de varios autores y teorías donde se pudo encontrar aquellas definiciones, conceptos para enmarcar la investigación e interpretar los resultados y las conclusiones a las que se llegó”.

Arquitectura bioclimática

La "arquitectura bioclimática", “entendida en términos conceptuales, se fundamenta en la adecuación y utilización positiva de las condiciones medioambientales y materiales, mantenida durante el proceso del proyecto y la obra. Una lógica que parte del estudio de las condiciones climáticas y ambientales y de la adecuación del diseño arquitectónico para protegerse y/o utilizar los distintos procesos naturales. En el alcance de esa interacción entre arquitectura y ambiente se pueden establecer los distintos niveles en donde se mueven actualmente los arquitectos que trabajan en este campo.” (Jesse Sempre Insieme, 2011)

CELI, Flavio (2000). *Arquitectura Bioclimática, conceptos básicos y panorama actual*, Universidad de Alcalá, Madrid (España).

Herramientas bioclimáticas.

“Una de las principales herramientas empleadas en los estudios bioclimáticos son los diagramas bioclimáticos, necesarios para evaluar el efecto combinado de los factores ambientales sobre las respuestas fisiológicas y sensoriales del cuerpo humano.

Varios Autores (2011) *Sostenibilidad Energética de la Edificación en Canarias. Manual de Diseño*. Instituto Tecnológico de Canarias, 460 pp.” (Miliarium, 2011).

Recomendaciones bioclimáticas.

“Las recomendaciones bioclimáticas son determinantes en los estudios para una arquitectura que guarda relación con el lugar; estos son dependientes del medio ambiente, su propósito está vinculado a la sensación térmica del que habita, en relación a este punto plantea la existencia de manifestaciones particulares energéticas”.

CORTES, Eduardo, (2009), Condiciones de aplicación de las estrategias bioclimáticas, La Serena (Chile).

Confort.

“Es el conjunto de puntos (T, H) del diagrama en el cual un individuo de metabolismo medio, vestido con ropa ligera de verano, en reposo o realizando una actividad sedentaria, con el aire en reposo y sin recibir radiación solar, se encontraría en condiciones confortables” (agua y bosque, s.f.).

LEANDRO, Manuel, (2007) Arquitectura Bioclimática Herramientas de Diseño, s.low energy

Bienestar.

“Es un conjunto de reglas permiten deducir, a partir de los indicadores anteriores” (Miliarium, 2011).

LEANDRO, Manuel, (2007) Arquitectura Bioclimática Herramientas de Diseño, s.low energy.

Clima ecuatorial meso térmico seco.

“El clima mesotérmico seco se presenta en el fondo de los valles de callejón interandino. Las temperaturas y la vegetación son las mismas que las del clima anterior. Las precipitaciones son inferiores a los 500 mm anuales.” (app, s.f.).

ENRÍQUEZ, Humberto. 2000. Climatología, INAMHI. Ecuador.

Este trabajo investigativo consta de cinco partes: clima, confort, herramientas bioclimáticas, estrategias bioclimáticas y recomendaciones.

Sobre el estudio en marco referencial y conceptual, se investigó la variación del clima en un período de diez años, luego el análisis de habitabilidad y confort de las personas en el cantón, para determinar cuáles son las estrategias que se deben implementar en una vivienda, a través de las herramientas bioclimáticas, para culminar con las recomendaciones bioclimáticas necesarias para el diseño de viviendas a aplicar en el cantón Santa Isabel.

CAPÍTULO I

EL CLIMA

1. Clima

Durante la fase de diseño de una vivienda bioclimática un factor importante a tomar en cuenta es el clima, ya que permite el “máximo confort dentro de una vivienda con el mínimo gasto energético” (UTPL, s.f.), gracias a un diseño adecuado de distintos elementos y factores que conforman el clima, asegurando así que para cada época del año genere el confort necesario para el usuario.

A continuación se detalla el estudio de los distintos elementos y factores que conforman el clima del cantón Santa Isabel.

1.1 Definición de clima

El clima está compuesto de elementos y factores atmosféricos, meteorológicos, de una zona o región durante un cierto período, relacionado con elementos geográficos y estadísticos, tales como latitud, altitud, relieve, masa de agua, etc., las cuales determinan las características del clima, por ende definen y clasifican varios autores de la siguiente manera.

1.2 Clasificación del clima

De la consulta bibliográfica se encontró varios autores que clasifican el clima, los cuales se comparó los criterios de tres autores según; la clasificación de Peter Köppen, con la clasificación según King y Morillón, y como lo clasifica el INAMHI; a lo cual se determinó el tipo de clima al que corresponde el área de estudio, con el fin de establecer una definición propia del clima.

Para establecer un resultado al clima que corresponde dicho cantón de estudio, se comparó las definiciones proporcionadas por los autores previamente mencionados para llegar a una conclusión que se observa en el cuadro 1.

Cuadro 1. Comparación del clima de Santa Isabel.

	Köppen	King y Morillón	INAMHI				
Zonas Fundamentales	A Clima seco. Correlación específica entre r (precipitación total en mm) y t (temperatura anual en °C) (xerófito)	Clima ecuatorial seco, “Su temperatura media y mínima se encuentra por debajo de los rangos de confort, excepto en verano, cuando los sobrepasa. La máxima supera los rangos de confort, excepto en invierno; la oscilación diaria es de entre 10 y 20°C” (cmic, s.f.).	“El clima ecuatorial mesotérmico seco está asociado a los valles interandinos abrigados y de menor altura.” (ExploreDoc, 2016).				
Tipos Fundamentales	<table border="1"> <tr> <td>BS Clima de estepa Vegetación xerófito</td> <td>BW Clima de desierto Vegetación xerófito O sin vegetación.</td> </tr> <tr> <td>BSs lluvia invernal $r < =2t$ BSx' lluvia irregular $r < =2(t+7)$ BSs lluvia en verano $r < =2(t+14)$</td> <td>BSs lluvia invernal $r < =t$ BSx' lluvia irregular $r < =t+7$ BSs lluvia en verano $r < =2t+14$</td> </tr> </table>	BS Clima de estepa Vegetación xerófito	BW Clima de desierto Vegetación xerófito O sin vegetación.	BSs lluvia invernal $r < =2t$ BSx' lluvia irregular $r < =2(t+7)$ BSs lluvia en verano $r < =2(t+14)$	BSs lluvia invernal $r < =t$ BSx' lluvia irregular $r < =t+7$ BSs lluvia en verano $r < =2t+14$	<p>“Los rangos de la humedad relativa son bajos en primavera y dentro de los rangos de confort en periodo de lluvias, con una precipitación pluvial menor a 600 mm anuales” (FANOSA, s.f.).</p> <p>“Vientos dominantes de verano calientes y fríos en invierno” (cmic, s.f.).</p>	“Las lluvias anuales son inferiores a 500 mm y, en las mismas épocas. Presenta dos picos pluviométricos separados por dos estaciones secas. En estas cubetas bajas, la acumulación de aire relativamente frío y consecuentemente más denso contribuye a crear condiciones climáticas bastante estables: el cielo es generalmente poco nuboso.” (SlideShare, 2016)
BS Clima de estepa Vegetación xerófito	BW Clima de desierto Vegetación xerófito O sin vegetación.						
BSs lluvia invernal $r < =2t$ BSx' lluvia irregular $r < =2(t+7)$ BSs lluvia en verano $r < =2(t+14)$	BSs lluvia invernal $r < =t$ BSx' lluvia irregular $r < =t+7$ BSs lluvia en verano $r < =2t+14$						
Variedades específicas de temperatura	<p>h' Muy caliente. Con temp. media anual > 18 °C, y media del mes más caluroso > 18 °C.</p> <p>h Cliente. Con temp. media anual > 18 °C, y media del mes más caluroso < 18 o C.</p> <p>k Frío. Con temp. media anual < 18 °C, y media del mes más caluroso > 18 °C.</p> <p>k' Muy frío. Con temp. media anual < 18 °C, y media del mes más caluroso < 18 °C.</p> <p>V la temperatura máxima se presenta en el otoño.</p>		“La humedad relativa está comprendida entre el 50 y el 80 % la insolación siempre supera las 1.500 horas por año. (docstoc , 2016) Temperatura promedio anual +/- 23 °C. La humedad relativa 50 < h < 80 %.” (Porrut, Róvere, Romo, & Villacrés)				
Variedades generales de temperatura, viento y humedad	<p>*(1) i Isotermal oscilación anual menor a 5 °C.</p> <p>i' poca oscilación (entre 5 y 7 °C)</p> <p>e extremo (entre 7 y 14 °C)</p> <p>e' muy extremo (más de 14 °C)</p> <p>g mes más caluroso en primavera</p> <p>g' mes más frío después del verano.</p>	Se tienen con sensación de calor, el promedio anual es de 1,980 horas, concentrándose el calor “en los meses de junio a septiembre” (pimags, 2016)	“La insolación siempre supera las 1.500 horas por año” (SlideShare, 2016)				
Alternativas generales de frecuencia de lluvia	<p>*(4) w' Estación de lluvia en otoño</p> <p>w" Dos estaciones de lluvia</p> <p>x lluvia en primavera</p> <p>x' lluvia irregular y escasa</p> <p>s' lluvia en otoño.</p>						
Símbolos Vegetación / Clima	<p>S Estepa</p> <p>W Desierto</p> <p>B Alta montaña</p> <p>T Tundra</p> <p>F Hielo perpetuo</p>						

FUENTE: Clasificación de Köppen; Clasificación de King y Morillón; Inamhi.

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

1.3 Elementos del clima

Está relacionado con un conjunto de componentes que determinan el clima, en el presente análisis se ha considerado los datos climáticos dentro de un rango de 10 años consecutivos del cantón Santa Isabel, donde se analizó los diferentes elementos que intervienen en el análisis del clima (ver cuadro 2), así tenemos:

Cuadro 2. Factores y análisis del clima en el cantón Santa Isabel

fte	Santa Isabel-Cuenca - Ecuador	2002-2012			
I	CLIMA	(A)Ca (w0)(w)(e)g	Clima Ecuatorial Mesotérmico Seco		
J	BIOCLIMA				
A	LATITUD	3°,14'5100		3,24	decimal
A	LONGITUD	79°,16'3600		79,27	decimal
A	ALTITUD	1.450	msnm		

FUENTE: Tabulación estadística de datos del INAMHI.

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

1.3.1 Temperatura.

“Es la cantidad de calor presente ya sea de un cuerpo de un objeto o del ambiente, además existen factores que influyen de manera directa en la temperatura como la continentalidad y la altitud, se presenta por un alto contenido de vapor en la atmosfera por las cercanías a las grandes masas de agua, y por otro lado en relación con la posición de la zona de interés con el enfoque de la línea equinoccial” (bibdigital, 2008).

La temperatura al ser el resultado de la acción de los rayos del sol sobre la tierra, influye de manera directa en el confort del ser humano, ya que por efecto de la radiación solar es transmitido al aire, en consecuencia a mayor radiación mayor temperatura.

Tabla 1. Promedio mensual y anual de la temperatura (°C), en el cantón Santa Isabel.

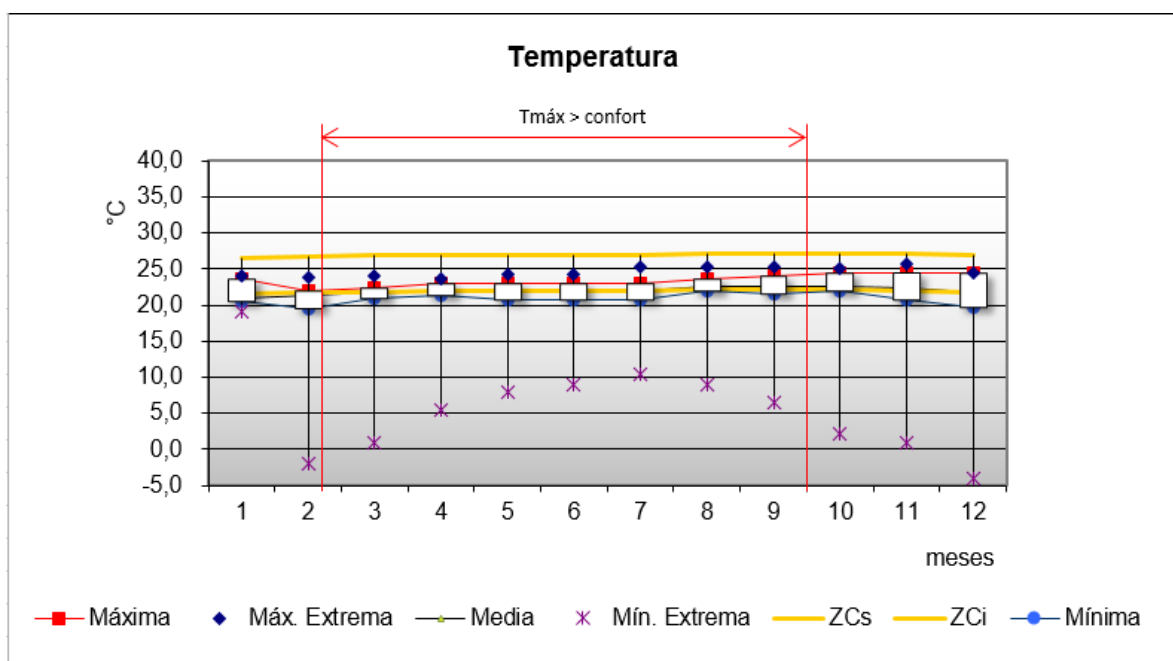
fte	PARÁMETROS	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURAS															
A	MÁXIMA EXTREMA	°C	24,0	23,8	24,1	23,6	24,3	24,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,6	24,5	25,6
A	MÁXIMA	°C	23,5	21,9	22,5	23,1	23,1	23,0	23,0	23,6	24,1	24,4	24,5	24,4	23,4
A	MEDIA	°C	20,9	21,3	21,8	21,9	21,9	21,9	21,9	22,6	22,6	22,6	22,4	21,8	22,0
A	MÍNIMA	°C	20,6	19,6	21,0	21,3	20,8	20,8	20,7	22,0	21,5	21,9	20,7	19,7	20,9
A	MÍNIMA EXTREMA	°C	19,1	19,1	19,8	20,0	19,9	20,4	20,0	20,1	20,1	20,0	19,8	18,9	18,9
E	OSCILACION	°C	2,9	2,4	1,5	1,8	2,3	2,2	2,3	1,6	2,6	2,5	3,8	4,8	2,5

FUENTE: Tabulación estadística de datos del INAMHI.

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

El clima del cantón es muy variado y posee un clima mesotérmico seco con temperaturas medias de 20.9 a 22.6 °C., llegando a una temperatura promedio de 22 °C., según el estudio para un período de análisis de 10 años 2002 – 2012 (ver tabla 1), además se observa el estudio de la gráfica de dicho cantón, que la temperatura mínima es de 18,9°C y la máxima de 25,6, teniendo así la zona de confort entre los 22°C y 25,6°C (ver gráfico 1).

Gráfico 1: Temperatura en el cantón en Santa Isabel.



FUENTE: Tabulación estadística de datos del INAMHI.

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

1.3.2 Presión atmosférica.

“La presión atmosférica se refiere a la presión que se ejerce en un punto específico de la tierra, como consecuencia de la acción de la fuerza de gravedad sobre la columna de aire. La presión atmosférica varía continuamente, va en conjunto con otros elementos meteorológicos, como la temperatura o la densidad del aire; además de ser afectada por la altitud” (gob.mx, s.f.).

“Por ejemplo, si la presión atmosférica es muy baja, generalmente en las personas sucede que se sienten más decaídos, deprimidos o pesados. Eso es, debido a que debemos sostener nuestra estructura humana, con mayor esfuerzo físico, cuando la presión es alta. Si la presión atmosférica es alta, dentro de los valores normales, nos encontramos más animados ya que nuestro cuerpo se sostiene mejor, en nuestro medio atmosférico” (sitesgoogle, s.f.); como se puede diferenciar en nuestro medio con las regiones.

Para el análisis de presión atmosférica estimada, serán analizados parámetros de latitud, longitud, altitud y temperatura, los cuales definirán la presión que resulta del cantón Santa Isabel, en donde se concluyó que la presión atmosférica es de 857.12 HP una presión alta que genera preferentemente cielos despejados, y un clima confortable (ver tabla 2 y 3).

Tabla 2.

Estimación de la presión atmosférica media en el cantón Santa Isabel.

Canton:	Santa Isabel			
LATITUD	3°,14'	grados	3,23	decimal
LONGITUD	79°,16'	grados	79,27	decimal
ALTITUD	1450	msnm		
Temperatura media	22	°C		

Aceleración Gravitacional	9,7760	m/s ²
Densidad del aire	1,0114	Kg/m ³
Escala de altitud	8.664,88	m
Presión atmosférica estimada	857,12	hP = mb

FUENTE: Tabulación estadística de datos del INAMHI.

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

Tabla 3.

Presión atmosférica mensual del cantón Santa Isabel.

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
858.05	856.53	856.36	855.69	855.70	856,35	857,90	857,47	857,16	857,58	857,09	858.16

FUENTE: Tabulación estadística de datos del INAMHI.

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

1.3.3 Vientos.

“Se puede entender al viento como un movimiento horizontal del aire producida en la atmósfera, ya que responde a su desplazamiento desde zonas de alta presión a zonas de baja presión. El viento como vector tiene tendrá magnitud y dirección, que se considera como dos variables” (bibdigital, 2008).

De manera directa en lo que influye el viento puede ser considerado como una ayuda de climatización de lugares cálidos y generalmente mantiene un estado de equilibrio a la atmosfera pues toda corriente de aire, de dirección norte se ve contrarrestada por otra de dirección sur.

Para el estudio arquitectónico se considera al viento como una estrategia primordial de climatización en climas cálidos. La velocidad del viento se mide en nudos, aunque para nuestra zona Ecuador utilizan las unidades del SIM en kilómetros/hora o metros /segundo, cuyas mediciones se realiza con anemómetros en alturas entre 10 y 20 metros para evitar obstrucciones.

Esta información debe ser aplicada al momento de diseñar y considerar la protección de lluvia, la mejor localización para áreas al aire libre y caminos de la ventilación natural.

Según el estudio para un período de análisis de 10 años 2002 – 2012 (ver tabla 4), el viento tiene una frecuencia anual de 18.5% y una velocidad media 2.6 m/s, con calmas anuales del 32.5%, para el cantón Santa Isabel.

Tabla 4. Promedio mensual y anual para la rosa de vientos en el cantón Santa Isabel.

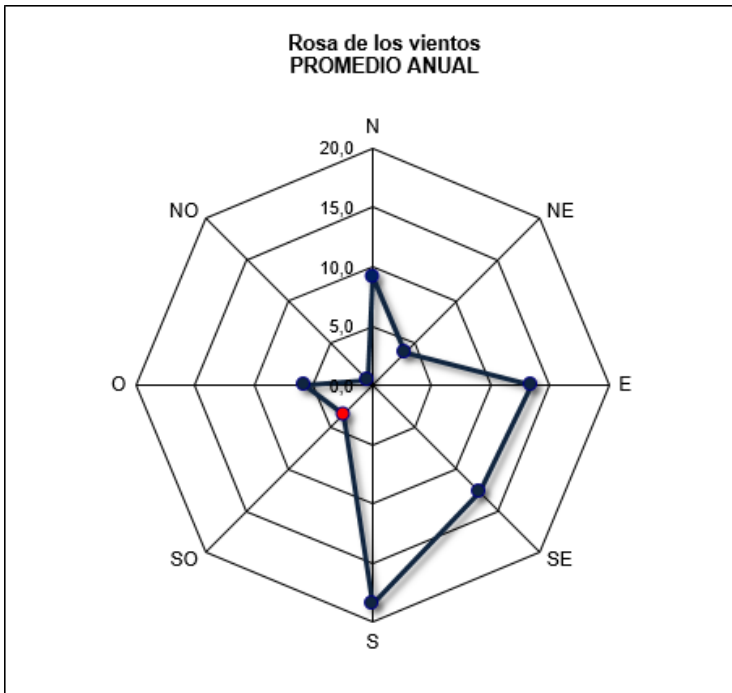
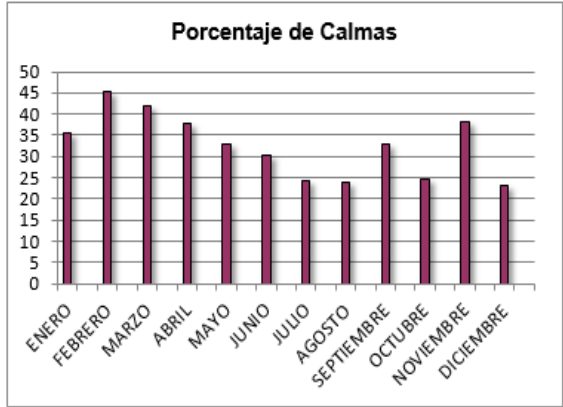
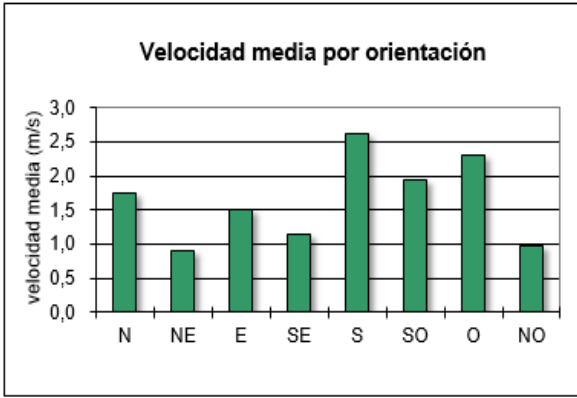
frecuencia	f	%
velocidad	v	m/s

Mes		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	% Calmas	Variable	Prom.	Máx.
ENERO	f	2,18	5,36	13,00	11,18	23,64	4,00	4,55	0,45	35,6	0,0	1,4	23,6
	v	1,21	0,85	1,01	1,11	2,45	1,68	1,88	0,77				2,4
FEBRERO	f	1,45	3,55	10,55	12,27	18,73	3,09	4,45	0,55	45,4	0,0	1,5	18,7
	v	1,34	0,66	1,57	1,90	2,32	1,48	1,64	0,73				2,3
MARZO	f	8,00	2,18	12,64	11,18	17,18	2,09	4,55	0,18	42,0	0,0	1,4	17,2
	v	1,74	0,81	1,04	0,71	2,71	1,16	2,78	0,59				2,8
ABRIL	f	8,73	3,27	10,00	14,00	19,09	1,64	4,91	0,64	37,7	0,0	1,4	19,1
	v	1,99	0,81	1,24	0,73	2,29	0,95	1,96	0,95				2,3
MAYO	f	9,18	3,91	10,55	14,36	17,82	2,27	8,45	0,55	32,9	0,0	1,4	17,8
	v	1,36	0,60	0,58	0,72	2,52	1,77	2,82	0,55				2,8
JUNIO	f	15,18	3,27	14,73	12,09	17,45	2,27	4,00	0,73	30,3	0,0	1,8	17,5
	v	2,02	1,72	1,35	0,83	2,44	2,80	2,20	0,88				2,8
JULIO	f	12,55	4,36	16,73	13,18	19,55	2,00	7,00	0,36	24,3	0,0	1,7	19,5
	v	1,98	0,58	1,71	1,44	2,60	1,89	2,60	0,73				2,6
AGOSTO	f	9,27	5,38	16,09	14,36	15,27	7,91	6,36	1,64	23,7	0,0	2,3	16,1
	v	2,08	1,33	1,58	1,86	2,79	3,15	3,05	2,88				3,2
SEPTIEMBRE	f	16,82	1,55	14,27	8,09	17,00	4,00	5,27	0,09	32,9	0,0	2,0	17,0
	v	2,38	1,36	3,15	1,50	2,96	1,97	2,30	0,18				3,1
OCTUBRE	f	5,18	5,64	18,91	16,45	14,27	4,91	9,18	1,00	24,5	0,0	2,0	18,9
	v	2,00	0,65	1,27	1,49	2,47	2,76	3,13	1,82				3,1
NOVIEMBRE	f	20,00	1,45	4,73	6,36	23,36	2,36	3,55	-	38,2	0,0	1,5	23,4
	v	2,36	0,18	2,47	0,20	4,02	1,38	1,11	-				4,0
DICIEMBRE	f	1,00	6,82	19,36	19,36	18,18	4,91	6,55	0,82	23,0	0,0	1,5	19,4
	v	0,41	1,20	1,17	1,23	1,85	2,37	2,31	1,64				2,4
ANUAL	f	9,1	3,9	13,5	12,7	18,5	3,5	5,7	0,6	32,5	0,0	1,6	18,5
	v	1,7	0,9	1,5	1,1	2,6	1,9	2,3	1,0				2,6

FUENTE: Tabulación estadística de datos del INAMHI.

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

Gráfico 2: Variación de vientos en el cantón Santa Isabel.

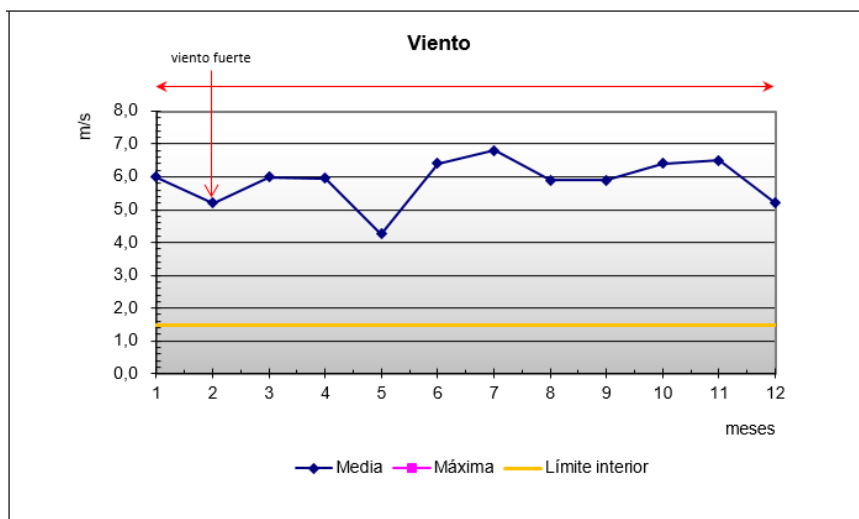


FUENTE: Tabulación estadística de datos del INAMHI.

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

En los meses de enero a mayo predominan las direcciones SW (ver gráfico 2).”La velocidad media de los vientos es de 2.6 m/s, registrándose velocidades máximas de hasta 8 m/s y velocidades mínimas de 2 m/s (ver gráfico 3)” (dspace, s.f.). La velocidad del viento es relativamente más grande en los meses de verano (junio hasta septiembre) que en los meses de invierno (diciembre hasta marzo), lo que explica la presencia de neblina (ver gráfico 2).

Gráfico 3: Vientos en el cantón Santa Isabel.



FUENTE: Tabulación estadística de datos del INAMHI.

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

1.3.3 Humedad.

“La humedad del aire se debe al vapor de agua que se encuentra presente en la atmósfera. El vapor procede de la evaporación de los mares y océanos, de los ríos, los lagos, las plantas y otros seres vivos. La cantidad de vapor de agua que puede absorber el aire depende de su temperatura. El aire caliente admite más vapor de agua que el aire frío” (buenastareas, 2016).

“La humedad va ligada al valor de temperatura, es decir que en sitios cálidos se presentarían altos valores de humedad y bajos para sitios fríos,” (bibdigital, 2008) su incidencia radica en las condiciones de confort en las temperaturas de sensación de las personas.

Tabla 5:

Promedio mensual y anual de la humedad (%H) en el cantón Santa Isabel.

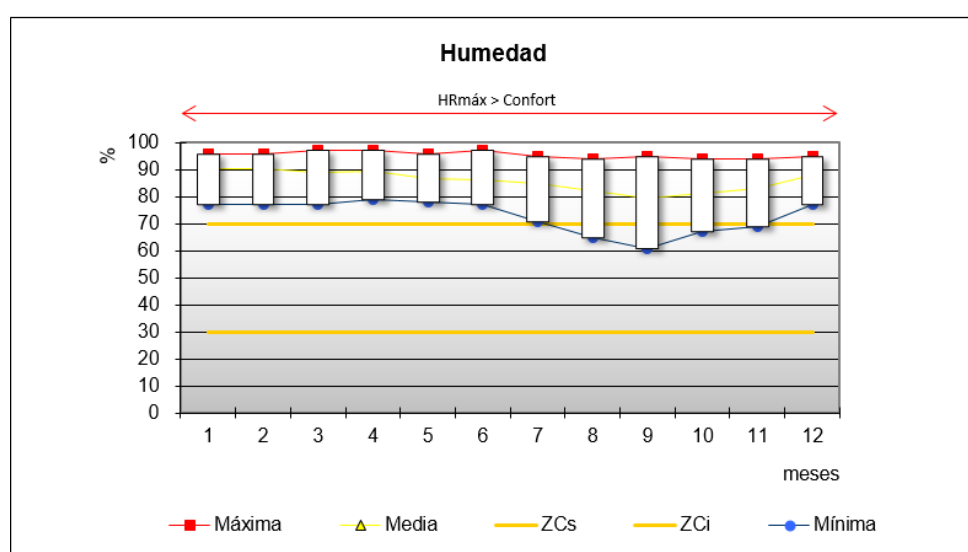
fte	PARÁMETROS	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DI C	ANUAL
HUMEDAD															
A	TEMP.BULBO HÚMEDO	°C	19,2	19,7	19,6	19,3	19,0	18,7	18,6	19,1	19,1	19,3	19,5	19,6	19,2
E2	H.R. MÁXIMA	%	98	89	84	84	81	79	78	76	78	84	85	93	84,0
A	H.R. MEDIA	%	85	86	81	78	76	74	73	72	72	75	76	81	77,4
E2	H.R. MÍNIMA	%	72	83	78	72	71	69	68	68	66	66	67	69	70,8
E	PRESIÓN DE VAPOR MEDIA	hPa	1,5	1,6	1,7	1,7	1,5	1,5	1,6	1,5	1,4	1,3	1,6	1,5	1,5
A	EVAPORACIÓN	mm	78,6	76,6	79,0	71,8	80,0	90,5	105,1	112,3	108,6	115,3	112,1	80,3	1110,1

FUENTE: Tabulación estadística de datos del INAMHI.

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

La humedad relativa promedio en el cantón Santa Isabel es del 77.4 %, “lo que significa que de la totalidad de vapor de agua (el 100%) que podría contener el aire a esta temperatura” (Docslide, s.f.) está llegando a una humedad relativa máxima de 84% y a una mínima de 70.8%, según el estudio para un período de análisis de 10 años 2002 – 2012, (ver tabla 5), además se observa el estudio de la gráfica de humedad para el clima del presente cantón en donde el rango de confort fluctúa entre el 30 y 90 % (ver gráfico 4).

Gráfico 4: Humedad en el cantón Santa Isabel.



FUENTE: Tabulación estadística de datos del INAMHI.

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

1.3.5 Precipitación.

“Se conoce a la precipitación como el producto de la condensación del vapor de agua atmosférico sobre la tierra, esto se da cuando la atmósfera que es una gran solución gaseosa, se satura con el vapor de agua, la cual se condensa y cae de la solución, es decir se precipita” (buenastareas, 2016).

“La precipitación se genera en las nubes, cuando estas alcanzan un punto de saturación; en este punto las gotas de agua aumentan de tamaño hasta alcanzar una masa en que se precipitan por la fuerza de gravedad.” (Scribd, 2016)

“Una de las características de mayor importancia es la precipitación, por su incidencia en el

ciclo del agua y en el balance hídrico de cuencas hidrográficas. La precipitación es una parte importante del ciclo hidrológico llevando agua dulce a la parte emergida de la corteza terrestre, que tiende a favorecer la vida en el planeta, incide en los procesos como la descomposición de suelos, en la erosión entre otros factores”(bibdigital, 2008).

Tabla 6:

Promedio mensual y anual de la precipitación en el cantón Santa Isabel (mm).

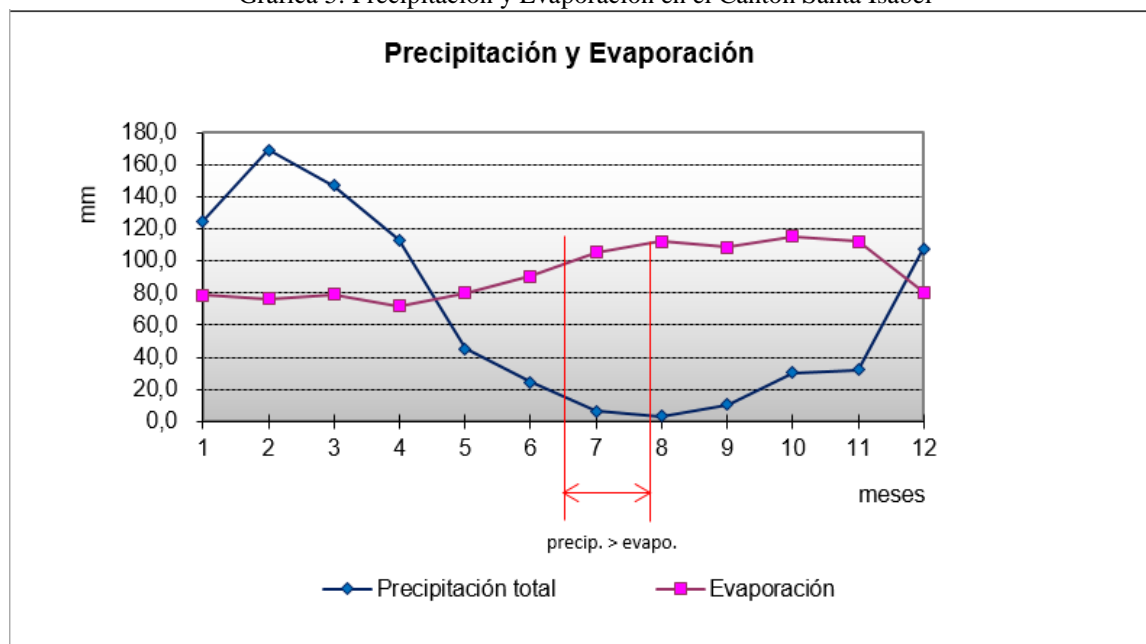
fte	PARÁMETROS	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PRECIPITACIÓN															
A	MEDIA (TOTAL)	mm	124,8	168,8	146,9	113,0	45,2	24,6	6,5	3,3	10,7	30,6	32,3	107,7	814,24
A	MÁXIMA	mm	220	432	351	180	115	112	30	11	48	53	63	282	432,4
A	MÁXIMA EN 24 HRS.	mm	25	38	40	26	12	6	3	3	5	6	9	21	40,3
A	MÁXIMA EN 1 HR.	mm	1,0	1,6	1,7	1,1	0,5	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9	1,7
B	MÍNIMA	mm	31	13	50	53	13	2	0	0	1	7	17	42	0,0

FUENTE: Tabulación estadística de datos del INAMHI.

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

De la tabla 6 se deduce que los meses más lluviosos pertenecen a los meses de enero, febrero y marzo, registrándose un promedio de precipitaciones de 814,24 mm y el mes con menos precipitación se da en agosto con 3,3 mm

Gráfica 5: Precipitación y Evaporación en el Cantón Santa Isabel



FUENTE: Tabulación estadística de datos del INAMHI.

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

Se puede definir las épocas más lluviosas en los meses de enero a mayo, y otra seca en los meses de junio a diciembre, conforme se puede apreciar en la gráfica con una precipitación máxima de 168,8 mm., y una mínima de 3,3mm., (ver gráfico 5).

1.3.6 Nubosidad.

“Se lo define como una masa densa de agua o partículas de hielo suspendidas en la atmosfera, las cuales se forman debido a la condensación del vapor de agua contenido en el aire” (Arquitectura Bioblímatica, s.f.), se puede entender que al hablar de nubosidad, hace referencia a una fracción del cielo que aparece recubierta de nubes.

“Este radica en el efecto que produce sobre los otros parámetros climáticos como la radiación y la temperatura, es decir, cuando la temperatura desciende hasta el punto de rocío o más abajo; o bien cuando la humedad es incrementada sustancialmente hasta saturar el aire” (Arquitectura Bioblímatica, s.f.).

Tabla 7:

Promedio mensual de los días nublados en el cantón Santa Isabel (Octavas).

fte	PARÁMETROS	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
A	DÍAS NUBLADOS	días	7	7	7	7	6	6	5	5	5	6	6	7	7

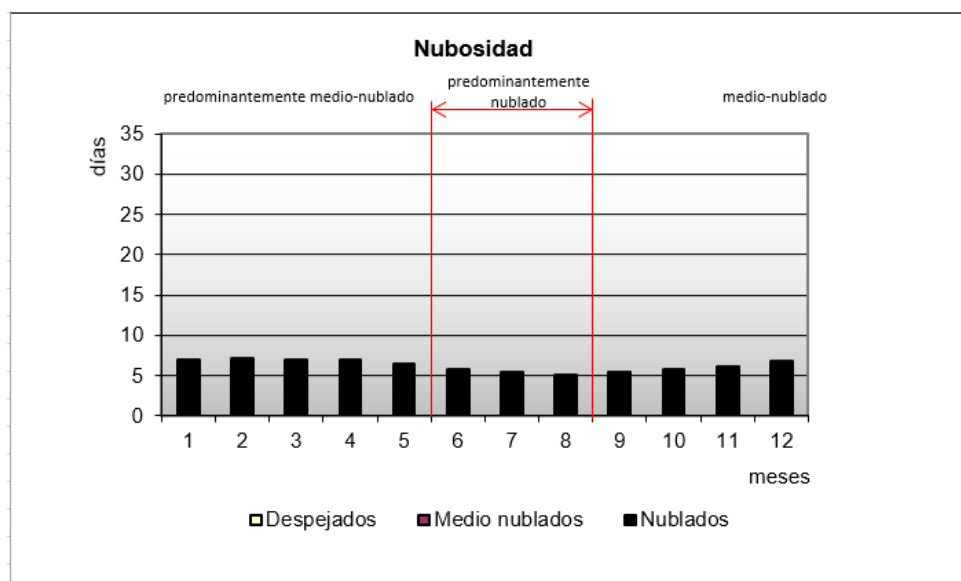
FUENTE: Tabulación estadística de datos del INAMHI.

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

“Como se puede apreciar en la tabla 6 resulta un promedio anual de nubosidad de 7/8, según el estudio para un período de análisis de 10 años 2002 – 2012 (ver tabla 7), es decir un alto nivel de nubosidad lo que favorece la presencia de un frente montañoso donde chocan las columnas gaseosas de la evaporación marina las cuales se ven impedidas de avanzar hacia el este” (dspace, 2008).

El cielo de Santa Isabel permanece cubierto con más de sus $\frac{3}{4}$ partes con nubes, los meses con mayor nubosidad son los de diciembre a abril, (ver gráfico 6).

Gráfica 6: Nubosidad en el cantón Santa Isabel.



FUENTE: (Inamhi, Tabulación estadística de datos).

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

1.3.7 Radiación.

“Un factor importante en el proceso de climatización de la Tierra es el Sol, pues la energía que este emite en forma de radiación de onda corta, es recibida por las capas más lejanas de la atmosfera, las cuales atenúan su impacto a través de la absorción o disipación, para que finalmente choquen con la superficie terrestre” (bibdigital, 2008).

La exposición exagerada a la radiación solar es perjudicial para la salud, ya que influye de manera directa, “por el aumento de la expectativa de vida humana, que está llevando a toda la población mundial, a permanecer más tiempo expuesto a las radiaciones solares, con un mayor riesgo de padecer cáncer de piel” (datateca, s.f.). Para lo cual, en el diseño arquitectónico conviene contar con los valores de radiación, sobre superficies verticales e inclinadas en diferentes orientaciones y en diferentes ángulos.

La cantidad máxima de radiación en el cantón Santa Isabel se presenta en un promedio de 797.8 W/m², según el estudio para un período de análisis de 10 años 2002 – 2012 (ver tabla 8), esto nos indica que el número de horas con sol es moderado.

Tabla 8:

Promedio mensual de la Radiación Solar (hrs)

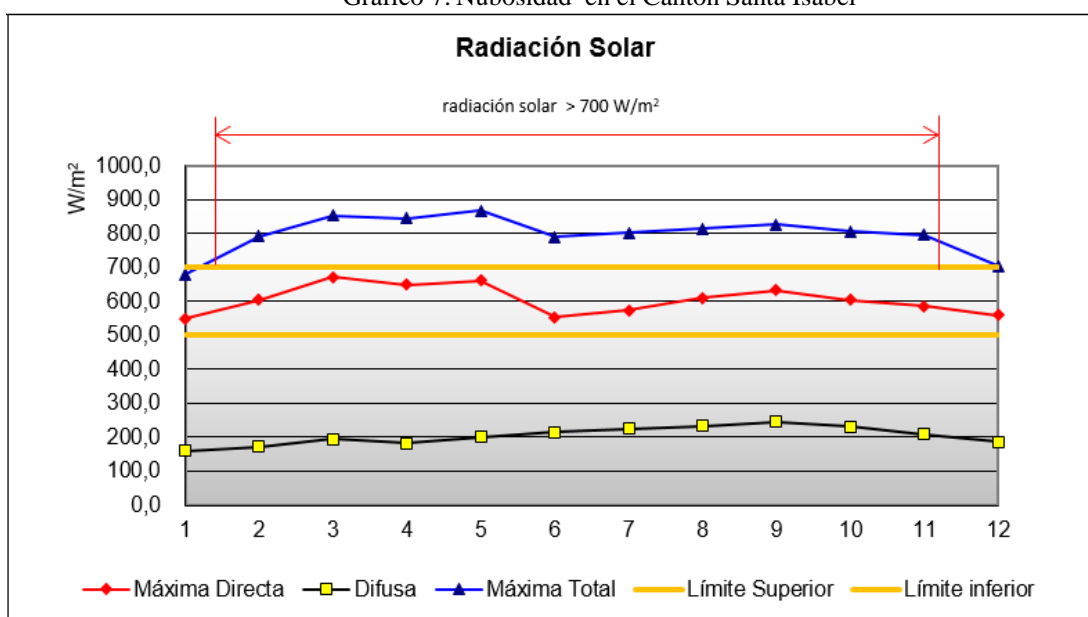
fte	PARÁMETROS	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
RADIACIÓN SOLAR															
C	RADIACIÓN MÁXIMA DIRECTA	W/m ²	550,1	605,0	672,0	650,0	662,0	553,0	574,0	610,0	632,0	605,0	585,0	560,0	604,8
E	RADIACIÓN MÁXIMA DIFUSA	W/m ²	160,0	172,0	195,0	182,0	201,0	215,0	225,0	233,0	246,0	232,0	210,0	186,0	204,8
C	RADIACIÓN MÁXIMA TOTAL	W/m ²	680,0	792,0	853,0	845,0	867,0	789,0	801,0	815,0	826,0	806,0	795,0	705,0	797,8
A	INSOLACIÓN TOTAL	hr	333,0	310,0	302,0	290,0	285,0	291,0	315,0	350,0	355,0	360,0	350,0	343,0	3.884,0

FUENTE: Tabulación estadística de datos del INAMHI.

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

La mayor radiación solar se da en los meses de julio a noviembre según el gráfico 7, y la radiación máxima difusa promedio es de 204,8 W/m², con una insolación total de 3884 hr.

Gráfico 7: Nubosidad en el Cantón Santa Isabel



FUENTE: Tabulación estadística de datos del INAMHI.

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

1.3.8 Fenómenos climatológicos especiales.

“Los fenómenos especiales afectan de manera directa al clima ya producen cambios a diversas escalas de tiempo sobre los parámetros climáticos como la temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc.” (Química I y II CCH Vallejo, 2013).

Para el análisis de los fenómenos especiales existe un promedio de lluvia apreciable 163.0 días, con la mayoría de días despejados un promedio de 199 días, para el cantón, como se aprecia en la tabla (ver tabla 9).

Tabla 9:

Fenómenos especiales en el cantón Santa Isabel.

fte	PARÁMETROS	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
FENOMENOS ESPECIALES															
A	LLUVIA APRECIABLE	días	15,0	18,0	19,0	18,0	16,0	11,0	10,0	9,0	9,0	12,0	13,0	10,0	163,0
B	LLUVIA INAPRECIABLE	días	1,3	1,5	2,0	2,4	2,0	3,1	5,0	4,7	4,2	4,0	3,1	2,1	35,4
A	DÍAS DESPEJADOS	días	15,0	14,0	13,0	12,0	13,0	12,0	13,0	19,0	20,0	20,0	18,0	18,0	199,0
A	DÍAS NUBLADOS	días	7	7	7	7	6	6	5	5	5	6	6	7	74,7
B	DÍAS CON ROCÍO	días	6,0	7,0	8,0	7,0	6,0	4,0	3,0	2,0	2,0	8,4	7,0	2,0	62,4

FUENTE: Tabulación estadística de datos del INAMHI.

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

1.4 Análisis de factores para el clima ecuatorial meso térmico seco

En un análisis previamente al proceso de diseño, es importante que se realice un estudio de factores que intervienen en el clima, pues estos pueden llegar a determinar en gran medida el funcionamiento de la vivienda tomando en cuenta un punto de vista medioambiental y de confort para lo cual se analizara a continuación.

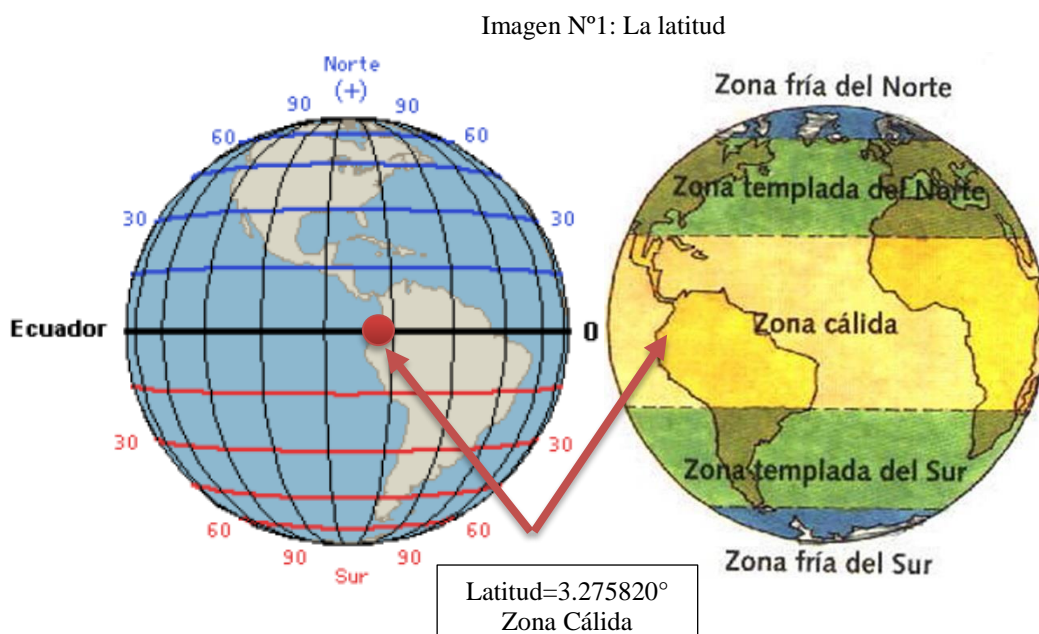
1.4.1 La latitud.

“En base a la latitud se determinan franjas climáticas en la Tierra, cuyos comportamientos varían en dependencia de usos, a 54 distancias del paralelo cero. Esta influencia tiene relación con el movimiento de traslación de la Tierra, que se manifiesta a través de la inclinación de los rayos solares y el número de horas de brillo solar, sobre una localidad determinada en la superficie terrestre. La diferencia en las horas de sol y en la inclinación de los rayos solares da lugar a las estaciones” (bibdigital, 2008).

“La latitud geográfica determina la inclinación con la que caen los rayos del sol, y la diferencia de la duración del día y la noche, cuanto más directamente incide la radiación solar más calor aporta a la tierra” (SlideShare, 2016).

La latitud es la distancia en (ángulo), de un lugar cualquiera con la línea ecuatorial, esta se expresa en grados, minutos y segundos que van del 0° a 90°.

Esta se dirige del ecuador geográfico hacia el hemisferio norte y hacia el hemisferio sur y se observa que: a mayor latitud la temperatura disminuye, como se observa en la siguiente imagen (ver imagen N°1).



FUENTE: Latitud, Recuperado de (Ciencia Geográfica, s.f.)

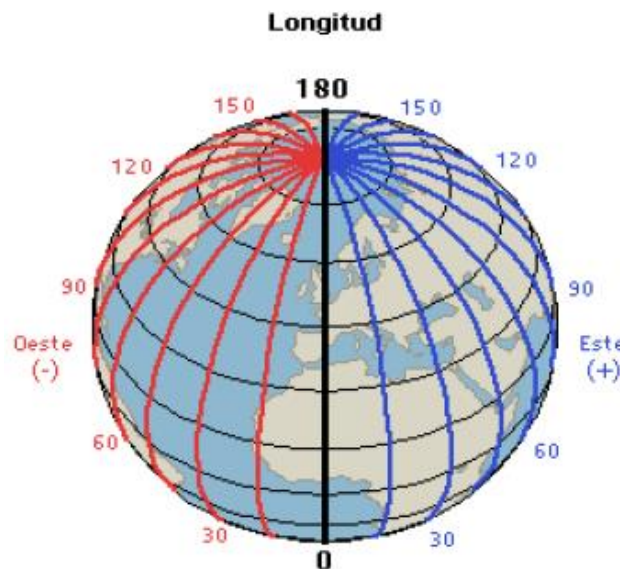
La latitud en el cantón Santa Isabel es de 3.275820° ubicada en la línea ecuatorial en una zona cálida, al ubicarse en la zona ecuatorial su temperatura es elevada lo que favorece a la habitabilidad del sector, “en donde se encuentran los vientos alisios del noreste y sureste” (Wikipedia, 2016).

1.4.2 Longitud.

“La longitud en general mide el ángulo a lo largo del ecuador desde cualquier punto de la Tierra, se acepta que Greenwich en Londres es la longitud 0, en la mayoría de las sociedades. Las líneas de longitud son círculos máximos que pasan por los polos y se llaman meridianos. Todos los puntos ubicados sobre el mismo meridiano tienen la misma longitud. Aquellos que se encuentran al este del Meridiano Cero reciben la denominación Este (E). Aquellos que se encuentran al oeste del Meridiano Cero reciben la denominación Oeste (O). Se mide de 0° a” (docplayer, 2016), 180°17 (Ver imagen N°2).

La longitud en el Cantón Santa Isabel es de 79.314378°, que está ubicado en el hemisferio oeste.

Imagen N°2: La longitud



FUENTE: Longitud, Recuperado de (Ciencia Geográfica, s.f.)

1.4.3 La altitud.

“Mientras una región se ubica al nivel del mar la temperatura es mayor para aquellas regiones que se van alejando de dicha superficie, es decir, que la temperatura es inversamente

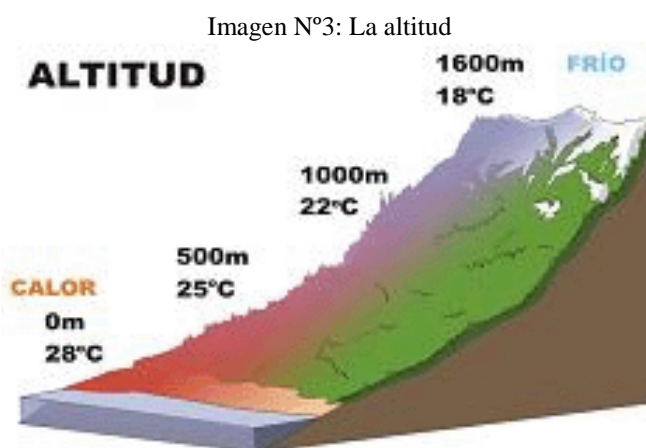
proporcional a la altitud, se ha determinado que por cada 1000 m.s.n.m. (ver imagen N° 3) la temperatura disminuye 6.4 ° C., lo que se conoce como gradiente térmico, la altitud de una región, caracteriza los distintos pisos climáticos” (bibdigital, 2008).

Se dice que en lo fundamental la temperatura del aire baja con la altitud, esto es demostrable en las grandes elevaciones orográficas situadas dentro o cerca de los trópicos, tales como el sistema de los Andes, las tierras altas africanas y los Himalayas.

“El Clima de Santa Isabel es muy variado se puede decir desde Shaglli que tiene una altitud de 2800 a 3200 m s. n. m. de clima frío hasta, los valles de Yunguilla que no sobrepasan los 1000 m s.n.m hasta los 200 m s.n.m en la zona costanera del Carmen de Pijilí.” (PDOT del cantón Santa Isabel, 2013, tomo I, pág. 2-1-19).

“La diferencia de altitud, la variada topografía, la influencia de corrientes frías que se originan en el Nudo del Portete y de corrientes cálidas que ingresan desde la Costa a través del cañón del río Jubones, contribuyen a la formación de micro y mesoclimas” (dspace, s.f.).

El rango de altitud del cantón Santa Isabel es de 1596 msnm., por lo cual pierde 16.5 °C de temperatura con relación al nivel del mar.



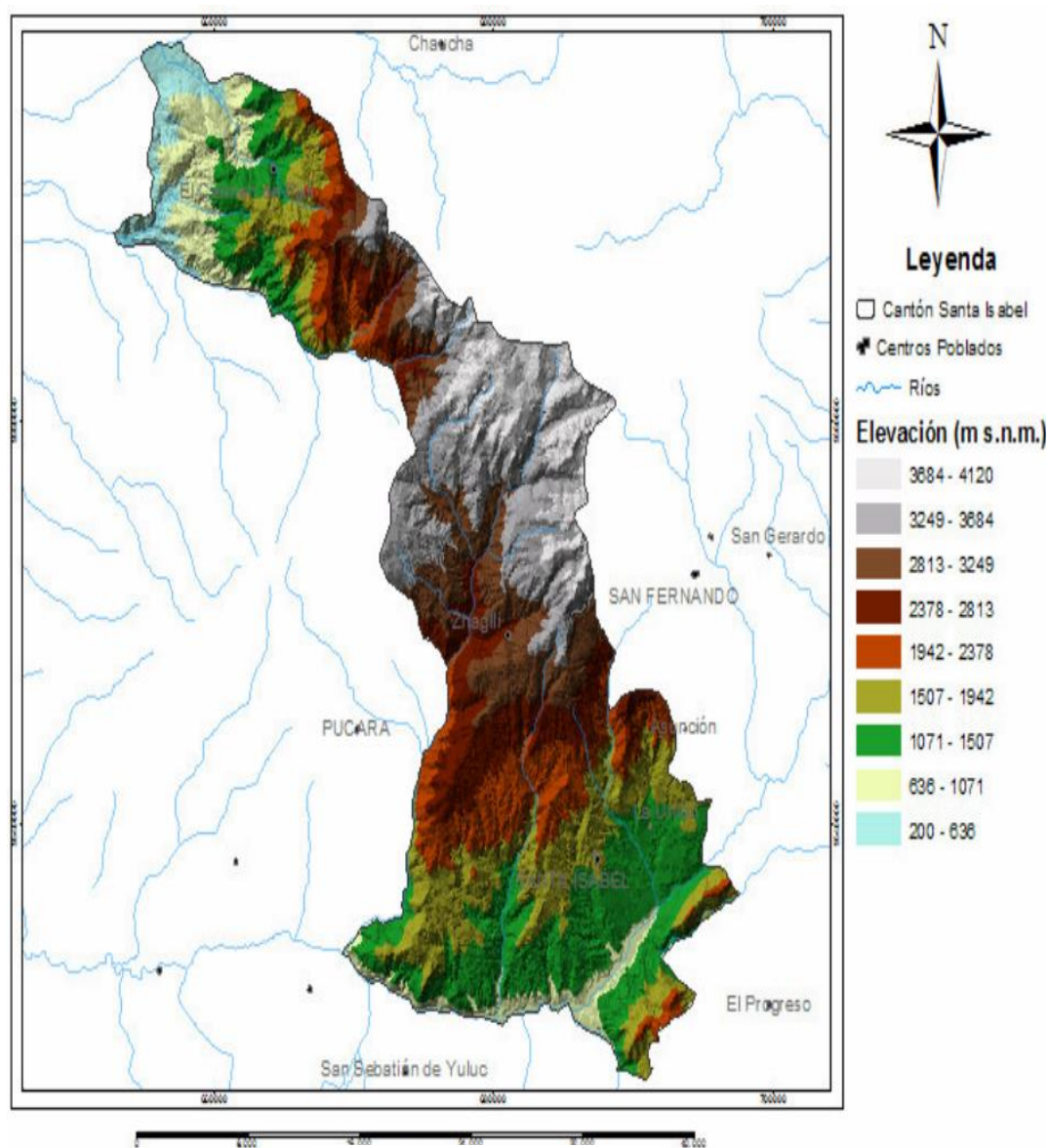
FUENTE: Altitud, Recuperado de (El clima , 2014)

1.4.4 Orografía.

Se entiende a la orografía como las elevaciones que puedan existir en una zona en particular región, país, etc.

La zona de estudio se caracteriza por varias formas orográficas: la zona 1 o de valle que se encuentra al sur está conformada por terrenos cuyas alturas varían entre 700 y 2000 m.; la zona 2 o de cordillera se ubica al centro y su altura se encuentra entre los 2000 y 4000 m.s.n.m.; conformada por las montañas del Nudo de Portete; y la zona 3 o baja que corresponde al cambio de pendiente del área de estudio con dirección a la Costa Ecuatoriana, la cual está formada por dos partes: la primera que corresponde a las estribaciones de las montañas donde las alturas varían entre los 2000 y 1000 m. s. n. m. y la otra, que se halla bajo este nivel (ver mapa N°1).

Mapa N°1 mapa de orografía



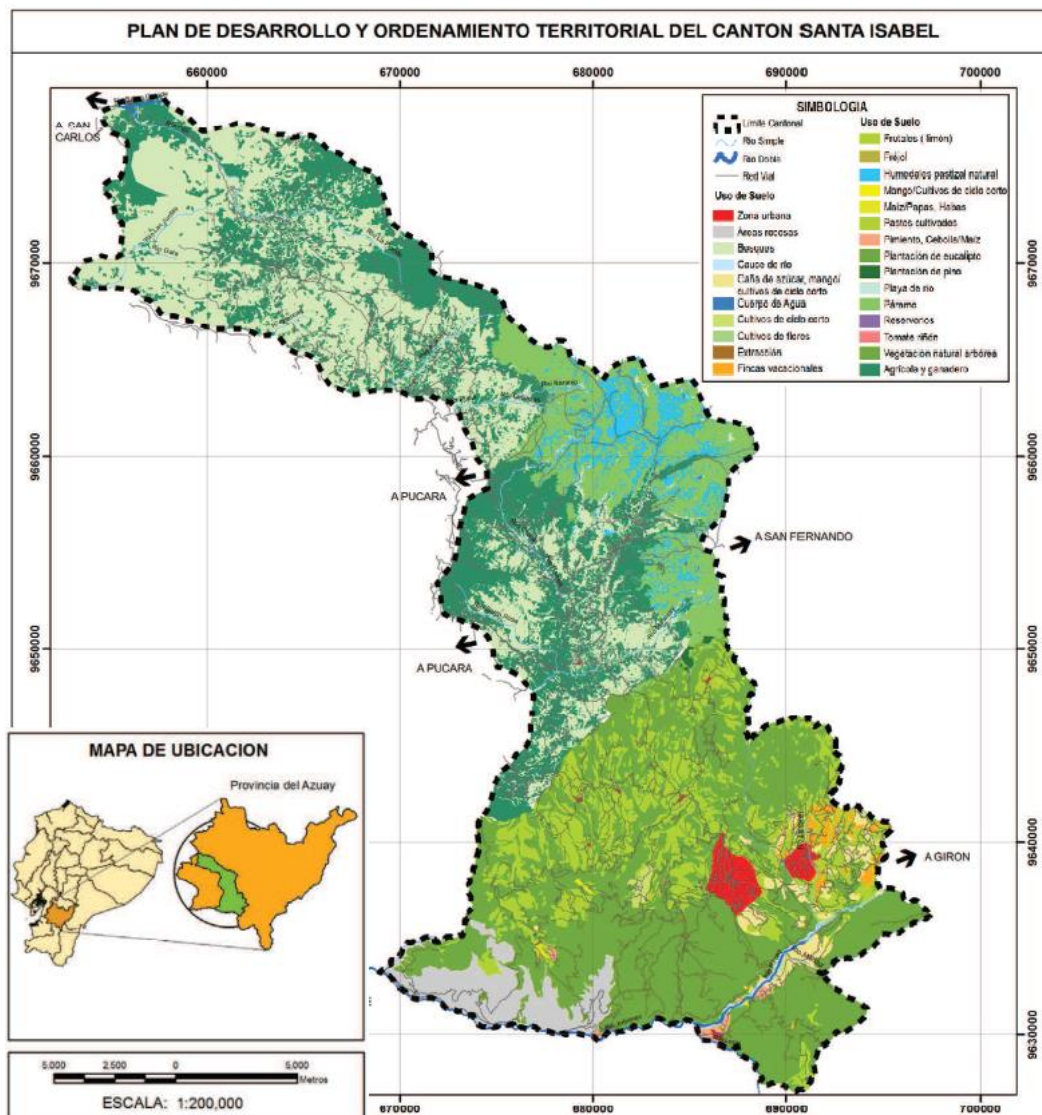
Fuente: PDOT del cantón Santa Isabel, 2013

1.4.5 El suelo.

“Aproximadamente la mitad del territorio del Cantón Santa Isabel tiene vocación para áreas de protección total o servicios ambientales, mientras que las áreas cuyo uso potencial destinado a los cultivos representan el 12%; aptos para pastos el 33% y terrenos para pastos /cultivos el 2%; lo que demuestra que los suelos del cantón tienen una mayor vocación forestal o de servicios ambientales”. (PDOT del cantón Santa Isabel, 2013, tomo I, pág. 2-3-14).

Se dice que la mayoría de los suelos corresponden a una textura arcillosa y son suelos que tienen características desde suelos moderadamente profundos, hasta suelos superficiales y muy superficiales (ver mapa N°2).

Mapa N°2 Mapa de Suelos.



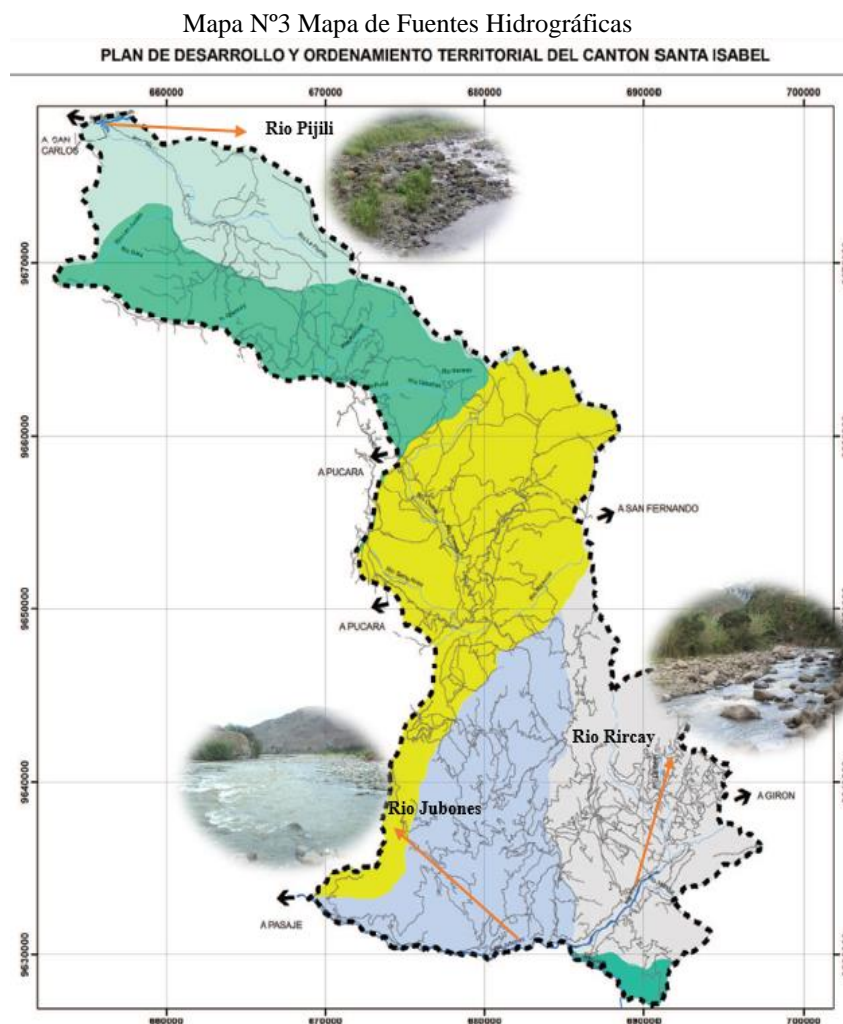
Fuente: PDOT del cantón Santa Isabel, 2013

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

1.4.6 Agua.

“En la mayoría de los casos el agua de todo Santa Isabel no es apta para el consumo humano, en un 91.7% antes de ser tratada y en un 95.84% Apta luego de ser tratada”. (PDOT del cantón Santa Isabel, 2013, tomo III, pág. 3-4-9).

El sistema hidrográfico es dendrítico y tiene dos direcciones preferenciales: la primera que atraviesa las zonas 1 y 2 y que está representado por los ríos Rircay (ver mapa N°6), Minas y San Francisco, los cuales desembocan en el río Jubones (ver mapa N°6), que se encuentran al sur del área; y la segunda que se dirige hacia el oeste, riega la zona 3 y está representada por el río Pijilí (ver mapa N°3), la función de estos ríos ayuda a la ventilación y enfriamiento del ambiente además de formar parte de la vertiente del Pacífico. (PDOT del cantón Santa Isabel, 2013, tomo III).



Fuente: PDOT del cantón Santa Isabel, 2013

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

1.4.1 Vegetación.

“Es la gran aliada de la arquitectura bioclimática. Las plantas permiten a las personas protegerse de los vientos fríos, disponer de sombra en verano, aislar los ruidos, controlar la erosión y proporcionar belleza paisajística que cambia con el curso de las estaciones” (universitat politécnica de valència, s.f.).

Para determinar qué clase de clima favorece al crecimiento de plantas nativas del cantón, se analizó la temperatura adecuada para que se de ese tipo de vegetación, así como el suelo recomendable y la cantidad de agua que necesita para su desarrollo como se explica en el siguiente cuadro (ver cuadro 3).

Cuadro 3:

Tipo de vegetación propia del cantón Santa Isabel.


<p>Imagen N°4 Saccharum officinarum (Caña de Azúcar)</p>	<p>Descripción: “Caña de tallo leñoso que está lleno de un tejido esponjoso y dulce del que se extrae el azúcar” (Wikipedia, 2016).</p>
	<p>Temperatura adecuada: “Con temperaturas no inferior a los 20 ° C. Su rendimiento en sacarosa es mayor a medida que aumenta la temperatura” (Herbarios Virtuales, 2013).</p>
<p>Elaboración: Zhunio Santiago.</p>	<p>Climas en los que se adapta: Esta planta necesita para su desarrollo un clima cálido</p>
	<p>Necesidad de agua: “Este vegetal presenta un tallo aéreo herbáceo, duro pero algo flexible y tiene una altura entre 1.5 m. y 3 m. de alto y 4 cm de diámetro de color variable, para su desarrollo necesita aproximadamente un 73*76%.” (Herbarios Virtuales, 2013).</p>
	<p>Suelo óptimo para su desarrollo: “Las heladas son sumamente perjudiciales para la planta.” (Herbarios Virtuales, 2013).</p>

Imagen N°5 cf. Chamaedorea spp. (Palma)



Elaboración: Zhunio Sa3
65241
4ntiago.

Descripción: Árboles con troncos sin ramificar sus hojas típicas son bastante grandes, alternas y espirales.

Temperatura adecuada: Se las puede encontrar en climas mayores a 21 °C.

Climas en los que se adapta: Generalmente se las encuentra en las zonas templadas.

Necesidad de agua: Alta humedad, con más de 2400 mm., de precipitación media anual.

Suelo óptimo para su desarrollo: Ubicadas generalmente en bosques tropicales.

Imagen N°6 Baccharis Salicifolia (Chilca)



Fuente: Chilca, Recuperado de, (Plantas medicinales, s.f.)

Descripción: “Árbol o arbusto de rápido crecimiento que puede alcanzar 2 m de altura y hasta 3 de ancho” (Wikipedia, 2016).

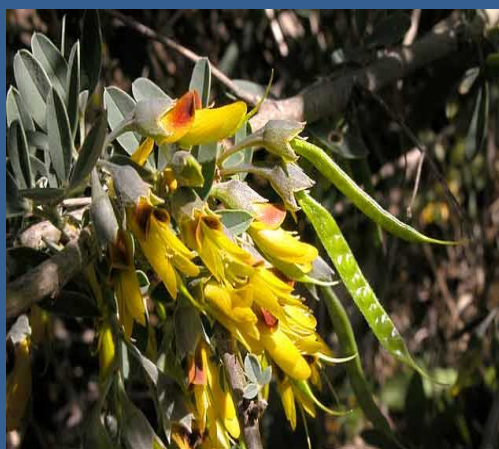
Temperatura adecuada: Se la encuentra generalmente en zonas templadas, a orillas o inmediaciones de cuerpos de agua como ríos y lagunas. Tiene registros en Argentina, Brasil, Chile, Uruguay, Paraguay y México, Ecuador.

Climas en los que se adapta: “En las cercanías de cursos de agua y en sitios con abundancia de sombra” (FCNyM, s.f.).

Necesidad de agua: Por la cantidad de precipitaciones del lugar en que se ubica, no necesariamente se encuentra cerca de cursos de agua.

Suelo óptimo para su desarrollo: Crece generalmente en suelos arcillosos.

Imagen N°7 Anagyris foetida(Hediondo)



Fuente: Hediondo, Recuperado de, (Waste, s.f.)

Descripción: “Se caracteriza principalmente porque despiden un olor fétido, en cuanto se toca a lo que debe su nombre” (plantasenmedicina, s.f.).

Temperatura adecuada: “El hediondo es un arbusto que no suele superar la altura de un hombre, a no ser que se encuentre en terrenos muy cálidos, pues entonces puede duplicar su longitud” (scribd, 2016).

Climas en los que se adapta: “Habita en matorrales y formaciones preforestales, preestépicas y estépicas, desde el nivel del mar hasta 2.000 msnm. Muy corriente en bordes de caminos y carreteras” (Wikipedia, 2016).

Necesidad de agua: Cantidad media de agua.

Suelo óptimo para su desarrollo: Para su desarrollo se dan en suelos arcillosos.

Imagen N°8 Phytelephas aequatorialis(Tagua)



Fuente: Tagua, Recuperado de, (Globedia, 2012)

Descripción: “Esta espinosa palma, de apariencia poco atractiva y de entre 5 y 6 metros de altura, tarda alrededor de 15 años hasta dar los primeros frutos” (lecosmo, s.f.).

Temperatura adecuada: “Con temperaturas no inferior a los 20 ° C., su rendimiento en sacarosa es mayor a medida que aumenta la temperatura” (Herbarios Virtuales, 2013).

Climas en los que se adapta: Desde 600 a 1500 metros de altitud

Necesidad de agua: “El proceso de desarrollo de la planta dura 15 años hasta obtener sus primeros frutos” (slidershare, s.f.) por ende la necesidad de abundante agua.

Suelo óptimo para su desarrollo: Crece generalmente en suelos húmidos.

Imagen N°9 Aloe Vera (Asphodelaceae)



Fuente: Aloe Vera, Recuperado de, (wikimedia, s.f.)

Descripción: “Es un arbusto con tallo de hasta 30 cm, erecto, sin rebrotes laterales. Las hojas miden 40-50 por 5-8 cm” (wn, s.f.).

Temperatura adecuada: “Su cultivo requiere una temperatura que esté por encima de los 10 °C, ya que no es tolerante al frío; tampoco tolera excesiva humedad requiriendo climas secos” (wn, s.f.).

Climas en los que se adapta: “Arenales y roquedos costeros, alterados y nitrificados desde el nivel del mar hasta 200 m de altitud” (wn, s.f.).

Necesidad de agua: No necesita gran cantidad de agua para su crecimiento.

Suelo óptimo para su desarrollo: Se da en suelos costeros rocosos y arcillosos.

Imagen N°10 Dodonaea viscosa (Sapindaceae).



Fuente: Dodonaea viscosa, Recuperado de, (wikimedia, s.f.)

Descripción: “Es un arbusto fino o pequeño árbol Es un arbusto de cerca de 1-3 m de altura, raramente árbol de 10 m de altura. Hojas simples, elípticas, 6-13 cm de longitud y 2-4 cm de ancho” (xerojardineria, 2010)

Temperatura adecuada: “Con temperaturas no inferior a los 20 ° C., su rendimiento en sacarosa es mayor a medida que aumenta la temperatura” (Herbarios Virtuales, 2013).

Climas en los que se adapta: “Se encuentra generalmente en regiones tropicales, subtropicales y templadas de África, América, sur de Asia y Australasia” (municipio maldonado, 2016).

Necesidad de agua: “Se pueden plantar setos de esta especie como cortinas de viveros en zonas secas, y como ornamental en áreas con temporal limitado y sin riego” (xerojardineria, 2010).

Suelo óptimo para su desarrollo: Se recomienda en el control de la erosión, como cortina rompe vientos y como restaurador de suelos

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

Para definir el clima del cantón Santa Isabel se resume de manera general este capítulo (ver cuadro 4).

Cuadro 4. Resultados del clima en el cantón Santa Isabel.

		Rangos medios anuales	Descripción y como afecta al sector	
CLIMA EQUATORIAL SECO	ELEMENTOS DEL CLIMA	Temperatura	22 ° C	Clima moderadamente cálido.
		Presión Atmosférica	857.12 Hpa	Expresa la variación de la densidad del aire.
		Vientos	2,6 m/seg	Ayuda a refrescar el lugar
		Humedad	77.4 %	Mantiene constante las precipitaciones
		Precipitación	814.24 mm	Tiene importancia en el ciclo del agua
		Nubosidad	7/8 octas	Controla la radiación que ingresa a la Tierra.
		Radiación	1603.3 hr.	Regula los mecanismos de la Tierra.
	FACTORES DEL CLIMA	La latitud	3.275820°	Ubicado en la zona ecuatorial
		Longitud	79.314378°	Ubicado en el hemisferio Oeste
		Altitud	1596 msnm.	Se encuentra cerca del nivel del mar
		Orografía	Cordillera de 2000 y 4000 m.s.n.m.	Choque contra los vientos
		El agua	Arcilloso	Se necesita estudios previos para construir en este sitio
		El agua	Río Rircay Río Minas Río San Francisco Río Jubones Río Pijilí	Ventilación natural para el sitio
MESOTÉRMICO	Vegetación	Saccharum officinarum (Caña de Azúcar)	Ayuda al control de viento, purificación del ambiente y control de los rayos solares.	
		cf. Chamaedorea spp. (Palma)		
		Baccharis Salicifolia (Chilca)		
		Anagyris foetida(Hediondo)		
		Phytelephas aequatorialis(Tagua)		
		Aloe Vera (Asphodelaceae)		
		Dodonaea viscosa (Sapindaceae).		

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

1.5 Definición del clima del cantón Santa Isabel.

La temperatura media para el clima del cantón Santa Isabel oscila entre los 22° C, con poca discrepancia generalmente entre los meses de verano e invierno. Dos estaciones secas, la una muy marcada entre junio y septiembre, por la presencia de lluvias anuales de 814,24 mm., con una presión atmosférica de 857.12 HPa. La humedad relativa del cantón es del 72% y el cielo esta generalmente poco nublado con una nubosidad de 7/8 octas, siendo la insolación mayor a 1603.3 horas anuales, este tipo de clima se acantona en las hoyas interandinas bien abrigadas ya que dentro de los factores del clima su latitud es de 3.275820°, su longitud de 79.314378°, y su altitud de 1596 msnm., hacen que se ubique en la zona ecuatorial, con ríos que cruzan al cantón y sirven como ventiladores naturales para refrescar al sector, el suelo del cantón es de tipo IV considerado un suelo arcilloso, la vegetación existente y propicia para que se de en el cantón es la caña de azúcar, la palma, y diferentes arbustos que ayudan al confort de los usuarios, entre otros propicios para un clima ecuatorial meso térmico seco.

1.6 Conclusión.

Con el resultado de estudio de este capítulo se deduce que el clima del cantón Santa Isabel es meso térmico seco, dadas las condicionantes ya mencionadas para el clima, lo que permitirá deducir las estrategias necesarias para el análisis del confort a los habitantes del lugar.

Del análisis realizado en este capítulo servirá de herramienta para el estudio del capítulo II el confort, en donde se analizará las estrategias necesarias para que los usuarios encuentren bienestar y habitabilidad en el lugar, para luego emplear herramientas bioclimáticas con el fin de establecer las estrategias necesarias para el clima del cantón.

CAPÍTULO II

EL CONFORT

2. Confort

Al confort se lo puede definir como la sensación de comodidad, bienestar fisiológico y psicológico del cuerpo humano, por ende se vincula con las funciones que desempeña el cuerpo humano, “como la audición, la visión, el sistema nervioso o los problemas articulares generados por el exceso de vibraciones, para lo cual resulta muy importante al momento de plantar soluciones arquitectónicas que permite tener en cuenta los parámetros y factores que intervienen en una edificación, con el objeto de lograr que la vivienda tenga el diseño adecuado” (Tesis doctorales en Red, s.f.), y que exista bienestar para los que lo habitan, para ello dentro de este capítulo se aborda y analiza el confort en el cantón Santa Isabel.

“De una manera más directa se lo puede definir al confort, como a un estado de percepción ambiental momentáneo, el cual está determinado por el estado de salud de las personas, pero además por muchos otros factores, los cuales se pueden dividir en dos grupos: los factores endógenos internos o intrínsecos del individuo, y factores exógenos o externos y que no dependen del individuo; entre los cuales podemos destacar los siguientes” (Fuentes Freixanet, 2011).

2.1 Factores internos que determinan el confort

“Raza, sexo, edad, características físicas y biológicas, salud física o mental, estado de ánimo, grado de actividad metabólica, experiencia y asociación de ideas, etc.” (Murillo Rountree, 2011).

2.2 Factores externos que determinan el confort

“El grado de arropamiento, tipo y color de la vestimenta, factores ambientales como temperatura del aire, temperatura radiante, humedad del aire, radiación, velocidad del viento, niveles lumínicos, niveles acústicos, calidad del aire, olores, ruidos, elementos visuales, etc” (Murillo Rountree, 2011).

“El confort se obtiene a través de la integración de todos los factores y estímulos recibidos por el cuerpo humano, en un momento dado, con fines prácticos se divide en varios tipos de acuerdo al canal de percepción sensorial, que se involucra; de tal forma se cuenta con los siguientes tipos de confort” (Murillo Rountree, 2011):

- Confort higro-termico para el clima Ecuatorial Mesotérmico Seco
- Confort Lumínico,
- Confort Acústico,
- Confort Olfativo y calidad de aire
- Confort Psicológico.

2.1.1 Confort higro – térmico.

“Se lo define como un ambiente térmicamente ideal en el cual los ocupantes no expresan ninguna sensación de calor o frío, en si es la ausencia de malestar térmico.

Se refiere principalmente a las condiciones de bienestar en el individuo, pero desde el punto de vista de su relación de equilibrio con las condiciones de temperatura y humedad en un lugar determinado” (Fuentes Freixanet, 2011). Un ejemplo, en donde una persona se encuentra sentada y con ropa liviana, el confort higro- térmico alcanza una temperatura entre 21°C y 25 °C y con humedad relativa entre 20 % y 75%.

“Es necesario considerar para el confort higro- térmico, las relaciones entre el medio ambiente térmico y las sensaciones fisiológicas y psicológicas, que experimentan las personas frente a esos ambientes” (Murillo Rountree, 2011).

2.1.1.1 Termoregulación.

En la termorregulación para poder ganar calor por el cuerpo humano, son idénticas a los cuerpos inertes que tengan las mismas dimensiones y los mismos coeficientes de conducción, radiación y evaporación, ya que el hombre puede modificar su coeficiente respecto a situaciones como a la pérdida o recepción de calor de acuerdo a sus necesidades biológicas.

“La temperatura neutra de la piel es alrededor de 33°C, y las sensaciones de calor o frío son producidas cuando la temperatura ambiente está arriba o abajo de ésta. Los principales factores que afectan a la sensación de confort son: temperatura del aire, temperatura radiante, velocidad del aire, humedad relativa, nivel de ropa y grado de actividad. Cualquier cambio en ellos provoca las diferentes sensaciones de confort” (Tecnológico de Monterrey, 2015).

Al comparar la temperatura interna corporal con la temperatura neutra, esta puede presentar las siguientes zonas de respuesta y comportamiento:

- Temperatura del cuerpo menor a la temperatura neutral = En este caso se activan los mecanismos de vaso constricción.
- Temperatura del cuerpo menor a 34° C = En este caso ocurre una pérdida de habilidad
- Temperatura del cuerpo menor a 31° C = Esta situación es letal
- Temperatura del cuerpo mayor a la temperatura neutral = En este caso se activan los mecanismos de vaso dilatación.
- Temperatura del cuerpo mayor a 37° C = Inicio de la sudoración.
- Temperatura del cuerpo mayor a 39° C = Inicio de la pérdida de habilidad.
- Temperatura del cuerpo mayor a 43° C = Esta situación es letal. (Murillo Rountree, 2011).

Un factor importante en el arropamiento es el porcentaje de piel descubierta, es decir el grado de exposición al medio ambiente sin arropamiento.

“La cantidad de energía calorífica producida por metabolismo basal varía muy poco sea cual sea la actividad que desarrolle el individuo, sin embargo la energía producida por metabolismo muscular depende directamente del grado de actividad que se tenga” (Scribd, 2016).

“Entre los varios estudios del confort térmico se ha llegado a desarrollar fórmulas, tablas y gráficas, que permiten de un modo o de otro hacer aproximaciones sobre las posibles condiciones de confort térmico de un lugar, si se tienen algunos datos de los factores y de los parámetros ambientales ya mencionados. La temperatura de confort es recomendable que se mantenga entre los siguientes rangos” (Scribd, 2016) (ver cuadro 5):

Cuadro 5:

La temperatura de confort

Época del año	Temperatura °C	Velocidad del viento (m/seg)	Humedad Relativa (%)
Invierno	20-24	0.14	45
Verano	23-26	0.25	65

FUENTE: ISO 7730 y EN -27730
ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

Para que se dé la termorregulación se consigue a través de la oxidación de los alimentos, tras ello existen diferentes tipos de termorregulación que son:

2.1.1.2 Regulación de comportamiento.

“Además de la regulación autónoma involuntaria, el hombre también modifica su comportamiento de manera voluntaria para regular su sensación térmica y niveles de confort. Ante los estímulos externos el hombre establece su grado de confort (de manera consciente o no) y tratará de regular su ambiente por medio de movimientos o actividad corporal, ingesta de bebidas y alimentos y aumentando o disminuyendo su grado de arropamiento.

También se puede hablar de regulación del comportamiento social, por ejemplo en los ajustes de horarios de trabajo, periodos de siesta, códigos de vestir, etc.” (Fuentes Freixanet, 2011).

2.1.1.3 Regulación técnica.

“Más allá de su cuerpo, el hombre puede regular su entorno térmico por medio de la arquitectura y la tecnología; abriendo o cerrando una ventana, o activando sistemas de acondicionamiento artificial, los cuales pueden ser activados automáticamente por medio de sensores térmicos o ambientales” (Fuentes Freixanet, 2011).

2.1.1.4 Regulación autónoma.

“El cuerpo tiene distintos tipos de sensores de temperatura, tanto internos como externos (en la piel), sin embargo el encargado de interpretar todas las señales térmicas es el cerebro,

particularmente el hipotálamo. Ante los distintos estímulos el hipotálamo enviará señales a distintos órganos del cuerpo para iniciar la regulación térmica autónoma regulación involuntaria “Las principales acciones se presentan en el aparato circulatorio y en los demás órganos que intervienen directamente en el intercambio de calor. Bajo condiciones de alta temperatura la presión arterial aumenta así como el ritmo cardiaco y respiratorio, aumentando la demanda de oxígeno; los vasos sanguíneos se dilatan, los poros de la piel se abren incrementándose la evo-transpiración, y eliminación de líquidos .A bajas temperaturas los efectos se invierten, la presión arterial disminuye al mismo tiempo que el ritmo cardiaco y respiratorio, los vasos sanguíneos y poros de la piel se contraen disminuyendo las pérdidas por evo-transpiración y la actividad general de todos los órganos disminuye” (Arquitectura Bioblímatica, s.f.).

“Pero además el cuerpo hace uso de la energía metabólica interna y si es necesario provoca movimientos corporales involuntarios como el estremecimiento o tiritera para generar más calor” (Fuentes Freixanet, 2011).

2.1.1.5 Balance térmico del cuerpo humano.

El equilibrio térmico del cuerpo humano puede expresarse mediante una ecuación denominada balance térmico del cuerpo humano, en la que se representan los factores de ganancia (termogénesis) y pérdida (termólisis).

Para el equilibrio del cuerpo humano, se puede formular mediante una ecuación denominada balance térmico del cuerpo humano, en la que se representa los factores de ganancia (termogénesis) y pérdida (termólisis).

Ganancias:

- **Metabolismo.**_ Del proceso basal, proceso digestivo, actividad y tensión muscular.
- **Radiación.**_ de sol, directa y reflejada, de radiadores incandescentes y de objetos calientes no incandescentes.
- **Conducción.**_ Por contacto con cuerpos calientes.

- **Convección.**_ del aire temperatura mayor a la piel.

Perdidas:

- **Radiación.**_ al cielo y superficies frías.
- **Conducción.**_ por contacto con cuerpos fríos
- **Convección.**_ Al aire con temperatura menor a la piel.
- **Evaporación.** Por respiración y transpiración.

“Existirá equilibrio térmico cuando el ambiente es térmicamente neutro, cuando la termogénesis se equilibra con la termólisis, no se almacena calor y la temperatura corporal se equilibra, es decir “(Scribd, 2016).

Ecuación 1.

$$M+/-R+/-Cd+/-Cv-E=0$$

Donde:

M= Metabolismo

R= Radiación

Cd= Conducción

Cv= Convección

E= Evaporación

“Además si la suma es mayor a 0 quiere decir que el cuerpo se está calentando y se producirá regulaciones vasomotoras, si la temperatura es menor a 0 quiere decir que el cuerpo se está enfriando” (Murillo Rountree, 2011).

2.1.1.5.1 El metabolismo.

“Se dice que el ser humano tiene una temperatura aproximadamente de 37°C; interna propia e independiente del mundo exterior, hasta que la persona puede superar temperaturas internas entre 31°C a 43°C en casos de enfermedad, eso en períodos cortos de tiempo. Como fuente de calor para el organismo se considera a la producción de calor metabólico (M)” (Scribd, 2016).

Para poder medir el metabolismo se utiliza una unidad de medida denominada met, que es igual

a 58W/m^2 Watts por cada m^2 de piel del ser humano, considerando que en nuestro medio el promedio de un ser humano es de 1.72 m^2 . “Es un factor interno importante que interviene en la obtención del confort. El metabolismo se mide en unidades met; $1\text{ met} = 58.15\text{ W/m}^2$ ” (Docslide, s.f.). Los metros cuadrados se refieren a la superficie corporal considerando un hombre promedio con 1.8 m^2 y mujeres con 1.6 m^2 . En términos generales se pueden considerar $1\text{ met} = 100\text{ W}$ totales para una persona promedio (ver tabla 10).

Tabla 10:
Tabla de metabolismo para diferentes actividades

Actividad	W/m ²	Met	W/persona
Dormir	40	0.70	69
Estar cansado	45	0.80	77
Sentado con movimiento moderado	60	1.00	103
Sentado con actividad ligera	64	1.10	110
De pie sin movimiento	70	1.20	120
De pie con actividad ligera	78	1.30	134
De pie con levantamiento y transporte moderado	93	1.60	160
Trabajo manual ligero	100	1.70	172
Caminar en horizontal (2Km)	110	1.90	189
Bailar (actividad social)	111	1.90	191
Construcción ligera	125	2.20	215
Trabajo manual moderado	139	2.40	239
Lavar platos	145	2.50	249
Limpieza domestica	150	2.60	258
Ejercicio moderado	167	2.90	287
Lavar a mano, planchar	170	2.90	292
Construcción moderada	180	3.10	310
Caminar en horizontal (5km)	200	3.40	344
Trabajo manual pesado	235	4.10	404
Ejercicio intenso	250	4.30	430
Construcción pesada	275	4.70	473
Ejercicio o trabajo muy intenso	450	7.80	774
Correr (15km)	550	9.50	946

FUENTE: (Murillo Rountree, 2011).

Las personas con edades entre los 45 y 70 años de edad, tienen un metabolismo más bajo por lo que necesitan temperaturas más altas, mientras que los niños tienen un metabolismo más alto resultando más sensitivas a los cambios ambientales.

2.1.1.5.2 Superficie corporal de una persona.

“Para calcularlo se utilizó la fórmula de Mosteller, una de las más comúnmente usadas, publicada en 1987 Metric (área en metros cuadrados, peso en kilogramos y altura en centímetros)” (Wikipedia, s.f.).

Ecuación 2.

$$x = \sqrt{\frac{\text{peso} \times \text{altura}}{3600}}$$

2.1.1.5.3 La radiación (r).

“Corresponde a la trasmisión de calor que se da a través de las radiaciones de onda larga y corta, sin influencia de temperatura, humedad o velocidad del aire. La tasa de radiación es proporcional al poder de absorción de la piel, y al tipo de piel (ver cuadro 6), la piel refleja un 50% de la larga onda y un 25 % de onda corta mientras que la piel negra aún menos en esta tabla se establece el tipo de piel” (Murillo Rountree, 2011).

Cuadro 6 Tipo de piel

tipo	nombre	características	e estimado
TIPO I	Céltica	Piel muy pálida, cabello rojizo, muchas pecas	0.65
TIPO II	Pálido	Piel pálida, cabello rubio , algunas pecas	0.70
TIPO III	Caucásica	Piel caucásica, cabello castaño, sin pecas	0.75
TIPO IV	Mediterránea	Piel marrón, cabello y ojos oscuros	0.80
TIPO V	Indio americano	Piel marrón oscuro, cabello oscuro	0.85
TIPO VI	Negra	Piel y cabello negro	0.90

FUENTE: (Murillo G. , 2011)

Para la ganancia o pérdida por radiación solar se tiene la siguiente ecuación:

Ecuación 3.

$$R=e \sigma A \Delta T.$$

R= Flujo de Calor por radiación (W).

A=Área (m²).

e="emisividad- absorbencia de 0.7 a 0.9 dependiendo de la pigmentación de la piel; la piel morena absorbe y emite más energía que la piel blanca" (biocab, 2016).

$\sigma= 5.6703 \times 10^{-8}$ watt/m² k⁴.

ΔT : Diferencia de Temperatura (K^4).

ΔT : $T_n^4 - T_a^4$. (Interviene el flujo del calor donde la temperatura mayor cambia por la temperatura menor).

T_n : Temperatura Neutra (K^4).

T_a : Temperatura Aparente (K^4).

Considerando las siguientes situaciones de la persona se tiene:

Desnudo 100% del área corporal sin ropa.

Parcialmente desnudo 90 % del área corporal con ropa interior o afines.

Semidesnudo 50% del área corporal con bermudas y camiseta corta o afines.

Normal 25% del área corporal con pantalón y camiseta corta o afines.

Cubierto 10% del área corporal solo descubierta la cara.

“Además la temperatura del aire óptima en el cual el cuerpo disipa adecuadamente el calor generado depende de varios factores, entre ellos la aclimatación del individuo” (Murillo Rountree, 2011).

Aplicando la ecuación de Szokolay.

Ecuación 4.

$$T_n = 17.6 + 0.31 T_m$$

Ecuación 5.

$$Z_c = T_n \pm 2.5^\circ C$$

Donde:

T_n = Temperatura Neutra.

T_m = Temperatura media anual o mensual.

Z_c = zona de confort.

2.1.1.5.4 La convección (cv).

“Se denomina a la transferencia de calor entre la piel y el aire circúndate” (Murillo Rountree, 2011).

Para el análisis de ganancia o pérdida por convección se aplica la siguiente ecuación.

Ecuación 6.

$$Cv=he*A* \Delta T$$

Donde:

Cv: Flujo de energía calorífica por convección superficial (W).

he: Coeficiente de convección (w/m² °C).

A: Área del Cuerpo (m²).

Δ T: Diferencia de Temperatura (°C).

$$\Delta T: Tn-Ta$$

Tn: Temperatura Neutra (°C).

Ta: Temperatura Aparente (°C).

Coeficiente hc:

Para ambientes interiores donde le flujo del aire es bajo (ver cuadro 7).

Cuadro 7: Coeficiente hc.

Condición del aire	Coeficiente (W/m ² °C)	
Convección natural	Desde 5 hasta 10W/m ² °C	5 en climas cálidos 10 en climas fríos

FUENTE: (Murillo G. , 2011)

Para superficies expuestas a vientos exteriores.

Ecuación 7.

$$hc: 5.8 +4.1 V.$$

2.1.1.5.5 La conducción (cd).

“Es la transmisión de temperatura a través del medio ambiente debido al contacto directo entre la piel y los cuerpos sólidos del entorno. Cuanto mayor sea la superficie de contacto con ese cuerpo sólido, mayor transmisión de temperatura. Respecto al suelo, la superficie de contacto son los pies, la cual es pequeña y por tanto su influencia es poca. Respecto a un sofá o una cama, esta superficie de contacto es mayor” (INOCUO, 2015).

Supone un 5% de la transmisión de calor total del cuerpo humano en condiciones de confort.

La integración de la vestimenta en el proceso de intercambio se realiza mediante la definición de una unidad de aislamiento denominada clo (clo =ropa), que equivale a 0.155 m² * grado C/W, “CLO” se define como el aislamiento térmico (resistencia térmica) necesario para mantener

una temperatura estable y cómoda a la piel durante 8 horas, detalladas en las tablas de prendas de vestir (ver tabla 11).

Tabla 11:
Tabla de los niveles de arropamiento y valores de clo.

PRENDAS DE VESTIR	Clo	m ² grado C/ W	
Ropa interior inferior	Medias	0,02	0,003
	Panty	0,03	0,005
	Bragas y calzoncillos	0,04	0,006
	Calzoncillo media pierna de lana	0,06	0,009
	Calzoncillo pierna entera	0,10	0,016
Ropa interior superior	Sujetador	0,01	0,002
	Camiseta sin mangas	0,06	0,009
	Camiseta manga corta	0,09	0,014
	Camiseta manga larga	0,12	0,019
	Camiseta térmica de nylon	0,14	0,022
Camisas	Top de tubo	0,06	0,009
	Camisa manga corta	0,09	0,029
	Blusa ligera manga larga	0,15	0,023
	Camisa ligera manga larga	0,20	0,031
	Camiseta franela manga larga	0,25	0,039
	Camisa franela manga larga	0,30	0,047
	Blusa larga de cuello de tortuga	0,34	0,053
Pantalones	Pantalones cortos	0,06	0,009
	Pantalones cortos de excursión	0,11	0,017
	Pantalones ligeros	0,20	0,031
	Pantalones normales	0,25	0,039
	Pantalones de franela	0,28	0,043
	Pantalones de calentador	0,28	0,043
Mono	De diario con cinturón	0,49	0,076
	De trabajo	0,50	0,078
De alto aislamiento	Multi componente relleno	1,03	0,160
	Con forro de peluche	1,13	0,175
Suéter	Pulóver	0,12	0,019
	Suéter fino	0,20	0,031
	Suéter fino cuello de tortuga	0,26	0,040

	Suéter normal	0,28	0,043
	Suéter grueso	0,35	0,054
	Suéter grueso cuello de tortuga	0,37	0,570
Chaqueta	De vestido	0,13	0,020
	Chaqueta ligera de verano	0,25	0,039
	Chaqueta normal	0,35	0,054
	Anorak	0,30	0,047
Abrigos	Abrigo normal	0,60	0,093
	Gabardina	0,55	0,085
	Parka	0,70	0,109
	Sobre abrigo multi componente	0,52	0,081
Calzado	Calcetines	0,02	0,003
	Calcetines gruesos a los tobillos	0,05	0,008
	Calcetines gruesos largos	0,10	0,016
	Zapatilla rellena de peluche	0,03	0,005
	Zapato suela fina	0,02	0,003
	Zapato suela gruesa	0,04	0,006
	Botas	0,10	0,016
	Guantes	0,05	0,008
Falda, vestido	Falda ligera 15 cm sobre la rodilla	0,10	0,016
	Falda ligera 15 cm bajo la rodilla	0,18	0,028
	Falda gruesa hasta la rodilla	0,25	0,039
	Vestido ligero sin mangas	0,25	0,039
	Vestido de invierno manga larga	0,40	0,062
Ropa de cama	Camisón largo de manga larga	0,30	0,047
	Camisón corto de tirantes	0,15	0,023
	Camisón de hospital	0,31	0,048
	Pijama de mangas y pantalones largos	0,50	0,078
	Body de dormir con pies	0,72	0,112
	Pantalón corto	0,10	0,016
Batas	Bata larga acolchada de manga larga	0,53	0,082
	Bata corta acolchada de manga larga	0,41	0,064
Asientos	Tapizado, acolchado, con cojín	0,10	0,016
	Sillón	0,20	0,032"

FUENTE: (Murillo G. , 2011)

Para el cálculo de conducción se utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación 8.

$$C_d = A * C_t * \Delta T$$

Donde:

C_d: Flujo de energía calorífica por conducción (W)

A: Área expuesta al flujo de calor (m²)

C_t: Conductancia total (W/ m²°C)

$$C_t = C_c + C_m,$$

Conductancia Total= Conductancia

Corporal + Conductancia del material

$$C_c = k/b$$

k: conductividad del material= piel humana = 0,34 W/ m°C

b: Espesor del material (m) piel humana= 0,01m calor generado bajo la piel

C_m= Conductancia del material según nivel de arropamiento (W/m²°C)

Δ T= Diferencia de temperatura (°C en grados centígrados)

T_n= Temperatura Neutra (°C en grados centígrados)

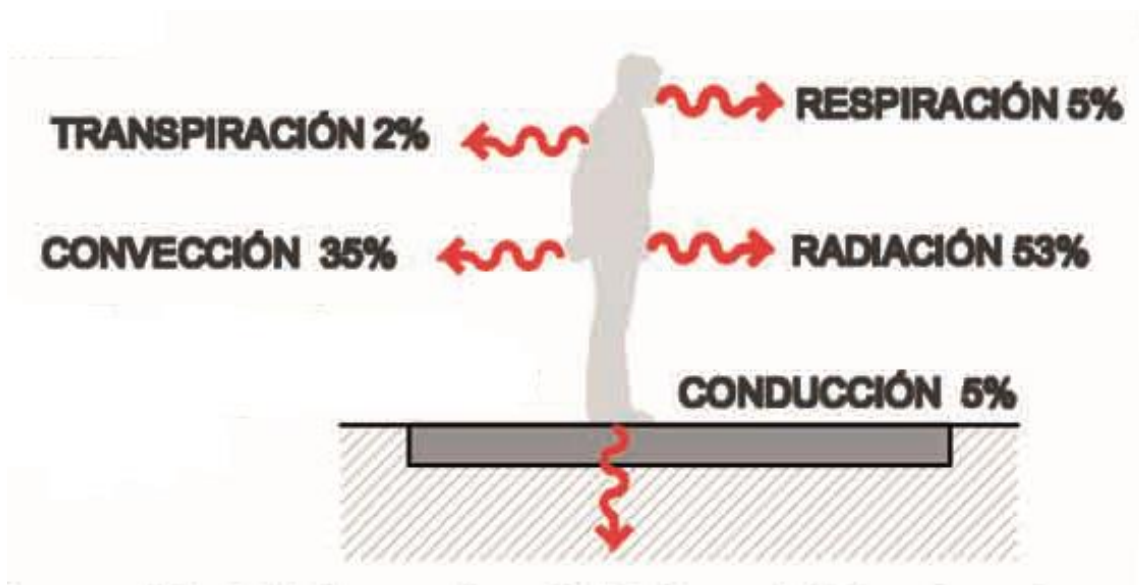
T_a = Temperatura Aparente (°C en grados centígrados)

2.1.1.5.6 La evaporación (e).

“Es la transmisión de humedad a través del medio ambiente debido a la evaporación del sudor producido por las glándulas sudoríparas de nuestra piel. Si se está inmerso en un ambiente de

débil presión de vapor, este sudor se evaporará tomando calor del cuerpo, y por tanto, enfriándolo. Supone un 2% de la transmisión de calor total del cuerpo humano en condiciones de confort” (INOCUO, 2015) (ver imagen N°11).

Imagen N°11 Transpiración (Evaporación).



FUENTE: Tagua, Recuperado de, (INOCUO, 2015)

“Si la temperatura ambiental alcanza los 37°C, las pérdidas de calor por convección y radiación no existirían puesto que no habría diferencia de temperatura entre el sistema circulatorio humano y el ambiente; la evaporación pasaría a ser el único regulador de pérdida de calor del cuerpo, por lo tanto los porcentajes anteriores variarían considerablemente” (INOCUO, 2015).

“El mecanismo seguido por el cuerpo ante una elevación de su temperatura es el de dilatación de los capilares cercanos a la piel, para que al aumentar la circulación de la sangre, sea más fácil la eliminación del calor por convección, de no ser esto suficiente, las glándulas sudoríparas son estimuladas, lo que provoca la transpiración” (INOCUO, 2015).

La pérdida total de calor por evaporación se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 9.

$$Q_e = 666,66 * e * v$$

Q_e = Perdida total de evaporación en watts (W).

$e v$ = tasa de evaporación en kg/h.

2.1.1.5.7 Sudoración.

“Se denomina sudoración a la pérdida de calor por la evaporación del agua. Cuando la temperatura del medio es mayor que de la superficie corporal, en lugar de perder calor el cuerpo lo gana por radiación, convección y conducción procedente del medio por tanto el único medio por el cual el cuerpo puede perder calor es la evaporación, llegando entonces, a más del 20 % del calor corporal por este mecanismo, cuando el agua se evapora de la superficie corporal, se pierden 0.58 calorías por cada gramo de agua evaporada.

Se dice que en condiciones basales de no sudoración, el agua se evapora insensiblemente de la piel y los pulmones con una intensidad de 60 ml. al día que provoca una pérdida continua de calor del orden de 12 a 16 calorías por hora. El grado de humedad del aire influye en la pérdida de calor por sudoración y cuanto mayor sea la humedad del medio ambiente, menor cantidad de calor podrá ser eliminado por este mecanismo” (Murillo Rountree, 2011).

2.1.1.6 Factores externos que determinan el confort.

“Se determina a través del nivel de arropamiento, tipo de vestimenta, y por algunos factores ambientales como temperatura del aire, temperatura radiante, humedad del aire, radiación, velocidad del viento, niveles lumínicos, niveles acústicos, calidad del aire, olores, ruidos, elementos visuales, etc.” (Murillo Rountree, 2011).

- **“Factores físicos o climáticos.-** Temperatura del aire, radiación, humedad y el movimiento del aire.” (Scribd, 2016).
- **Factores individuales.-** Vestido, aclimatación, edad, sexo, forma del cuerpo, grasa subcutánea, alimentos y bebidas, color de la piel y estado de salud.

2.1.1.6.1 Factores físicos.

Temperatura del aire.

“Este es uno de los factores más importantes ya que entre mayor sea la diferencia entre la temperatura del aire y la del cuerpo, mayor será el flujo de calor” (Murillo Rountree, 2011).

“La temperatura del aire óptima en la cual el cuerpo disipa adecuadamente el calor generado depende de varios factores, entre ellos la aclimatación del individuo juega un papel importante, ya que, por ejemplo, una persona acostumbrada a vivir en un clima frío soporta temperaturas más bajas que otra que no lo está” (Murillo Rountree, 2011).

“Esta temperatura óptima (la cuál es llamada comúnmente «temperatura neutra») representa la temperatura en la que el cuerpo tiene el menor esfuerzo para mantener su equilibrio térmico con el medio circundante. Ya que esta temperatura es puntual en la escala térmica, es más conveniente definir un rango de temperatura de confort” (Murillo Rountree, 2011).

“Es un factor importante en la definición térmica de un ambiente, la temperatura se mide de acuerdo al tipo de tarea que realiza la persona. De esa manera se consideran los siguientes niveles de confort” (transparencia, s.f.) (ver cuadro 8).

Cuadro 8: La temperatura de confort.

Tipo de tarea	Temperatura del aire °C
Sentado efectuando una tarea intelectual	21
Sentado haciendo trabajo liviano	19
De pie haciendo trabajo liviano	18
De pie haciendo trabajo corporal pesado	17
Haciendo trabajo corporal muy pesado	15-16

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

Radiación.

“Junto con la temperatura, la radiación afecta enormemente la sensación térmica del organismo, incluso algunos estudios recientes sugiere que la temperatura radiante es más significativa que la temperatura del aire. Esto es fácil de entender si imaginamos estar en un ambiente con aire frío, pero expuestos a la radiación del sol o a la emitida por una chimenea o fogata.” (Fuentes Freixanet, 2011).

Humedad del aire.

“Trata un papel importante en los mecanismos de intercambio térmico del cuerpo, tanto en la sudoración como en la evaporación e intercambio térmico pulmonar” (Murillo Rountree, 2011).

La humedad del aire es el contenido de vapor de agua en el aire proveniente de la evaporación de los mares y de los ríos. Aporta de manera también en ambientes cerrados a la traspiración de las personas.

“Además la sensación térmica representa la temperatura un hombre frente a una determinada combinación de temperatura del aire y humedad relativa” (meteorología, 2016).

“La falta de humedad o exceso de ella provoca alteraciones en el intercambio energético normal de los pulmones, interfiere con la capacidad evaporativa de la piel y provoca cambios en la fauna normal de la piel, lo cual aunado con la contaminación física, química y biológica del aire puede provocar enfermedades de las vías respiratorias o en la superficie cutánea o subcutánea” (Fuentes Freixanet, 2011).

Movimiento del aire.

“El movimiento del aire también tiene efectos térmicos en el individuo, aún sin cambiar su temperatura, ya que a través del movimiento del aire se incrementa la disipación de calor del organismo de dos maneras: incrementando las pérdidas convectivas de calor y acelerando la evaporación. El movimiento del aire también tiene efectos no térmicos (mecánicos) en la sensación de confort. Algunas reacciones subjetivas para varias velocidades del aire son las siguientes” (Murillo Rountree, 2011) (ver cuadro 9).

Cuadro 9: Sensaciones subjetivas de acuerdo a la velocidad del viento

Rango de velocidad	sensación	
Menor a	0.25m/seg	Imperceptible
De	0.25 a 050 m/seg	Agradable
De	0.50 a 100 m/seg	Perceptible
De	1.00 a 1.50 m/seg	desagradable
Mayor a	1.50 m/seg	molesto

FUENTE: (Fuentes, 2011)

“La falta de condiciones térmicas adecuadas provoca falta de bienestar, comodidad o confort, lo cual ocasionará disminución en el rendimiento y eficiencia en las distintas actividades que se desarrollen, pero más aún puede provocar trastornos fisiológicos, cuyos efectos pueden ir desde los temporales de poca significación hasta los graves que pueden dañar seriamente al organismo e incluso provocar la muerte ya sea por hipotermia o hipertermia” (Murillo Rountree, 2011).

2.1.1.6.2 Factores individuales.

Vestimenta.

“La vestimenta debe evitar la incidencia solar directa sobre la piel, de esta manera se reduce la tasa de sudoración que sin esta protección sería muy alta por la poca humedad del aire” (Murillo Rountree, 2011).

Edad.

“Es evidente que una persona de edad avanzada tarda más en sudar, mientras que una persona joven reacciona con un mayor flujo sanguíneo periférico durante la exposición del calor” (Murillo Rountree, 2011).

Genero sexual.

“Actúa de diferentes formas al calor entre hombres y mujeres, puesto que las características físicas son desiguales, como la superficie, la relación entre peso y altura, etc.

Una comparación entre los dos sexos es que la mujer tolera más humedad que el hombre, ya que la mujer tiene un metabolismo y una capacidad evaporativa inferior a la del hombre se estima en un 1 °C más alta” (Murillo Rountree, 2011).

Capacidad física.

“La capacidad aeróbica máxima es el principal determinante de la capacidad física de una persona” (Murillo Rountree, 2011).

Forma y dimensiones corporales.

“Se dice que una persona mientras más corpulenta sea tiene menos superficie de piel expuesta por unidad de volumen, disminuyendo su capacidad de disipar el calor, contrario de una persona delgada” (Murillo Rountree, 2011).

Grasa subcutánea.

“La alta cantidad de grasa corporal tiene escaso efecto en la regulación térmica, ya que para la disipación de calor en la piel participan los capilares y las glándulas sudoríparas que se encuentran cerca de la superficie de la piel que de la grasa subcutánea” (Murillo Rountree, 2011).

Alimentos y bebidas.

“La temperatura a la que se ingiere los alimentos, bebidas y la cantidad de calorías que contienen generan transferencias de calor entre la ingesta y el organismo” (Murillo Rountree, 2011).

Etnicidad.

“Está relacionado con las dimensiones corporales y el estado nutricional, el color de la piel en cuanto a su capacidad de reflexión y de resistencia a los efectos dañinos del sol” (Murillo Rountree, 2011).

Estado de salud.

“La tolerancia al calor de una persona en un día cualquiera, se puede reducir por una serie de trastornos en cuanto a salud, un ejemplo enfermedades febriles, vacunación, etc., que pueden reducir la capacidad de sudoración” (Murillo Rountree, 2011).

Aclimatación.

“Significa adaptación de los mecanismos sensoriales y termorregulaciones del cuerpo humano a un determinado clima” (Murillo Rountree, 2011).

2.1.1.7 Balance térmico aplicado a los habitantes del cantón Santa Isabel.

“Se determina el número de familias en el cantón Santa Isabel un total de 1890 familias, está integrada por un total de 4 integrantes por familia, para determinar el número de encuestas a realizarse” (Networks, 2013).

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N-1)) + k^2 * p * q}$$

Donde:

“**N**: es el tamaño de la población o universo (número total de familias a encuestar).

K: es una constante que dependerá del nivel de confianza que asignemos. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean ciertos: un 95,5 % de confianza es lo mismo que decir que nos podemos equivocar con una probabilidad del 4,5%” (Networks, 2013).

Los valores k más utilizados y sus niveles de confianza son (ver cuadro 10):

Cuadro 10. Nivel de confianza.

K	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2	2,58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	95,5%	99%

FUENTE: (Networks, 2013)

“**e**: es el error muestral deseado. El error muestral es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de la población y el que obtendríamos si preguntáramos al total de ella.

p: es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que $p=q=0.5$ que es la opción más segura.

q: es la proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es $1-p$.

n: es el tamaño de la muestra (número de encuestas que vamos a hacer)” (Networks, 2013).

Aplicación de la ecuación 1:

$$n = \frac{(2)^2 \times (0.5) \times (1-0.5) \times (1890)}{0.5^2(1890-1) + 2^2 \times (0.5) \times (1-0.5)}$$

$$n = 1890 / 119.0$$

$n = 16$ encuestas

Tras el estudio de encuestas se determinó para el sector de estudio un total de 16 encuestas a realizar a las familias del cantón Santa Isabel (Ver anexo II); para cada vivienda se analizara el espacio y lugar de la vivienda como se tiene la sala, comedor, cocina, estudio y dormitorios.

Para detallar el estudio de las encuestas se elegirá una familia de las 16 encuestadas y aplicaremos las diferentes ecuaciones, previamente mencionadas.

2.1.1.7.1 Aplicación de la ecuación 1.

Nombre del familiar encuestado: Ordoñez Brito Yolanda Inés.

- **Cálculo del metabolismo**

Espacio de la vivienda: Sala

Actividad que realiza: Sentado con actividad ligera.

Valor del metabolismo en la sala: 110W. (Ver tabla 10).

Se determinó que el metabolismo para un persona en el cantón Santa Isabel es de 1.60 m²

Superficie corporal: 1,72 m²

$$\begin{array}{l} 110W \quad \leftarrow \quad 1,60m^2 \\ X \quad \quad \quad \leftarrow \quad 1,72m^2 \\ x = 118.25 W \end{array}$$

Metabolismo = 118.25 W.

- **Cálculo de la radiación**

Se utilizara la ecuación 3

$$R = e * \sigma * A * \Delta T$$

Se determinó la temperatura aparente con la siguiente ecuación:

$$T_a = -9,93122 + 1,186145 T + 0,122310 * HR$$

Donde:

T_a= Temperatura aparente

T= Temperatura media

HR= Humedad relativa

$$T_n = 17,6 + 0,31T_m$$

$$T_n = 17,6 + 0,31(22^\circ\text{C})$$

$$T_n = 24.42^\circ\text{C}$$

$$Z_c = 24.42^\circ\text{C} \pm 2.5^\circ\text{C} \begin{cases} \rightarrow 26.96^\circ\text{C} \\ \rightarrow 21.92^\circ\text{C} \end{cases}$$

Para transformar de grados centígrados a grados kelvin:

$$\text{Grados Kelvin} = \text{Grados Centígrados} + 273,15$$

Temperatura aparente: 25.64°C

$$R = (0,75) * (5,6703 * 10^{-8} \text{ watt/ m}^2\text{k}^4) * (1,72\text{m}^2) * ((298,79^\circ\text{K})^4 - (297,57^\circ\text{K})^4)$$

$$R = (0,75) * (5,6703 * 10^{-8} \text{ watt/ m}^2\text{k}^4) * (1,72\text{m}^2) * (129377028,2^\circ\text{K}^4)$$

$$R = 0.9050340872 \text{ W.}$$

Considerando a la persona semidesnudo con un 50% del área corporal con bermudas camiseta corta se aplica lo siguiente al resultado donde R resulta:

$$R= 0.452670436 \text{ W.}$$

- **Cálculo de la conducción**

Se emplea la ecuación 8.

$$C_d = A * C_t * \Delta T$$

Tipo de Vestimenta: Panty, Sujetador, blusa ligera manga corta, falda ligera 15cm bajo la rodilla, zapato suela fina.

$$\text{Resistividad total} = 0,059 \text{ m}^2\text{grado C/ W}$$

$$\text{Resistividad} = \frac{1}{\text{Conductancia}}$$

$$\text{Conductancia} = \frac{1}{\text{Resistividad}}$$

$$\text{Conductancia total} = 16.95 \text{ W / m}^2\text{grado C} + (0,34/0,01) \text{ W / m}^2\text{grado C}$$

$$\text{Conductancia total} = 50.95 \text{ W / m}^2\text{grado C.}$$

$$C_d = (0.86\text{m}^2) * (50.95 \text{ W / m}^2\text{grado C}) * (1.21^\circ\text{C})$$

$$C_d = 53.03 \text{ W.}$$

- **Cálculo de convección**

Se emplea la ecuación 6.

$$C_v = h_c * A * \Delta T$$

$$C_v = (16.46 \text{ W/ m}^2\text{C}) * (0.86 \text{ m}^2) * (1.22^\circ\text{C})$$

$$C_v = 17.13 \text{ W.}$$

- **Cálculo de la evaporación**

Se emplea la ecuación 9.

Q_e = Dato evaporativo cuando la persona no está sudando.

$$Q_e = 10.5 \text{ W}$$

Con los datos obtenidos se aplicará a la ecuación 1.

$$M \pm R \pm C_d \pm C_v - E = 0$$

$$118.25 \text{ W} + 0.452670436 \text{ W} - 53.03 \text{ W} - 17.13 \text{ W} - 10.5 = 0$$

Al producirse regulaciones vasomotoras, esto quiere decir que el cuerpo se está calentando tras el resultado obtenido del balance térmico $38.04=0$ de la persona a la que se analizó, corroborando así que el clima del cantón es un clima mesotérmico seco y que las personas necesitan estrategias de ventilación para que se encuentren en confort.

Para el cálculo general se determina el balance térmico aplicando las ecuaciones a cada uno de los integrantes de la familia que se resume en la siguiente tabla (ver tabla 12 y 13) (ver anexo III).

Tabla 12. Resultados confort higrotérmico.

INTEGRANTE	DORMITORIO	SALA	COMEDOR	COCINA	ESTUDIO
Papá	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 4.065 $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 59.65 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 19.67 W Qe= 10,5	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 4.065 $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 63.30 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 19.67 W Qe= 10,5	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 4.065 $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 63.30 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 19.67 W Qe= 10,5	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 4.065 $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 63.30 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 19.67 W Qe= 10,5	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 4.065 $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 64.20 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 19.67 W Qe= 10,5
Mamá	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 0.452670436 W $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 50,19 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 17,13 W Qe= -10,5	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 0.452670436 W $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 53,03 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 17,13 W Qe= 10,5	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 0.452670436 W $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 53,03 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 17,13 W Qe= 10,5	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 0.452670436 W $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 51,15 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 17,13 W Qe= 666,66 * ev Qe= -999,99	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 0.452670436 W $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 53,03 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 17,13 W Qe= 10,5
Hijo	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 3.9535 W $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 57.05 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 18.07 W Qe= 10,5	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 3.9535 W $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 59.10 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 18.07 W Qe= 10,5	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 3.9535 W $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 59.10 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 18.07 W Qe= 10,5	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 3.9535 W $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 59.10 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 18.07 W Qe= 10,5	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 3.9535 W $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 59.10 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 18.07 W Qe= 10,5
Hija	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 1.5849 W $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 53.32 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 18.04 W Qe= 10,5	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 1.5849 W $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 56.15 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 18.04 W Qe= 10,5	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 1.5849 W $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 56.15 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 18.04 W Qe= 10,5	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 1.5849 W $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 56.15 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 18.04 W Qe= 666,66 * ev Qe= -999,99	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 1.5849 W $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 57.36 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 18.04 W Qe= 10,5
Otro familiar (abuelo/a)	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 0.3679 W $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 49.01 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 16.46 W Qe= 10,5	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 0.3679 W $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 52.36 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 16.46 W Qe= 10,5	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 0.3679 W $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 52.36 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 16.46 W Qe= 10,5	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 0.3679 W $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 52.36 w $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 16.46 W Qe= 666,66 * ev Qe= -999,99	$R = e * \sigma * A * \Delta T$ R= 0.3679 W $Cd = A * Ct * \Delta T$ Cd= 52.36 W $Cv = hc * A * \Delta T$ Cv= 16.46 W Qe= 10,5

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

Tabla 13. Resultados confort higrotérmico.

RESULTADOS CONFORT HIGRO TÉRMICO												
Usuario	Edad años	Peso (kg)	Talla (m)	Piel	Arropamiento	Actividad	Ambiente más utilizado	Horario de uso	Mes de análisis más crítico	Perdidas por evaporación	Equilibrio Térmico	Estrategias Generales
Papá	60	69.5	1.72	Tipo III	Camiseta manga corta, pantalón normal ropa ligera	Sentado con movimiento moderado / Dormir	Sala	Noche	Enero	Evaporación por respiración 10.5w	51.10	Ganancia de Ventilación en la noche en dormitorios y sala
							Dormitorio	Noche			45.00	
Mamá	55	58.3	1.55	Tipo III	Blusa manga corta, pantalón corto, vestido ligero, zapatos suela fina ropa ligera en general.	Trabajo manual moderado / Dormir	Cocina	Mañana tarde/ noche	Enero	Tasa de evaporación por sudoración 1,5 kg/h	315.85	Ganancia de ventilación en Cocina mañana y noche, y sala dormitorios en la noche
							Lavandería	Tarde			335.25	
							Dormitorio	Noche			32.69	
							Sala	Noche			38.04	
Hijo	20	68	1,70	Tipo III	Camiseta manga corta, pantalón normal ropa ligera	Sentado con movimiento moderado / Dormir	Sala	Noche	Enero	Evaporación por respiración 10,5 w	41.62	Ganancia de Ventilación en la noche en dormitorios y sala
							Dormitorio	Noche			35.21	
Hija	25	63,5	1,65	Tipo III	Blusa manga corta, pantalón corto, vestido ligero, ropa ligera	Sentado con movimiento moderado / Dormir	Sala	Noche	Enero	Evaporación por respiración 10,5 w	47.98	Ganancia de Ventilación en la noche en dormitorios y sala
							Dormitorio	Noche			41.68	
Otro familiar (abuelo/a)	82	65,7	1,63	Tipo III	Camiseta manga corta, pantalón normal ropa ligera	Sentado con movimiento moderado / Dormir	Sala	Noche	Enero	Evaporación por respiración 10,5 w	37.48	Ganancia de Ventilación en la noche en dormitorios y sala
							Dormitorio	Noche			30.36	

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

2.1.2. Confort lumínico.

“Es un factor importante que se refiere a la percepción a través del sentido de la vista, tanto para el diseño de edificaciones como la estabilidad de la persona, el confort lumínico difiere del confort visual, el cual hace referencia de manera predominante a los aspectos físicos, fisiológicos y psicológicos relacionados con la luz, mientras que el otro principalmente a los aspectos psicológicos relacionados con la percepción espacial y de los objetos que rodean al individuo” (Fuentes Freixanet, 2011).

“Uno de los recursos más abundantes en nuestro planeta es la luz natural, de tal forma es en contraste con otras fuentes de energía convencional; sin embargo ésta se encuentra disponible solo durante el día. Esto parte desde que el hombre descubrió el fuego, al mismo tiempo la iluminación artificial, y de esta forma se fue aumentando la posibilidad de ampliar su horario de actividades al día” (Murillo Rountree, 2011).

“Para lo cual se debe saber que el confort lumínico, debe tener en cuenta las influencias negativas o positivas sobre las respuestas del ojo humano, por ejemplo la sensibilidad del ojo humano varía con la longitud de onda y con las condiciones de iluminación del cielo

“Durante el día con sol, la máxima sensibilidad se presenta alrededor de los 555 nm, visión fotópica, (visión diurna que correspondiente al color verde-amarillo), mientras que durante la noche la máxima sensibilidad se presenta alrededor de los 507 nm, (Visión escotópica, visión nocturna que corresponde al azul verdoso)” (Surastrnonimico, s.f.).

“Se dice que el ojo humano está diseñado para percibir de manera más sensible la luz emitida por el sol, ya que la máxima sensibilidad del ojo y la máxima emisión solar, se encuentran muy cercanos; pero por otro lado la radiación que emite los sistemas de iluminación artificial, está muy alejada de la eficiencia visual del ojo; por ejemplo, una lámpara incandescente tiene su máxima emisión con una longitud de onda de 966 nm. (Correspondiente a los rayos infrarrojos, fuera del espectro de luz visible)” (Murillo Rountree, 2011).

Lo que percibe el ojo humano como los objetos se da gracias al contraste, el cual se entiende como la cantidad de iluminación en gama de colores percibidos en un lugar. “Es decir que es necesario que existan diferencias de color, iluminación, luz y sombra, etc. para poder percibir cualquier objeto. Sin embargo, el excesivo contraste en un espacio puede ocasionar deslumbramiento, debido a la gran diferencia de iluminación entre la fuente lumínica y el espacio circundante; por ejemplo el tener una ventana pequeña con una gran iluminación exterior y pobre iluminación en el interior, bajo estas circunstancias, la ventana será una fuente de deslumbramiento” (Murillo Rountree, 2011) (ver tabla 14).

Tabla 14:
“Recomendaciones internacionales de iluminancia en la vivienda”

Zonas de la vivienda		Iluminancia (lux)
Dormitorios	“General	50
	En la cabecera de la cama	200
Cuartos de aseo	General	100
	En la cabecera de la cama	500
Cuarto de Estar	General	100
	En la cabecera de la cama	500
Cocina	General	300
	Zona de Trabajo	500
Comedor	General	100
	Comida	300
Escalera		100
Cuarto de trabajo o estudio		300
Cuartos de niños		150”

FUENTE: Datos tomados de Gandolfo, s.f., pag.122.

“Al igual que el confort térmico se ve afectado por una serie de factores personales, parámetros ambientales y arquitectónicos, en el caso de los factores personales depende de la situación geográfica, la edad y la capacidad visual de la persona, en otro caso los factores ambientales y arquitectónicos han de considerarse los fotométricos y colorimétricos aunque depende de la cantidad de luz o iluminancia el deslumbramiento y el color de la luz” (Murillo Rountree, 2011).

“En la iluminación se utilizan una serie de magnitudes que son esenciales para una comprensión adecuada estas magnitudes son” (transparencia, s.f.).

“El **flujo luminoso**, es la potencia luminosa que emite una fuente de luz. La intensidad

luminosa, es la forma en que se distribuye la luz en una dirección” (biblioteca digital, s.f.).

“El **nivel de iluminación**, es el nivel de luz que incide sobre un objeto” (biblioteca digital, s.f.).

“**La luminancia**, es la cantidad de luz que emite una superficie, es decir, el brillo o reflejo” (biblioteca digital, s.f.).

“**Contraste y deslumbramiento**, estos dos parámetros están muy interrelacionados por cuanto los dos tienen que ver con el brillo del objeto y el del fondo” (biblioteca digital, s.f.).

“Para una iluminación correcta se debe distinguir las formas, colores, objetos, y que todo ello se realice fácilmente sin ocasionar fatiga visual” (Scribd, 2016). “Para diseñar un ambiente luminoso adecuado para la visión, es necesario atender a la luz proporcionada, y que ésta sea la más adecuada. Una distribución inadecuada de la luz puede provocar dolores de cabeza, incomodidad visual, errores, fatiga visual, confusiones, accidentes y puede provocar la pérdida de visión. Para asegurar el confort visual hay que tener en cuenta tres condiciones básicas, el nivel de iluminación, los deslumbramientos y los contrastes” (dspace, s.f.), como se recomienda en la siguiente tabla (ver tabla 15).

Tabla 15:

Recomendaciones internacionales de iluminancia en la vivienda

Tareas	Niveles de iluminación(lux)
Bajas exigencias visuales	100
Exigencias visuales moderadas	200
Exigencias visuales altas	500
Exigencias visuales muy altas	1000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

FUENTE: Datos tomados de Gandolfo, s.f., pag.122.

2.1.2.1 Intensidad Luminosa

“Es la cantidad de luz que emite una fuente en una dirección determinada. Según estudios la

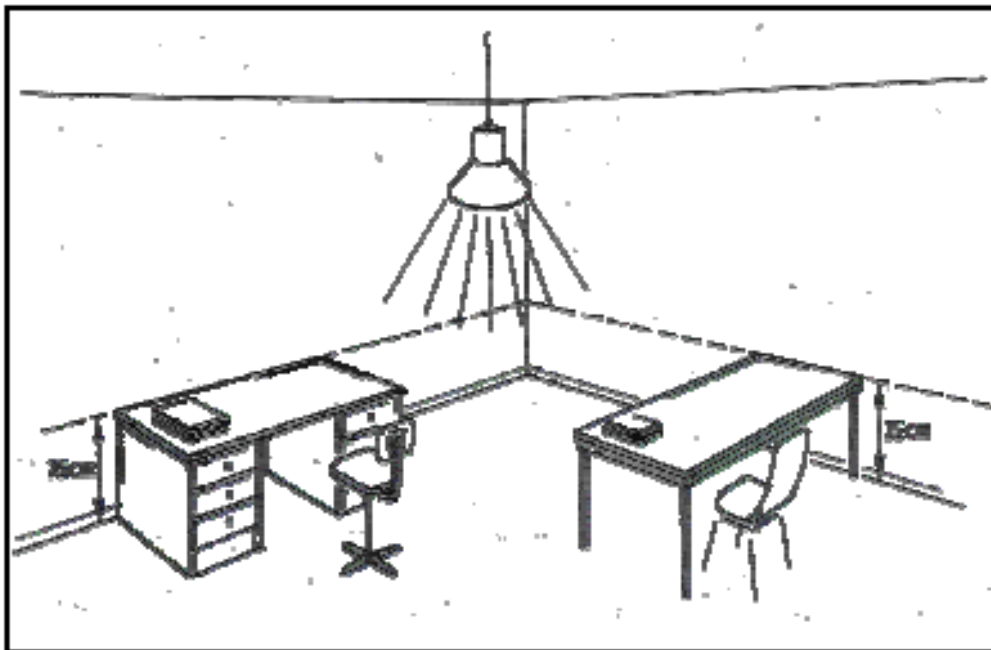
adaptación visual del ojo humano, a las diversas intensidades de iluminación está relacionado con el color de la luz, sobre todo si se trata de la luz artificial” (UTPL, s.f.).

2.1.2.2 Iluminancia

Se interpreta como el nivel de iluminación de un espacio de la luz o flujo luminoso, que incide sobre un cuerpo, su unidad en el Sistema Internacional es el **lux**, en el confort se puede determinar o indicar el nivel lumínico para un espacio el tipo de actividad que se desarrolle.

“Lo importante es conocer los niveles de iluminación en un espacio para evaluar las condiciones del mismo, establecer los requerimientos y poder tomar acciones que permitan mejorar las condiciones de trabajo o de desarrollo, de ciertas actividades en el hogar como se observa en la imagen” (UTPL, s.f.) (ver imagen N°12)

Imagen N°12 Medicion de iluminacion en interiores



FUENTE: Gandolfo, sf. Pag. 21

“Para un planteamiento de reacondicionamiento de viviendas, se debe tener en cuenta una serie de estándares, normas y especificaciones internacionales, que indiquen los niveles de iluminación aconsejables y condiciones óptimas según la actividad visual, desarrollada por el hombre en el espacio donde se ejecutan las tareas” (UTPL, s.f.).

2.1.2.3 Luminancia

“Es la intensidad de luz emitida por una superficie en una dirección determinada, ya que el ojo humano está diseñado para percibir un enorme rango de variación lumínica, puede percibir desde 0.1 lux, la luz de la luna llena, hasta 100,000 lux en un día muy claro con luz solar brillante. La pupila se ajusta automáticamente a los cambios de luz, sin embargo cambios bruscos en los niveles de iluminación, puede provocar además una sensación muy desagradable y en ocasiones acompañada de dolor, lesiones del sentido de la vista, a veces transitoria y otra permanente” (Murillo Rountree, 2011).

2.1.2.4 Contraste y deslumbramiento

La distancia que debe existir entre la vivienda y el obstáculo para el paso de iluminación natural, está determinada por la pendiente que exista entre los dos, la imagen 6 muestra la distancia que debe existir entre los dos cuando hay pendiente y cuando no existe pendiente.

2.1.2.5 Aspectos psicológicos

“Una parte la calidad como la cantidad de luz tienen importantes impactos psicológicos sobre el individuo de otra forma el tipo de luz, ya sea natural o artificial, y su intensidad afectan directamente la percepción del medio ambiente y por lo tanto tiene repercusiones en el estado de ánimo y en general en muchas respuestas de la persona” (Electrica, s.f.). “Con un manejo adecuado de la luz se pueden obtener aumentos en la eficiencia y productividad, se puede estimular el apetito, se puede provocar atracción visual hacia determinados objetos o espacios, se pueden lograr sensaciones de melancolía, romanticismo, alegría, erotismo o agresividad. La luz es un factor determinante del confort humano” (Murillo Rountree, 2011).

2.1.2.6 Criterios para el diseño

Forma de la vivienda e implantación.

“El diseño de luz natural debe comenzar en la etapa de distribución del lugar de ubicación, antes de considerar en detalle las ventanas. La razón para ello es que los grandes obstáculos que rodean al edificio pueden tener un impacto tanto en la cantidad de luz que alcanza las ventanas como en la distribución de la luz dentro de una sala. La implantación del lugar de edificación es también el factor más importante que afecta a la disponibilidad de luz solar dentro de un edificio. Para el diseño solar pasivo, que constituye la mayoría de las ganancias solares en invierno, es especialmente importante considerar el grado de obstrucciones u obstáculos” (espaciosolar, 2016).

“Una pendiente orientada al sur experimentará mayores temperaturas que una pendiente orientada al norte, y es probable que quede protegida de los fríos vientos del norte así como que reciba una radiación solar incrementada. La pendiente en cualquier dirección reducirá la cantidad de luz natural que alcanza las ventanas que miran hacia la pendiente” (CEI, IDAE, & CSCAE, 2005).

Para determinar el paso de iluminación a través de obstáculos se emplea la siguiente ecuación:

Ecuación 10.

$$X = \frac{h-2}{\text{Tg } 25^\circ}$$

En donde:

x= es la distancia de separación

h= altura del obstáculo respecto al nivel 0 de la vivienda.

Tg 25°= tangente del ángulo 25°.

2.1.2.7 Criterios para el diseño con luz natural.

Para el análisis del tipo de iluminación natural para el cantón Santa Isabel se tomó como ejemplo un sector del lugar para determinar el criterio a diseñar para el confort lumínico (ver imagen N°13).

Imagen N°13 Medicion de iluminacion en interiores



ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

Para poder aplicar la ecuación 10 se debe conocer las alturas mínimas de las edificaciones existentes para el ingreso de la luz natural a las demás, se conoce por normativa del sector que la mayoría de viviendas alcanzan una altura de 7,50 m. Dada la ecuación se determina que:

$$X = \frac{7.50 - 2}{\text{Tg } 25^\circ}$$

$$X = 11.80\text{m}$$

Se determina para el sector de estudio una separación de 11.80 m para que haya el ingreso de luz natural, a través de los obstáculos que existen, logrando así el confort lumínico en el sector.

2.1.3 Confort acústico.

“Se da a través del sentido del oído, donde se incluyen además de los factores acústicos, los factores del ruido. Se lo aplica en diversos campos relacionados con el hombre a través de fuentes sonoras, siempre presentes tanto en zonas urbanas como rurales, incluso en los lugares silenciosos como un campo abierto o una casa aislada” (Murillo Rountree, 2011).

“De igual forma depende de los distintos parámetros y factores de confort, aunque depende directamente de los parámetros ambientales relacionados con el ruido: nivel sonoro, intensidad sonora, tono o timbre, altura o frecuencia, etc. En cuanto a los parámetros arquitectónicos relacionados con el contacto auditivo y factores personales y socio-culturales como el tiempo de permanencia, salud, edad, sexo, etc.” (Fuentes Freixanet, 2011).

“De manera general podemos definir al confort acústico como las sensaciones auditivas, tanto en contar con niveles sonoros adecuados, como contar con una adecuada calidad sonora aspectos referidos al timbre, reverberación, enmascaramiento, etc. Mediante la acústica se encarga del diseño de los espacios, dispositivos y equipos necesarios para contar con una buena audición. Esto es sumamente importante para determinados géneros de edificios y espacios abiertos, ya que contar con una buena audición procesar adecuadamente la información adquirida interactuando de manera más eficaz con el medio ambiente” (Murillo Rountree, 2011). “Este se debe asociar con la calidad acústica de los espacios que se alcance cuando se logren unas adecuadas condiciones de reproducción sonora” (Fuentes Freixanet, 2011).

“Un factor importante para el aumento en niveles sonoros y que va en incremento es el tráfico automotor y aéreo, además de la mecanización de la vivienda etc., además del incremento sonoro de las edificaciones es la utilización de materiales constructivos, cada vez más ligeros los cuales no pueden proteger óptimamente los interiores de los ruidos que provienen del exterior” (Fuentes Freixanet, 2011).

2.1.3.1 Parámetros de Confort Acústico

“El ruido al ser una alteración puede ser detectada por el oído humano, por esta razón al evaluar un ambiente sonoro en niveles de confort, se debe tomar en cuenta una serie de indicadores o parámetros acústicos como el tono, la intensidad y la velocidad del sonido” (tdx, n.d.).

2.1.3.1.1 El tono

“Es una sensación auditiva o atributo psicológico de los sonidos que los caracteriza como más agudos o más graves, es decir, del número de vibraciones o de ciclos por segundo” (Fuentes Freixanet, 2011).

2.1.3.1.2 La presión sonora

Es producto de la propia propagación del sonido. La energía provocada por las ondas

sonoras genera un movimiento ondulatorio de las partículas del aire, provocando la variación alterna en la presión estática del aire (pequeñas variaciones en la presión atmosférica).

“La presión atmosférica es la presión del aire sobre la superficie terrestre. En consecuencia de estas variaciones de presión atmosférica se producen áreas donde se concentran estas partículas (zonas de concentración), y otras áreas quedan menos saturadas (zonas de rarefacción). Las zonas con mayor concentración de moléculas tienen mayor densidad y las zonas de menor concentración tienen menor densidad. Cuando estas ondas se encuentran en su camino con el oído, la presión que ejercen sobre el mismo no es igual para toda la longitud de onda” (UTC, s.f.).

2.1.3.1.3 La intensidad acústica

“Se lo define como la potencia acústica transferida por una onda sonora por unidad de área normal a la dirección de propagación, para la evaluación de viviendas como en el diseño es que la intensidad acústica tiende a amortiguarse con la distancia, aunque depende también de la velocidad de transmisión del sonido, la cual varía según sea el medio por el que se transmite la onda. Es un aspecto importante en la selección de los materiales constructivos puesto que su capacidad de absorción, reverberación o transmisión del sonido resulta esencial para lograr el confort acústico de una vivienda” (Fuentes Freixanet, 2011).

“Las repercusiones del ruido son a corto, mediano y largo plazo, todo sonido tiene su origen en la vibración de un cuerpo, la cual se transmite a través del aire, la cual es percibida por el sentido del oído e interpretada por el cerebro. De esta manera se forma energía que presenta dos características básicas: sonoridad e intensidad. La intensidad es la cantidad de energía transmitida a través del aire. La cuál varía en función de la distancia entre la fuente sonora y el individuo receptor” (Murillo Rountree, 2011).

“La sonoridad es la fuerza con la que se percibe el sonido, la presión que hace vibrar al tímpano o que llega a romper un vidrio. Cuando el sonido perturba de alguna manera al individuo, se

convierte en ruido. El grado de ésta perturbación depende de muchos factores, entre ellos están: el sexo, la edad, la experiencia y relación de sonidos, el estado de ánimo, etc. Sin embargo, se han establecido parámetros que definen un rango de confort o bienestar general. La Organización Mundial de la Salud establece los siguientes rangos” (Murillo Rountree, 2011) (ver tabla 16).

Tabla. 16
Rango de intensidad de ruido

Muy silencioso	de	0	a	25 dBa
Silencioso	de	25	a	35 dBa
Moderado	de	35	a	45 dBa
Ruidoso	de	45	a	55 dBa
Muy ruidoso	más de			55 dBa
Límite de la OMS				90 dBa
Umbral de dolor				130 dBa

FUENTE: (Fuentes Freixanet, 2011).

2.1.3.2 Tipos de ruido según la fuente

En el análisis acústico de viviendas se debe percibir el tipo de ruido que se da en el lugar para lo cual se tiene en cuenta la naturaleza de la fuente, la ubicación respecto a la vivienda o el medio de propagación.

Se conoce que por el tipo de fuente existen los llamados **ruidos naturales** y los **artificiales**.

Los **ruidos naturales** son aceptados, pocas veces pueden ocasionar molestias hasta que las personas se acostumbran, como se puede decir la voz propia de la persona, la lluvia, las cascadas las olas, el silbido del viento, etc.(ver tabla 17).

Los **ruidos artificiales** generalmente estos provienen de automóviles, aviones, motores, radios, etc. estos se encuentra en urbes por lo que constituye una gran molestia y contaminación acústica.

Analizándolo desde un punto de vista de la ubicación de la fuente generadora del sonido y su incidencia en las edificaciones. Se tiene la siguiente clasificación:

- **Fuentes de ruidos externas**

“Son sonidos producidos en el exterior de la vivienda que causan molestias a los ocupantes,

dentro de este tipo podemos encontrar los causantes como son: automóviles aviones, trenes, construcciones, agentes atmosféricos, etc.” (Fuentes Freixanet, 2011).

- **Fuentes de ruidos internas:**

Son sonidos producidos en el interior de la vivienda que causan molestias a los ocupantes, dentro de este tipo podemos encontrar los causantes como son: instalaciones y los servicios de las mismas.

Tabla. 17
Niveles de Intensidad del sonido

Fuentes de sonido	Decibeles
“Disparo de Escopeta	140
Avión despegando/ Fuegos artificiales	130
Motor de avión / martillo neumático	120
Concierto de rock	110
Taladro	100
Atasco de Tráfico en una ciudad	90
Tren / secador de pelo	80
Tráfico tranquilo / aspiradoras	70
Conversación normal	60
Sonido ambiental en una oficina	50
Conversación susurrada / lluvia	40
Sonido ambiental en el campo	30
Estudio de grabación vacío.	20
Respiración tranquila	10
Umbral de audición normal	0”

FUENTE: (Tu diario físico , s.f.)

2.1.3.1 Efectos del ruido.

“El ruido tiene diversos efectos tanto fisiológicos como psicológicos, entre los más importantes se pueden mencionar los siguientes” (Murillo Rountree, 2011):

2.1.3.1.1 Interferencia en la comunicación.

“En zonas con niveles de ruido superiores a los 55 dBa la comunicación oral entre dos personas implica el levantar la voz para hablar, lo que representa un esfuerzo adicional y molestias tanto para el parlante como para el oyente. Además la comunicación por otros medios se dificulta; tal como hablar por teléfono, entender los mensajes de un sistema de sonido, etc.” (Murillo Rountree, 2011).

2.1.3.1.2 Pérdida de la audición.

“Estar a la exposición ocasional o constante al ruido puede provocar pérdida temporal o permanente en forma gradual, parcial o total de la capacidad auditiva. Se dice que el hombre con el paso del tiempo, pierde gradualmente su capacidad para escuchar los sonidos en intensidad y frecuencias variadas, sin embargo, los efectos patológicos de sonidos intensos son fácilmente apreciables en personas expuestas constantemente a ruidos en sus medios laborales, tales como: operadores de maquinaria pesada, músicos etc.” (Murillo Rountree, 2011).

2.1.3.1.3 Perturbación del sueño.

“El ruido puede producir dificultades para conciliar el sueño y despertar a quienes están dormidos. La exposición a fuentes de ruido ocasiona perturbación del sueño. Afecta el nivel de profundidad y duración del sueño o provocar dificultad para conciliarlo; estos efectos pueden producirse de manera instantánea a la generación del ruido o de manera desfasada, es decir, que un individuo expuesto a fuentes de ruido durante el día, puede padecer sus efectos durante la noche. Evidentemente los niveles confortables e intensidad de ruido son mucho más bajos para dormir que los que podemos tolerar durante las horas de vigilia o actividad. La Organización Mundial de la Salud recomienda para dormir un máximo de 35 dBa” (Murillo Rountree, 2011).

2.1.3.1.4 Estrés.

“Algunos especialistas señalan un alto índice de personas neuróticas (98%) a causa del estrés, sobre todo en los grandes núcleos urbanos. Se ha demostrado que el ruido actúa directamente sobre el sistema nervioso autónomo, tiene efectos sobre el aparato circulatorio y cardiovascular y provoca hipertensión. El estrés puede provocar cefaleas, migrañas y dolores musculares, además de problemas psicológicos tales como ansiedad, irritación, desesperación, impotencia, etc., y problemas de relación social” (Murillo Rountree, 2011).

2.1.3.1.5 Efectos en el rendimiento.

“Se considera que el ruido es un factor estresante físico ambiental (vibraciones del aire percibidas como sonido no deseado), externo en estudios se demuestran que exposiciones al ruido disminuyen la eficiencia del individuo, reduciendo su concentración en las actividades que realiza” (Murillo Rountree, 2011).

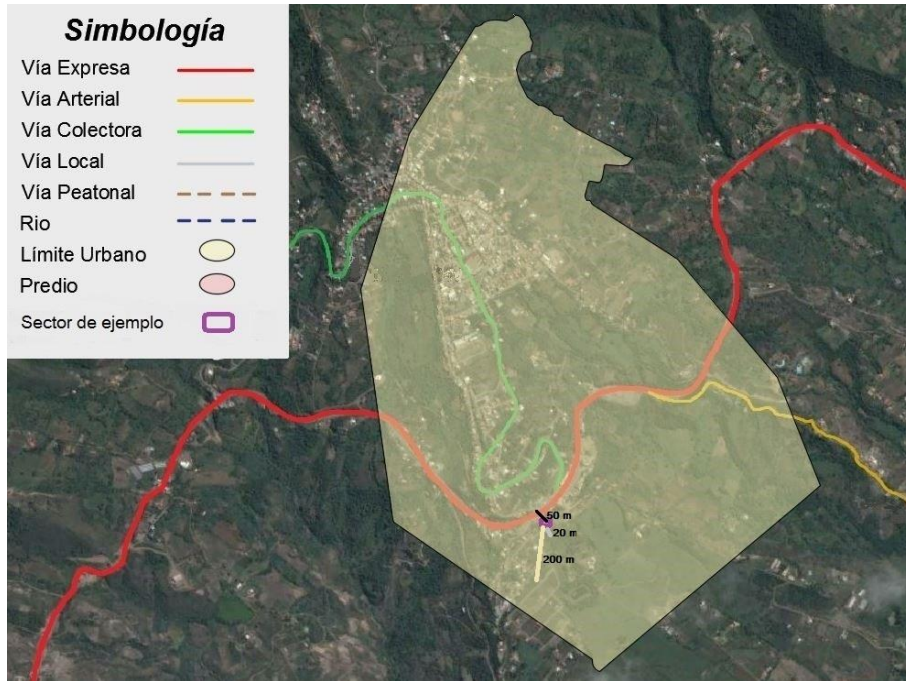
2.1.3.1.6 Problemas psicológicos.

“Se lo puede relacionar al ruido ambiental con la salud mental, y aun cuando no es posible establecer una relación directa, algunas estadísticas realizadas en otros países determinan que un alto índice de casos con problemas mentales presentaba exposición a distintas fuentes de ruido” (Murillo Rountree, 2011).

“Además de los problemas psicológicos que puede provocar el ruido es necesario mencionar que a través de sonidos, es posible producir distintas sensaciones psicológicas sobre el individuo; por ejemplo, a través de un adecuado manejo del sonido (o música en algunos casos), es posible crear ambientes que propicien el relajamiento, tranquilidad, concentración, o en otros casos, dispersión, excitación, etc.” (Murillo Rountree, 2011).

Para efectos de cálculo se toma como ejemplo un sector determinado en el cantón Santa Isabel, descrita en la imagen N°14 con el fin de determinar y analizar el confort acústico de la zona.

Imagen N°14 Cantón Santa Isabel Fuentes Sonoras



ELABORACIÓN: Zhunio Santiago

A continuación se analizará los resultados y efectos del ruido para el sector elegido, para dicho cálculo se estable las decibeles de las fuentes sonoras, con las distancias al lugar (ver tabla 18).

Tabla. 18

Resultados de confort acústico en el catón santa Isabel.

RESULTADOS CONFORT ACUSTICO						
Fuente de ruido	Decibeles de la fuente (db)	Distancia del sector de estudio (m)	Decibeles de percepción en el sector de estudio (db)	Índice de confort según decibeles (db)	Efectos a largo plazo	Estrategias Generales
Carros con velocidad en la avenida	70	50	50.45	De 45 a 55 db Ruidoso	Algo molesto	Utilizar materiales aislantes en las fachadas que dan directamente a la avenida principal.
Sonido de viento en el bosque	30	20	19.62	De 0 a 25 db Muy silencios	Gran tranquilidad	No requiere estrategias
Juego en canchas deportivas y piscina	70	200	37.37	De 35 a 45 db Moderado	Límite de tranquilidad	No ubicar los dormitorios con dirección a las canchas propuestas

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

2.1.4 Confort olfativo.

“En parte para la ayuda del confort olfativo, es las plantas que ayudan a absorber sustancias contaminantes y a producir oxígeno, pero por otra parte se olvida que también son organismos vivos que son de igual manera afectados por la contaminación y que no son capaces de procesar tal variedad y cantidad de contaminantes. En ocasiones es posible utilizar filtros selectivos de agua, químicos, electromagnéticos, sintéticos, etc., sin embargo éstos solo son paliativos que no solucionan el verdadero problema” (Fuentes Freixanet, 2011).

“El confort olfativo se describe en el manejo de los olores, pero es necesario considerar que a través de la nariz se introducen también muchas sustancias y partículas no aromáticas que no son percibidas por el sentido del olfato, pero que sí lo afectan disminuyendo su capacidad perceptiva, perjudicando a todo el sistema respiratorio, alterando la salud y consecuentemente el confort del individuo” (Fuentes Freixanet, 2011).

2.1.4.1 Definición de olor.

“En general hace referencia a la utilización de olores agradables con el fin de producir una cierta sensación psicológica en el individuo. Esta parte ha sido tradicionalmente utilizada por la arquitectura del paisaje a través de distintas plantas aromáticas, sin embargo actualmente se está generalizando el uso de productos químicos para eliminar o enmascarar olores desagradables en distintas zonas de una vivienda. Esto nos conduce a dar un correcto manejo, de cómo se debe tratar los olores desagradables un aspecto directamente relacionado con la contaminación ambiental” (Murillo Rountree, 2011).

“Se puede conseguir olores agradables a través de plantas aromáticas, de fragancias agradables, otra forma de confort olfativo se refiere al manejo de olores desagradables, lo cual considera las fuentes que emanan esos malos olores como cocinas, hornos, calentadores, productos químicos de limpieza, insecticidas, detergentes entre otros” (Murillo Rountree, 2011).

Estos productos deben ser almacenados adecuados y controlados y contar con la suficiente ventilación.

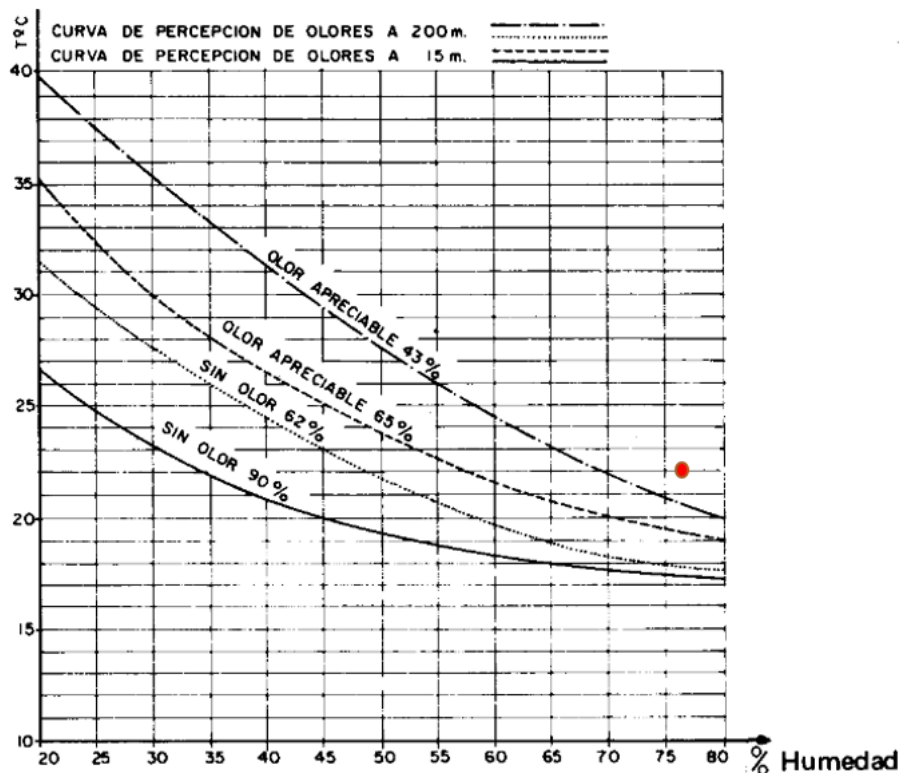
Si no se da un adecuado manejo de los olores dentro de la vivienda, puede afectar al sistema respiratorio del individuo, alterando su salud y consecuentemente su estado de confort.

“Constan un gran número de variantes ambientales que condicionan la necesidad de alejamiento en una vivienda, tales como la presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, humedad y temperatura” (CIDTA, s.f.).

“Además, también influirá en gran medida las condiciones de las instalaciones, que pueden ser tanto cerradas como abiertas” (CIDTA, s.f.).

“La producción de olores depende de la temperatura y humedad, de la cual se puede trazar una curva de probabilidad de producción de olores, determinada para la zona de estudio así” (CIDTA, s.f.). (ver gráfica 8):

Grafica 8: Curva de probabilidad de producción de olores



FUENTE: (Miliarium, s.f.)
ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

Se determinó en la gráfica que el olor es apreciable con un 43 % a 200 m.

2.1.4.2 La intensidad del olor.

“Es importante distinguir entre los olores procedentes del exterior, que pueden llegar al edificio a través de los sistemas de renovación de aire o por infiltraciones a través del suelo o desagües, y los generados en el interior del propio edificio. Los primeros están muy influidos por la situación del edificio respecto al entorno, especialmente por su proximidad a zonas de tráfico intenso, a vertederos, a actividades agrícolas o a instalaciones industriales. Sin embargo, la mayoría de olores tienen su origen en el propio interior del edificio, siendo la causa principal sus ocupantes y las actividades por ellos desarrolladas” (Berenguer Subils, 1999). “En la tabla 19 se recogen las principales fuentes contaminantes de olores que pueden afectar un ambiente interior” (Berenguer Subils, 1999).

Tabla. 19

Principales fuentes contaminantes de olores

Origen	Entrada o Generación	Ejemplos
Exterior	Ventilación	Humos de escape de automóvil, asfaltado, construcciones
	A través del subsuelo	Derrames y fugas de productos químicos en depósitos enterrados
	Desagües	Alcantarillado
Interior	Ocupantes	Bio efluentes, humo de tabaco
	Actividades	Material de oficina, fotocopiadoras, impresoras láser, cocinas mantenimiento y limpieza
	Estado del edificio	Humedades, aire acondicionado
	Obras	Disolventes, adhesivos , pinturas, barnices
	Materiales de construcción	Paneles, moquetas, tapicerías, mobiliario

FUENTE: (Berenguer Subils, 1999).

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

Además se determina la escala de intensidad del olor de la siguiente forma: (ver tabla 20).

Tabla. 20
Principales fuentes contaminantes de olores.

Olor	Nivel de intensidad
No perceptible	0
Muy débilmente perceptible	1
Débilmente perceptible	2
Distinguible	3
Fuerte	4
Muy fuerte	5
Extremadamente fuerte	6

FUENTE: (strucplan, s.f.)

2.1.4.3 Características de un olor.

“Desde el punto de vista de su percepción, un olor presenta cuatro características que permiten su definición y medida que se resumen en el cuadro 11” (Berenguer Subils, 1999).

Cuadro 11: Características de un olor

Intensidad	Fuerza de la sensación percibida
Calidad	Carácter diferenciador y grado de parecido de un olor
Aceptabilidad	Grado de gusto o disgusto de una sensación de olor
umbral de olor	Concentración mínima de un estímulo odorífero capaz de provocar una respuesta (ver tabla 19).

FUENTE: (Berenguer Subils, 1999).
ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

Tabla. 21
Escala irritante

Grado	Intensidad
0	No irritante
1	Débil
2	Moderado
3	Fuerte
4	Intolerable

FUENTE: (strucplan).

El umbral olfativo “es la concentración de una sustancia cuyo olor se percibe. Puede ser expresado tanto en unidades de volumen (ppm) como en masa/ volumen (mg/m³). Normalmente se presentan dos valores que se corresponden con promedios de sensibilidad olfativa” (Wikipedia, 2016) (ver tabla 22).

Tabla. 22.

Umbral de Olores.

Contaminante	Umbral de olor (ppm, en volumen)
Acetaldehído	0.21
Acetona	100
Ácido butírico	0.001
Ácido acético	1
Amoníaco	46.8
Acroleína	0.21
Acrilo nitrilo	21.4
Allilo cloruro	0.47
Anilina	1.0
Benceno	4.7
Bencilo cloruro	0.047
Bromo	0.047
Cloral	0.047
Cloro	0.314
Clorofenol	0.00003
Cloruro de hidrógeno	10.0
Diisocianato de tolueno	2.14
Dimetilacetamida	46.8
Dimetil formamida	100
Difenil, éter	0.1
Dióxido de azufre	0.47
Dimetil amina	0.047
Dicloruro de azufre	0.001
Disulfuro de carbono	0.21
Etanol	10
Etil mercaptano	0.0004 - 0.001
Etil, acrilato	0.00047
Estireno (inhibido)	0.1
Estireno (no inhibido)	0.047
Formaldehído	1.0
Fósforo	0.021
Fosgeno	1.0
Fosfeno	0.021
Monometil amina	0.021
Metil etil cetona	10
Metil mercaptano	0.001 - 0.002
Metil, cloruro	por encima de 10
Metileno, cloruro	214.0
Metil isobutil cetona	0.47
Metil, metacrilato	0.21
Nitrobenceno	0.0047
n-Propil mercaptano	0.007
n-Butil mercaptano	0.0007
Paracresol	0.001
Paraxileno	0.47
Piridina	0.021
Sulfuro de Benceno	0.002
Sulfuro de dimetilo	0.001 - 0.002
Sulfuro de dietilo	0.006
Sulfuro de difenilo	0.005
Sulfuro de hidrógeno	0.005
Tetracloruro de carbono (cloración del CS2)	21.4
Tetracloruro de carbono (cloración el CH4)	100.0
Tolueno (del coque)	4.68
Tolueno (del petróleo)	2.14
Tri cloroetileno	21.4

FUENTE: (strucplan, s.f.)

A continuación se analizará los resultados y fuentes de olor para el sector elegido, para dicho cálculo se estable los niveles de ppm de la fuente en relación a la distancia del lugar, para determinar el índice de confort olfativo (ver tabla 23).

Tabla. 23

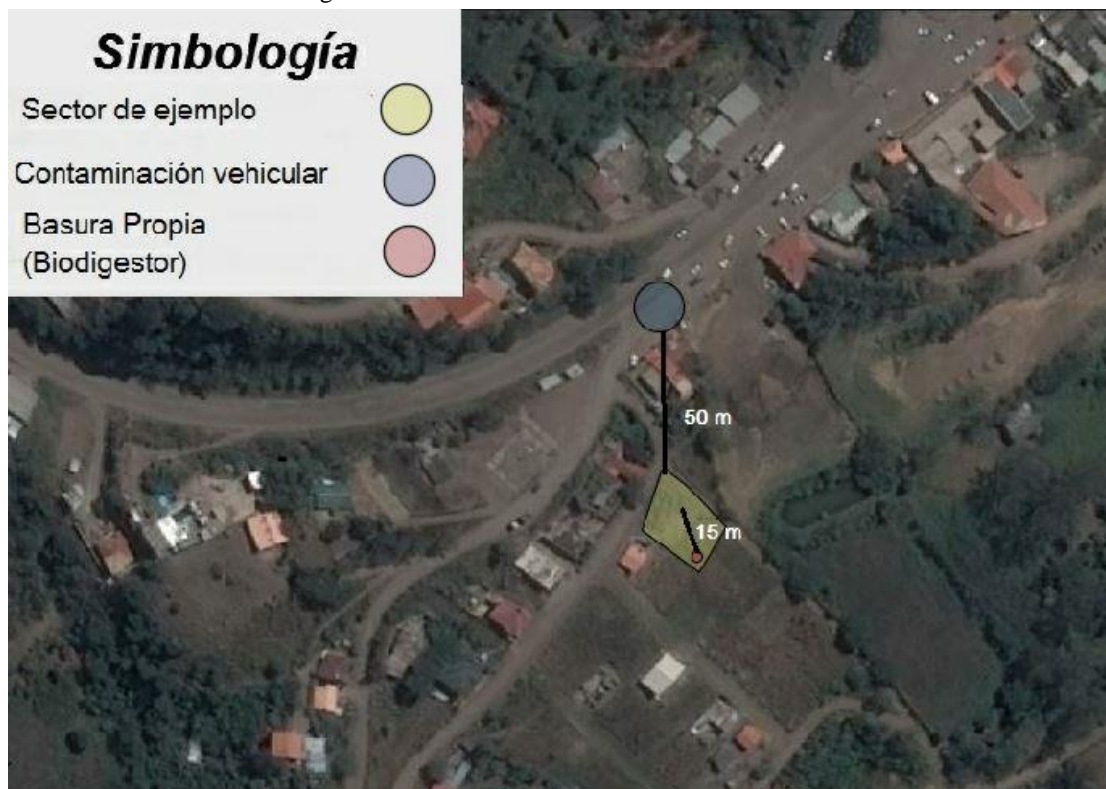
Resultados de confort olfativo en el catón santa Isabel.

RESULTADOS CONFORT OLFATIVO					
Fuente de Olor	Niveles de ppm de la fuente	Distancia del sector de estudio (m)	% ppm de percepción en el sector de estudio	Índice de confort según niveles de ppm	Estrategias Generales
Basura propia del Complejo Biodigestores	10 Cloruro de hidrogeno	15	100	Intolerable >4	Con el sembrío de rosales o planta aromáticas para incrementar el confort olfativo de los usuarios y minimizar los olores emitidos por el biodigestor y procesos de compostaje.
Ventilación de Baños	2.5 Diisocianato de tolueno	2	100	Moderado 2 - 2.99	Se da ventilación cruzada en cocina o ducto de ventilación mecánica
Ventilación de Cocinas	2.5 Diisocianato de tolueno	5	100	Moderado 2 - 2.99	Se da ventilación cruzada en cocina o ducto de ventilación mecánica
Basura interior de la vivienda	3,5 Benceno	3	100	Fuerte 3 – 3.99	Se puede dar una ventilación cruzada en lugar que se coloque el basurero.
Contaminación Vehicular	4 Tolueno	50	100	Intolerable >4	Este por la distancia aun no requiere alguna estrategia de ventilación.

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

Para efectos de cálculo se toma como ejemplo un sector determinado en el cantón Santa Isabel, descrita en la imagen N°15 con el fin de determinar y analizar el confort olfativo de la zona, para colocar % ppm de percepción en el sector de estudio se emplea la gráfica 8, la cual indica la curva de olor apreciable en función de los parámetros de humedad y temperatura.

Imagen N°15 Cantón Santa Isabel Fuentes Olfativas.



ELABORACIÓN: Zhunio Santiago

2.1.5 Confort psicológico.

“Los factores psicológicos interactúan con los factores térmicos, lumínicos, acústicos y olfativos, entre otros por ejemplo, el disconfort fisiológico térmico y lumínico puede ser compensado a través de los factores visuales involucrados en el diseño de los espacios, tales como el manejo de los colores, texturas, espacios, volúmenes, vacíos, macizos, etc.” (Murillo Rountree, 2011).

El color en arquitectura es el que imprime sentido emocional a la forma, teniendo en cuenta la expresión de los colores para conseguir armonía y dar bienestar a la persona, de esta forma percibe el individuo los objetos y espacios que lo rodean, en cuanto a su forma, su cromática, su textura etc., en función de la ubicación y la percepción del receptor, para ello existen medios adecuados y valorados para proporcionar resultados para el diseño arquitectónico.

“En la parte arquitectónica actúa directamente en la percepción ambiental de la persona sobre

el diseño de un espacio mal diseñado puede provocar, además de discomfort, enfermedad y disfunción del organismo; como se observa y estudia existen edificaciones frías, cálidas o extremosas, ruidosas, mal iluminadas, con fuerte contaminación electromagnética, desagradables, etc.” (Murillo Rountree, 2011) .Con ello como bien señala Reyner Banham¹⁹: “Evidentemente, es demasiado tarde ahora para comenzar a culpar a los arquitectos por el hecho de que exista esta situación, especialmente ya que la culpa corresponde también a la sociedad en su totalidad, por no haber exigido que ellos fueran algo más que los creadores de esculturas, ambientalmente ineficientes, no obstante su hermosura (pág. 299).”

Para definir el clima del cantón Santa Isabel se resume de manera general este capítulo (ver cuadro 12).

Cuadro 12. Resultados del confort en el cantón Santa Isabel.

		Descripción de resultados			
E L C O N F O R T	TIPOS DE CONFOR	Higro térmico	Termorregulación	Tras el estudio realizado por medio de encuestas a los habitantes del cantón Santa Isabel, a diferentes familias se deduce que el confort higro-termico, es positivo por ende el cuerpo humano se está calentando, por lo cual se necesita implementar estrategias de ventilación.	
			Regulación de comportamiento		
			Regulación técnica		
			Regulación autónoma		
			B T A É L R A M N I C C E O		Metabolismo
					Radiación
					Convección
					Conducción
					Evaporación
					Sudoración
	Lumínico	Intensidad Luminosa	Como resultado de análisis del confort lumínico, existen lugares en donde el ingreso de luz natural no se da de manera adecuada debido a los obstáculos de viviendas que existen en la urbe central.		
		Iluminancia			
		Luminancia			
		Contraste y deslumbramiento			
		Aspectos Psicológico			
	Acústico	Parámetros del confort	Para la zona de estudio se recomienda conocer el lugar a emplazar la vivienda y su entorno, con estrategias de materiales aislantes al momento de construir.		
		Efectos del ruido			
		Fuentes del ruido			
	Olfativo	Intensidad de un olor	Se recomienda utilizar una arquitectura de paisaje.		
Características del olor					
Psicológico		En la parte arquitectónica el confort psicológico actúa directamente en el diseño de la vivienda, ya que por el clima del cantón Santa Isabel, se busca una ventilación adecuada para que los usuarios encuentren en confort.			

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

Para determinar el confort necesario para adaptarse a este clima Ecuatorial Mesotérmico Seco, se analizó los diferentes usos y horarios de la vivienda con respecto a su temperatura, humedad y radiación solar, que afecta cada mes, con el fin de obtener resultados para el análisis del confort, como se observa en las siguientes tablas (ver tabla 24,25 y 26).

2.3 CONCLUSIÓN

En el presente capítulo se determinó las estrategias necesarias para el confort de las personas, que sientan la sensación de comodidad bienestar tanto fisiológico y psicológico, lo cual resulta muy importante para plantar soluciones arquitectónicas, con el fin de lograr que la residencia tenga el diseño adecuado.

Tras el análisis del presente capítulo y con los resultados obtenidos de confort servirá de complemento para aplicar en el capítulo IV, y proponer las estrategias bioclimáticas necesarias para el confort adecuado para la zona.

CAPÍTULO III

HERRAMIENTAS BIOCLIMÁTICAS

3. Herramientas bioclimáticas

El término herramienta bioclimática se refiere a las estrategias necesarias para encontrar directrices que ayuden a tomar las decisiones correctas al momento de diseñar una vivienda bioclimática, la toma de decisiones se basa en análisis de las condicionantes ambientales, en la utilización de herramientas metodológicas que permitan establecer la correcta aplicación de las acciones necesarias al momento de diseñar.

Dentro de estas herramientas se encuentra el enfoque cuantitativo y cualitativo, la primera hace referencia a la exactitud de mediciones o indicadores sociales con el fin de generalizar sus resultados, en este caso analizado con datos estadísticos del clima y la segunda estudia la descripción de las cualidades del fenómeno, como se analizara en el presente capítulo.

3.1 Herramientas bioclimática cuantitativas

3.1.1 Carta bioclimática de Olgyay.

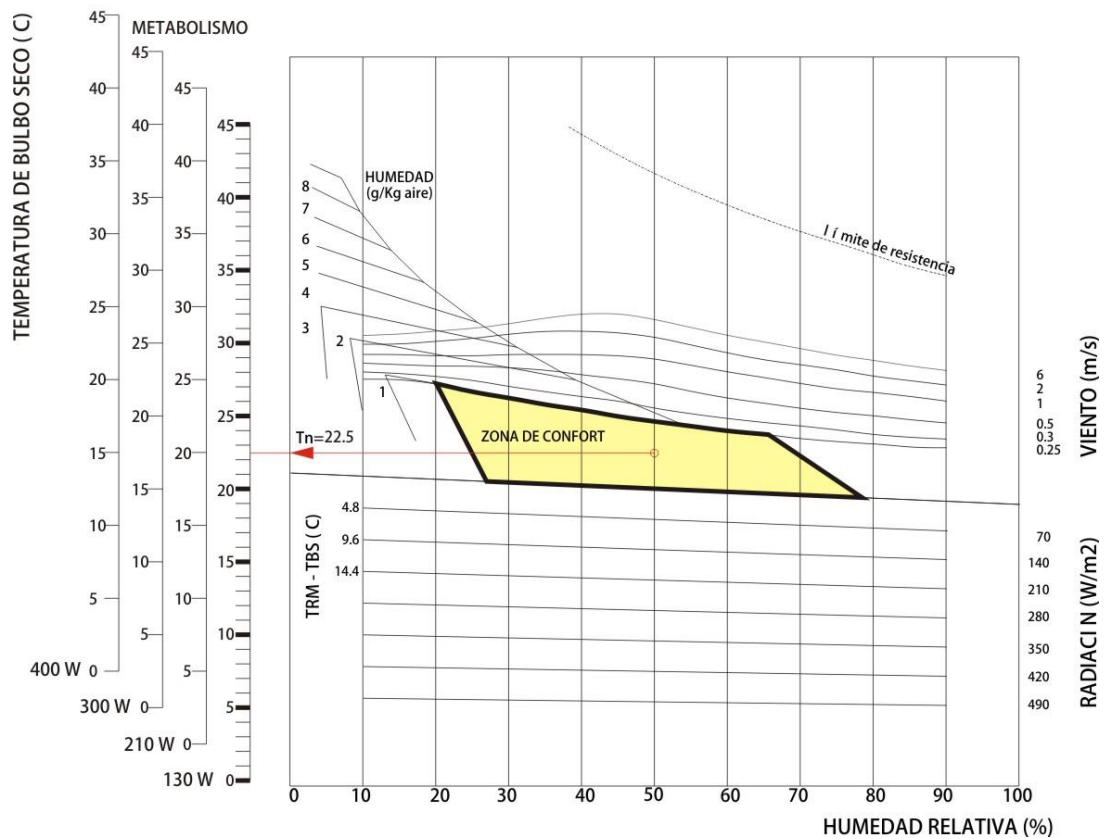
En esta carta se integran dos variables importantes para el bienestar de la persona como es, la temperatura y la humedad.

“La carta de Olgyay está diseñada para condiciones de exterior, y no tiene en cuenta los efectos de la edificación y las variaciones que éste produce en las condiciones temperatura-humedad en los interiores. Sin embargo, dado que cuantifica las necesidades para la obtención del bienestar, puede utilizarse, como indicador de las condiciones que se deben crear en el interior de las edificaciones” (Miliarium, 2011).

“En esta carta se define la zona de confort y cuatro estrategias básicas de diseño: calentamiento, control solar o sombreado, ventilación natural y humidificación” (fontem, s.f.). La carta está hecha para un arropamiento de 1 clo. Y se puede utilizar para distintos grados de metabolismo (130, 210, 300 y 400 W). “En esta carta se grafican las líneas correspondientes a las temperaturas y humedades máximas y mínimas de cada uno de los meses y se definen los

porcentajes correspondientes a cada una de las estrategias (ver imagen N°16)” (fontem, s.f.).

Imagen 16. Carta bio climática de OLGYAY.
CARTA BIOCLIMÁTICA



FUENTE: (Fuentes Freixanet, 2011).

3.1.1.1 Aplicación de la carta bioclimática de Olgay.

El primer paso para usar esta carta es determinar la temperatura neutra y ajustar la escala de temperaturas de acuerdo al valor encontrado. La temperatura neutra se calcula con la siguiente fórmula:

Ecuación 11.

$$T_n = 17.6 + (0.31 T_m)$$

Dónde: T_m = temperatura media anual.

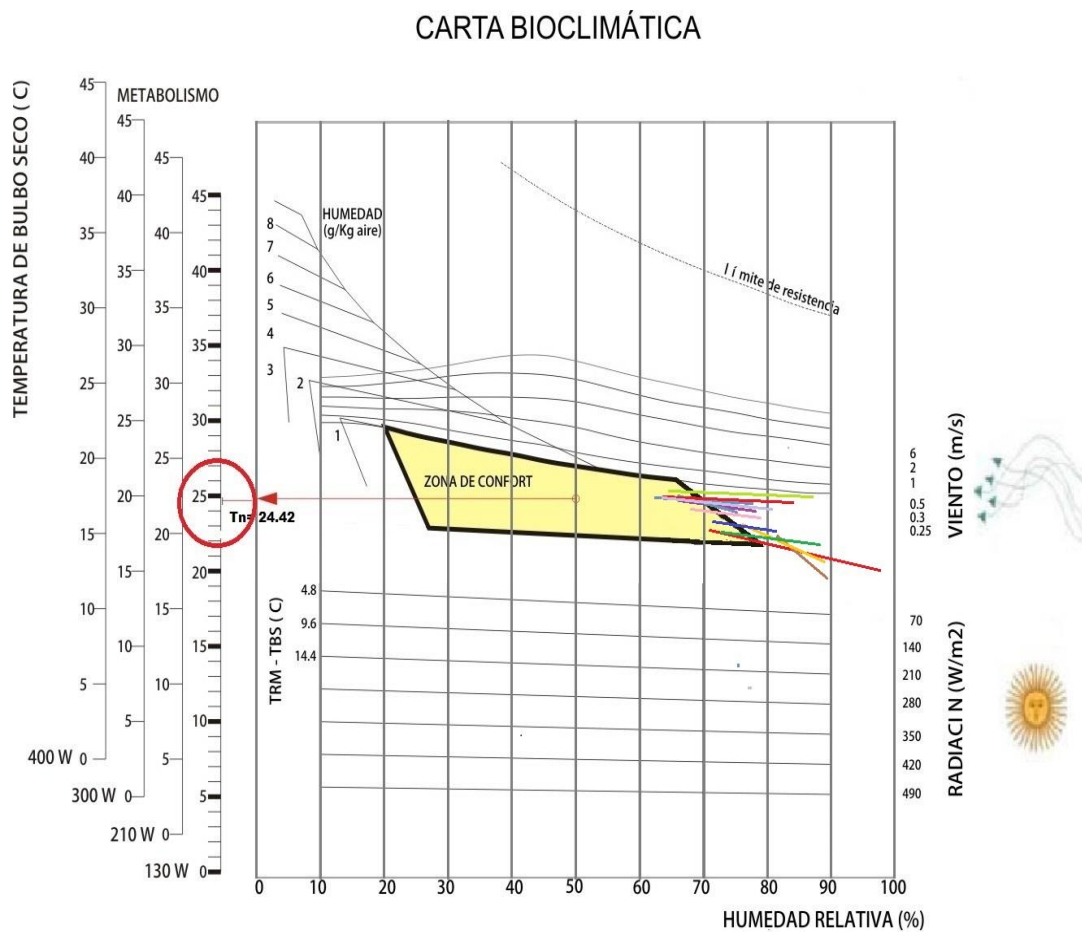
$$T_n = 24.42 \text{ °C}$$

“Para trabajar con ella se deben introducir los valores medios de los parámetros climáticos de cada mes del año, y unir con líneas para ver en qué parte de la gráfica se encuentran” (Fuentes

Freixanet, 2011).

“El siguiente paso es dibujar las líneas de temperatura y humedad para cada mes, graficando temperatura máxima contra humedad mínima y temperatura mínima contra humedad máxima. Es importante señalar que estas gráficas permiten determinar las decisiones a tomar en el diseño para responder adecuadamente al contexto desde el punto de vista térmico” (Fuentes Freixanet, 2011) (ver imagen N°17).

Imagen 17: Carta Bioclimática aplicado al clima Ecuatorial Mesotérmico Seco



FUENTE: (Fuentes Freixanet, 2011).

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

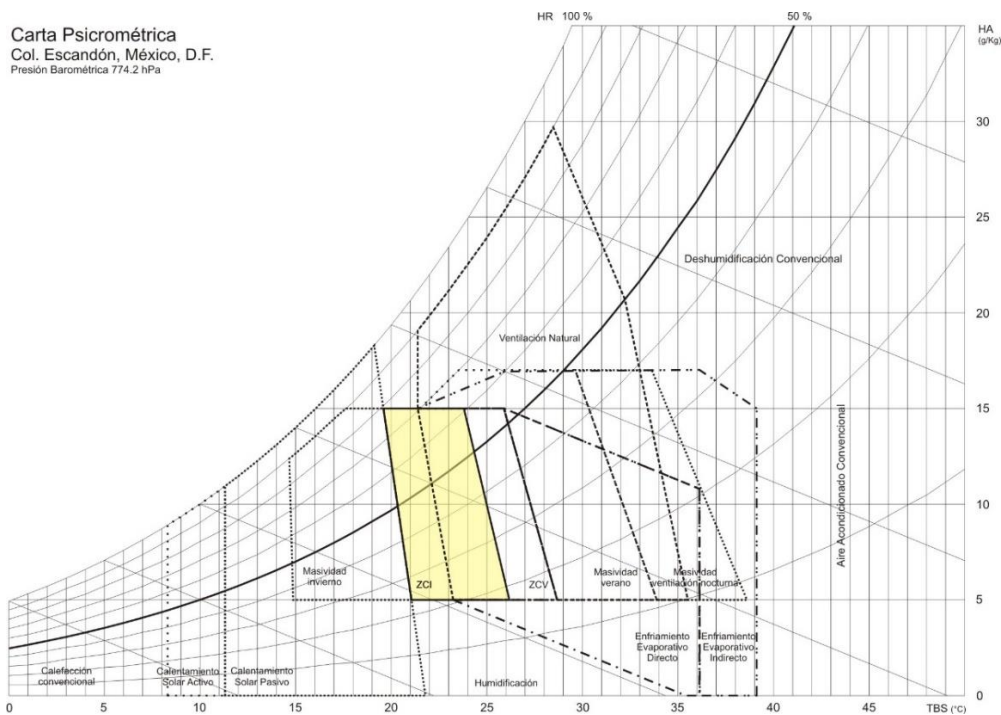
Como se observa en las diferentes líneas gráficas en donde la temperatura para los meses de febrero y marzo está por debajo de las medidas de confort y de humedad, el requerimiento de radiación está entre 70W/m². En las mañanas se encuentra por debajo de la zona de confort pero al medio día la línea entra en confort, por lo tanto es necesario aplicar estrategias de ventilación para lograr los niveles de confort dentro de la vivienda.

3.1.2 Carta psicrométrica.

“Se representa mediante esta carta las propiedades de mezcla de aire como el vapor de agua. Las cartas psicrométricas son muy usadas en las aplicaciones de acondicionamiento del aire. Son necesarias tres propiedades termodinámicas independientes para describir el estado de una mezcla binaria (expresión, temperatura e composición de la mezcla)” (Procesos Bio, 2016). Se define a la Psicometría, como la medición del contenido de humedad del aire. “Ampliando esta definición a términos más técnicos, psicrometría es la ciencia que involucra las propiedades termo-dinámicas del aire húmedo, y el efecto de la humedad atmosférica sobre los materiales con el confort humano” (Docslide, 2016).

“Este es un diagrama de doble entrada, en el que se relacionan múltiples parámetros referentes a una mezcla de aire húmedo: temperatura, humedad relativa, humedad absoluta, punto de rocío, entalpía específica o calor total, calor sensible, calor latente y volumen específico del aire” (Docslide, 2016) (ver imagen N°18).

Imagen 18. Carta psicrométrica.



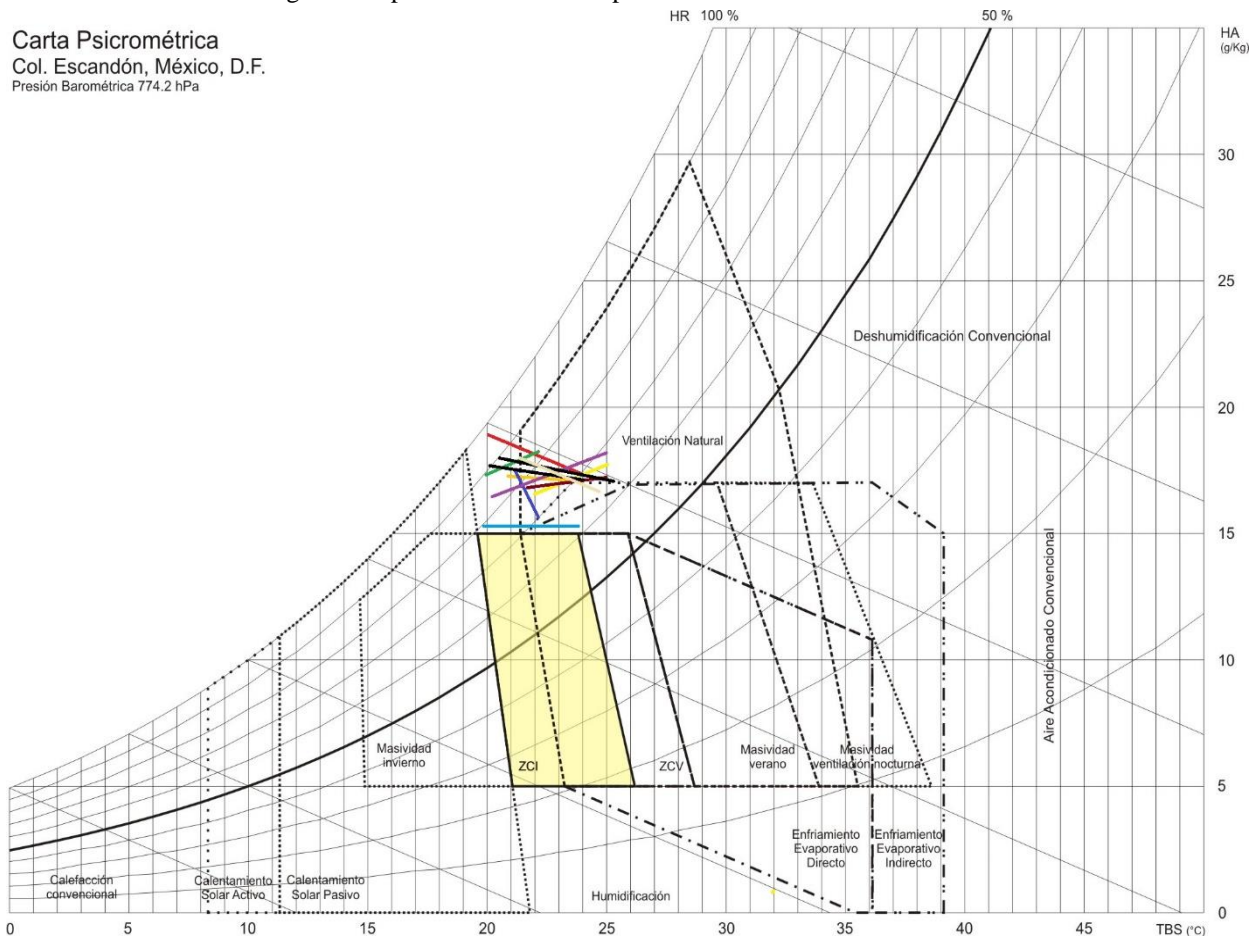
FUENTE: (Fuentes Freixanet, 2011).

3.1.2.1 Aplicación de la carta psicrométrica al cantón Santa Isabel.

“El eje horizontal o de las abscisas representa la temperatura de bulbo seco (°C). El eje vertical o de las ordenadas representa la humedad absoluta (g/kg) o la presión de vapor (kPa). Las líneas curvas representan la humedad relativa (%)” (Fuentes Freixanet, 2011).

Se observa que las líneas representan el recorrido diario de la temperatura y humedad donde la temperatura mínima representa las 6:00 h. y la máxima las 15:00 h. (ver imagen N°19).

Imagen 19. Aplicación de la carta psicrométrica al cantón Santa Isabel.



FUENTE: (Fuentes Freixanet, 2011).

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

Al graficar las líneas de humedad y temperatura se determina que para el Cantón Santa Isabel, sobrepasa el nivel de confort por ende las estrategias utilizadas determinan una ventilación natural, las cuales podrían obtener condiciones de confort.

“En este caso Szokolay diferencia dos zonas de confort: para invierno y verano, las cuales están determinadas con base de la temperatura neutra mensual, del mes más frío y la del mes más cálido. En la carta se definen varias zonas, en función de estas dos zonas de confort” (Fuentes Freixanet, 2011).

Para el caso las estrategias para la época cálida son:

- Ventilación Natural.
- Masividad de verano.
- Masividad con ventilación nocturna.
- Enfriamiento evaporativo directo.
- Enfriamiento evaporativo indirecto.

3.1.3 Triángulo de confort.

Los triángulos de confort se relacionan con las variables de temperatura y oscilación térmica, ésta última es un parámetro importante ya que establece las variaciones de temperatura a lo largo del día.

De esta manera hay que graficar un punto por cada mes, es decir temperatura media contra oscilación, “la cual permite lograr la visualización directa y el análisis comparativo de la variación periódica diaria de temperatura, con el fin de facilitar las siguientes tareas y aplicaciones” (Fuentes Freixanet, Estrategias de Climatización Natural).

“Presentación y comparación de datos climáticos, tales como temperatura media máxima y mínima mensual, representativos de la variación diaria típica de temperatura durante distintas épocas del año” (Fuentes Freixanet, Estrategias de Climatización Natural).

“Definición de zonas de confort según el nivel de actividad física (dormir, descansar, sentar, caminar, trabajar. etc.)” (Fuentes Freixanet, Estrategias de Climatización Natural).

“Selección de estrategias de diseño bioclimático con el fin de obtener modificaciones favorables de la variación de la temperatura exterior para lograr condiciones interiores deseables. Se identifican las estrategias apropiadas a través de la comparación entre las condiciones exteriores registradas en la estación meteorológica y las condiciones deseables indicadas en las zonas de confort representadas en el mismo gráfico” (Fuentes Freixanet, Estrategias de Climatización Natural).

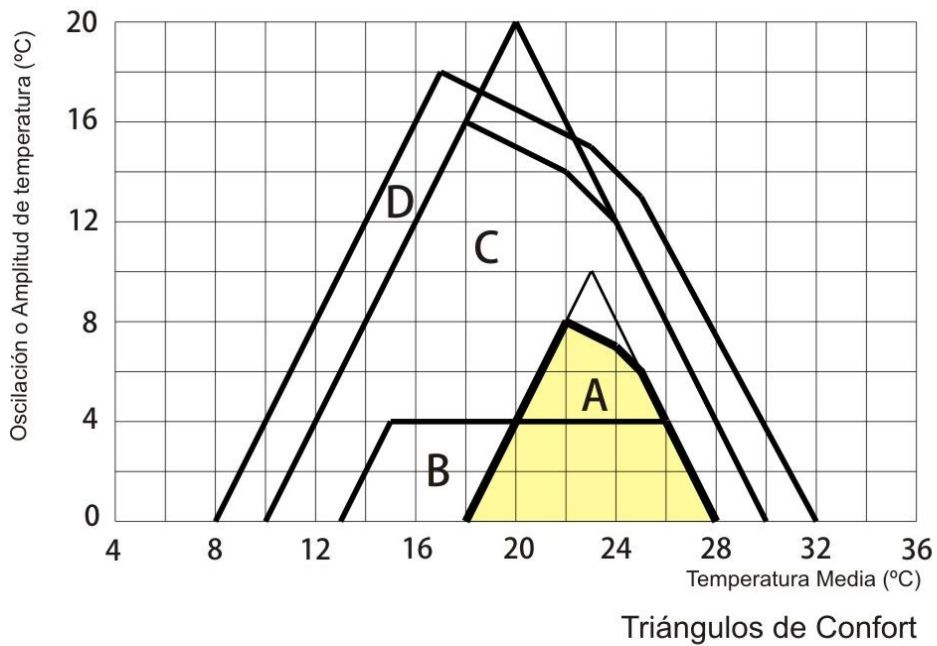
“Evaluación de la variación diaria de las temperaturas interiores utilizando registros de mediciones en proyectos realizados o datos obtenidos de simulaciones numéricas. Dicha evaluación indica la eficacia relativa de estrategias alternativas utilizadas en el proyecto”.

Por lo tanto esta herramienta evalúa precisamente estas variaciones térmicas en una localidad y en función de ellas permite definir algunas estrategias básicas de diseño.

“El triángulo A se configura de la siguiente forma: con 18°C las condiciones medias son confortables pero en variaciones de temperatura. A medida que aumenta la temperatura media se mantiene el confort con mayor amplitud térmica hasta los 23°C aprox.; con mayor temperatura. La amplitud térmica aceptable disminuye hasta llegar a 28°C aprox., con baja humedad relativa y/o poblaciones acostumbradas a altas temperaturas, el límite máximo de la zona de confort puede alcanzar hasta 32°C. Sin embargo, una amplitud mayor a 10°C e excesiva pero mantener confort aun ajustando la vestimenta, y por esta razón, el triángulo tiene forma truncada” (Fuentes Freixanet, Estrategias de Climatización Natural) (ver imagen N°18).

Imagen 20. Triangulo de Confort

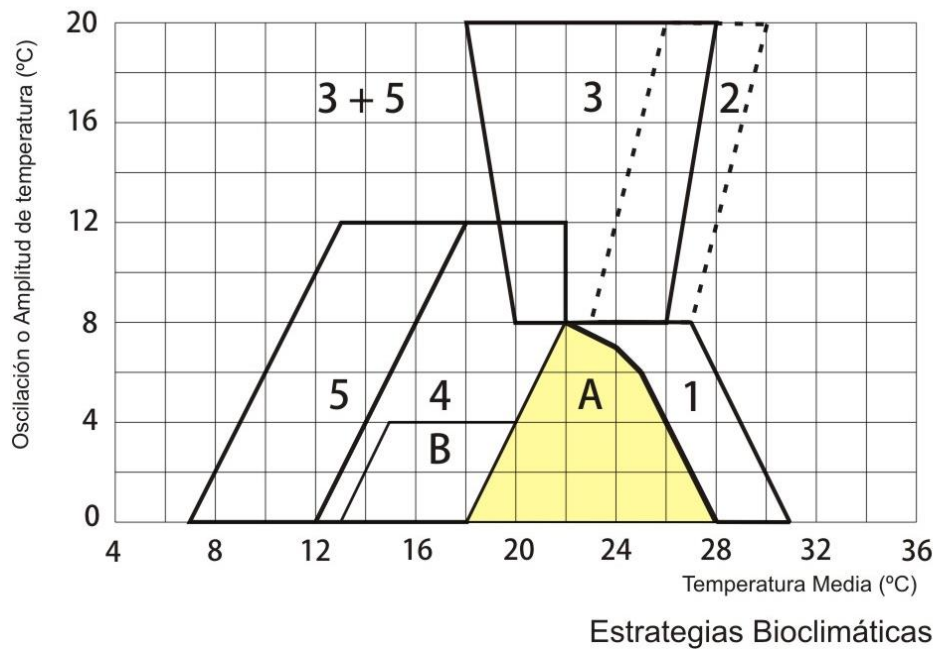
John Martin Evans



- A = Actividad sedentaria
- B = Confort para dormir
- C = Circulación interior
- D = Circulación exterior

Triángulo de Confort

John Martin Evans



- 1 = Ventilación cruzada
- 2 = Ventilación selectiva
- 3 = Inercia térmica
- 4 = Ganancias internas
- 5 = Ganancias solares

FUENTE: (Fuentes Freixanet, 2011).

3.1.3.1 Aplicación del triángulo de confort para el cantón Santa Isabel.

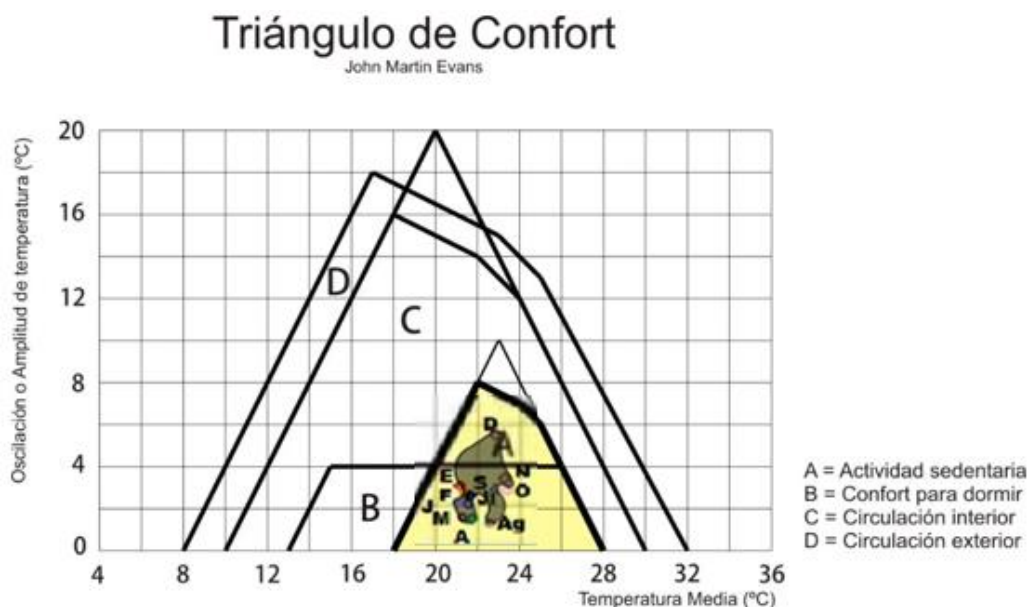
“El eje horizontal del gráfico representa la temperatura media del periodo analizado 24 horas en general, mientras el eje vertical indica la amplitud o diferencia entre temperatura máxima y mínima durante el mismo periodo. La temperatura media corresponde a grados Celsius, mientras la diferencia de temperatura se mide en grado Kelvin” (Fuentes Freixanet, Estrategias de Climatización Natural).

“Un punto en el gráfico representa la variación de temperatura durante el día con la combinación de temperatura media y rango, la figura indica cuatro zonas de confort: actividad sedentaria A, descanso B, circulación interior C y exterior D, formando triángulos” (Fuentes Freixanet, Estrategias de Climatización Natural).

Esta herramienta evalúa precisamente estas variaciones térmicas en una localidad, y en función de ellas permite definir algunas estrategias básicas de diseño.

En este caso sólo hay que graficar un punto por cada mes, es decir temperatura media contra oscilación. En los doce meses del año de la siguiente manera:

Imagen 21. Triángulo de Confort aplicado al clima Ecuatorial Mesotérmico Seco



FUENTE: (Fuentes Freixanet, 2011).

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

“En este caso las estrategias sugeridas son, Ventilación Cruzada (ver imagen N°21) o movimiento de aire, usando ventiladores de techo, este por ejemplo puede reducir la temperatura aparente en 2°K, con velocidades aceptables en oficinas, escuelas, etc. En espacios de circulación, mayores velocidades y disminuciones de temperatura son posibles” (Fuentes Freixanet, Estrategias de Climatización Natural).

3.1.4 Método de Mahoney.

“Las tablas de Mahoney es un método de diseño bioclimático elaborado por Carl Mahoney para el diseño del hábitat. Tienen la finalidad de comparar los datos climáticos con un límite de confort establecido para un lugar en específico y permiten evaluar las condiciones climáticas para tener referencia del tipo de recurso bioclimático a utilizar. En las tablas se realiza un estudio dividido en cuatro etapas: análisis de datos meteorológicos mensuales, comparación de los datos climatológicos contra valores de límites o zonas de confort, identificación de indicadores y la definición de recomendaciones para el diseño arquitectónico” (Mayorga Téllez).

3.1.4.1 Aplicación del método de mahoney para el cantón Santa Isabel

“En la aplicación de estas tablas, la amplitud de temperatura mayor 10° fue considerada como un indicador de la necesidad de incorporar inercia térmica. Mientras una amplitud menor permite una eficaz utilización de la ventilación cruzada. En el primer caso, se requieren ventanas de tamaño controlado así como plantas profundas y compactas, mientras en el segundo caso, se requieren plantas de escasa profundidad y aberturas de mayores dimensiones” (Fuentes Freixanet, Estrategias de Climatización Natural).

“Estas tablas proponen un análisis realizado en cuatro etapas:

- Análisis de datos meteorológicos típicos de cada mes, preparados con ciertas simplificaciones al fin de caracterizar su rasgo principal” (Fuentes Freixanet, Estrategias de Climatización Natural).
- “Comparación de dichos datos con zonas de confort. A diferencia de otros estudios, las

zonas de confort contemplan variaciones según la temperatura media anual, considerando un modelo adaptable de confort y distintas zonas para día y noche. Los resultados son un registro de los meses son condiciones cálidas, confortables o frías, de día y noche” (Fuentes Freixanet, Estrategias de Climatización Natural).

- “Identificación de indicadores que surgen del análisis de condiciones climáticas coincidentes con confort o disconfort en cada mes. Por ejemplo el calor con alta humedad y baja amplitud térmica” (Fuentes Freixanet, Estrategias de Climatización Natural).
- “Definición de pautas de diseño, dependiendo del número de meses con distintos indicadores” (Fuentes Freixanet, Estrategias de Climatización Natural).

Tabla. 27.
Temperatura del aire ° C

Temperatura del aire ° C														
Temperatura	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Más alta	TMA
Máximas medias mensuales	23.5	21.9	22.5	23.1	23.1	23	23	24	24.1	24.4	24.5	24.4	24.4	22
Mínimas medias mensuales	20.6	19.6	21	21.3	20.8	20.8	20.7	22	21.5	21.9	20.7	19.7	19.6	44
Variaciones medias mensuales	2.9	2.3	1.5	2.1	2.3	2.2	2.3	2	2.6	2.5	3.8	4.7	Más baja	4.8

FUENTE: (Mayorga Téllez)

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

Pasos para aplicar en la tabla (ver tabla 27)

“Anotar las máximas y mínimas medias mensuales de temperatura.

- A la derecha de las cifras de temperatura del aire se apuntará la más alta de las máximas medias mensuales y la más baja de las mínimas medias mensuales” (Mayorga Téllez).
- “Hallar la temperatura media anual (tma), para lo cual se suman la cifra más alta de la máxima media y la cifra más baja de la mínima media mensual y se divide el resultado entre dos” (Mayorga Téllez).
- “Hallar la variación media mensual de las temperaturas, para lo cual hay que restar la mínima media mensual de la máxima y anotar el resultado de cada mes en la última línea de la tabla” (Mayorga Téllez).

- d) “Hallar la oscilación media anual de las temperaturas, para lo cual se resta la cifra más baja de las mínimas medias mensuales de la cifra más alta de las máximas medias mensuales y se anota el resultado en la casilla señalada con OMA” (Mayorga Téllez).

Tabla. 28.

Humedad Relativa, Pluviosidad y Viento

Total de 814.4
Pluviosidad(mm)

	Promedio de humedad Relativa (%)			
	<30	30-50	50-70	>70
Grupo de Humedad	1	2	3	4

HUMEDAD RELATIVA, PLUVIOSIDAD Y VIENTO													
Humedad Relativa (porcentaje)	Máximas Medias Mensuales	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	Mínimas Medias Mensuales	98	89	84	84	81	79	78	76	78	84	85	93
	Promedio de humedad relativa	72	83	78	72	71	69	68	68	66	66	67	69
Grupo de humedad (GH)		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Pluviosidad (mm)		124.8	168.8	146.9	113	45.2	24.6	6.5	3.3	10.7	30.6	32.3	107.7
Viento (Dirección)	Dominate	S	SW	S	SW	SW	SW	S	S	N	S	S	S
	Secundario	SW	W	W	SW	W	W	S	N	SW	W	SW	SW

FUENTE: (Mayorga Téllez)

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

Pasos para aplicar tabla (ver tabla 28)

- a) “Inscribir las máximas y mínimas medias mensuales de humedad relativa (hr) de cada mes” (Mayorga Téllez).
- b) “Anotar debajo de esas máximas y mínimas el promedio de humedad relativa de cada mes” (Mayorga Téllez).

- c) “Anotar debajo el grupo de humedad (gh) de cada mes, utilizando para ello la clave del cuadro de grupos de humedad” (Mayorga Téllez).
- d) “Registrar las cifras mensuales de pluviosidad en milímetros y sumarlas para hallar la pluviosidad anual” (Mayorga Téllez).
- e) “Anotar en cada mes la dirección del viento dominante y del secundario, es suficiente poner los rumbos de la rosa de los vientos” (Mayorga Téllez).

Tabla. 29.

Diagnóstico del Rigor térmico

DIAGNOSTICO DEL RIGOR TERMICO													
Grupo de Humedad		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Temperaturas		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máximas Medias Mensuales		23.5	21.9	22.5	23.1	23.1	23	23	24	24.1	24.4	24.5	24.4
Bienestar por el día	Máximo	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	Mínimo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Mínima Medias Mensuales		20.6	19.6	21	21.3	20.8	20.8	20.7	22	21.5	21.9	20.7	19.7
Bienestar por el noche	Máximo	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	Mínimo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Rigor Térmico	Día	----	----	----	----	----	----	---	C	C	C	C	C
	Noche	----	----	----	C	----	----	---	C	C	C	----	----

FUENTE: (Mayorga Téllez)

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

Pasos para aplicar tabla (ver tabla 29).

- a) “Trasladar de tabla n° 2 (ver tabla 28) el grupo de humedad de cada mes” (Mayorga Téllez).
- b) “Trasladar de tabla n° 1(ver tabla 27) la tma” (Mayorga Téllez).
- c) “Registrar los límites de confort durante el día y durante la noche, tomados del cuadro de límites de confort con el empleo del grupo de humedad apropiado y la tma” (Mayorga Téllez).

- d) “Comparar las máximas medias mensuales con los límites de bienestar durante el día y las mínimas medias mensuales con los límites de bienestar durante la noche y anotar los siguientes símbolos en las dos últimas líneas de la tabla que corresponde a la calificación del rigor térmico: temperatura superior a los límites de confort = c (caluroso). Dentro de los límites de confort = ---- (bienestar), temperatura inferior a los límites de confort = f (frío) (ver tabla 30)” (Mayorga Téllez).

Tabla. 30.

Límites de confort

Grupo de Humedad	Temperatura Media Anual (TMA)					
	A		B		C	
	Mayor a 20 °C		Entre 15 y 20 °C		Menor a 15°C	
	día	noche	día	noche	día	noche
1	26-33	17-25	23-31	14-23	21-30	12-21
2	25-30	17-24	22-29	14-22	20-27	12-20
3	23-28	17-23	21-27	14-21	19-26	12-19
4	22-27	17-21	20-25	14-20	18-24	12-18

FUENTE: (Mayorga Téllez)

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

Indicadores

“Ciertos grupos de síntomas de rigor climático indican las medidas correctivas que puede adoptar el diseñador. Esos grupos se denominan indicadores, tienden a ir asociados a condiciones húmedas o áridas. Un indicador, por sí mismo, no conduce automáticamente a una solución. Sólo pueden formularse recomendaciones para el diseño arquitectónico después de sumar los indicadores de un año entero y rellenar la tabla n°31” (Mayorga Téllez) (ver tabla 31).

Tabla. 31.

Indicadores para el diagnostico

SI					ENTONCES
Rigor Térmico		Pluviosidad	Grupo de Humedad	Variación media	
Diurno	Nocturno				
C			4	<10°	H1
C			2 o 3		H1
----			4		H2
		>200mm			H3
			1,2 o 3	<10°	A2
	C		1 o 2		A2
C	----		1 o 2	<10°	A2
F					A3

FUENTE: (Mayorga Téllez)

Indicadores de humedad

“H1: Indica que el movimiento de aire es indispensable se aplica cuando la temperatura elevada (rigor térmico de día = c) se combina con alta humedad (gh = 4), o cuando la temperatura elevada (rigor térmico de día = c) se combina con una humedad moderada (gh = 2 ó 3) y una pequeña variación media (vm inferior a 10°C)” (url, s.f.).

“H2: Indica que es conveniente el movimiento de aire. Se aplica cuando las temperaturas que están dentro de los límites de confort (rigor térmico de día = ----) se combinan con una humedad elevada (gh = 4)” (url, s.f.).

“H3: Indica que es necesario adoptar precauciones contra la penetración de la lluvia, podría plantearse el problema incluso con cifras bajas de precipitaciones, pero serán ineludibles esas precauciones, cuando la pluviosidad exceda de 200mm por mes” (url, s.f.) (ver tabla 32).

Tabla. 32.

Indicadores de Aridez

Indicadores														
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Humedad														
Ventilación Indispensable	H1								X	X	X	X	X	5
Ventilación Conveniente	H2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12
Protección contra la lluvia	H3													
Aridez														
Almacenamiento Térmico	A1													
Espacio para dormir al aire libre	A2													
Protección contra el frío	A3													

FUENTE: (Mayorga Téllez)

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

“A1: Indica la necesidad de almacenamiento térmico. Se aplica cuando coincide una fuerte variación media (10°C o más) con una humedad moderada o baja (gh = 1, 2 ó 3)” (url, s.f.).

“A2: Indica la conveniencia de disponer espacio para dormir al aire libre, resulta necesario cuando la temperatura nocturna es elevada (rigor térmico de noche = c) y la humedad es escasa

(gh = 1 ó 2). Podría ser necesario también cuando las noches son confortables al aire libre, pero en el interior de los edificios hace mucho calor como consecuencia de un fuerte almacenamiento térmico (es decir, día = c, noche = -----, grupo de humedad = 1 o 2 y cuando la variación media es superior a 10°C)” (Mayorga Téllez).

“A3: Indica que existen problemas de invierno o de estación fría. Esto ocurre cuando la temperatura de día desciende por debajo de los límites de bienestar (rigor térmico de día = f)” (url, s.f.).

“Según las anteriores consideraciones se señalan en la tabla (ver tabla 33), los meses en que se aplican los indicadores respectivos y se suma el total de meses que corresponde a cada indicador, que determinara las estrategias necesarias según el indicador de Mahoney” (url, s.f.).

Tabla. 33.

Recomendaciones para el diseño arquitectónico

RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO ARQUITECTONICO									
	H1	H2	H3	A1	A2	A3	No.	Recomendaciones.	
Numero de indicadores	5	12	0	0	0	0			
Distribución				0-10		5-12	1	Orientar Norte- Sur eje largo E-O.	
				11-12		0-4	2	Concepto de patio compacto.	
Espaciamiento	11-12						3	Configuración extendida para ventilar.	
	2-10						4	Igual a 3, pero con protección de vientos.	
	0-1						5	Configuración compacta.	
Ventilación	3-12						6	Habitación de una galería – Ventilación Constante.	
	1-2			0-5			7	Habitación en doble galería – Ventilación Temporal.	
	0	2-12					8	Ventilación no requerida.	
		0-1							
Tamaño de la aberturas				0-1		0	9	Grande 50-80%.	
						1-12	10	Medianas 30-50%.	
				2-5					

				6-10			11	Pequeñas 20-30%.
				11-12		0-3	12	Muy pequeñas 10-20%.
						4-12	13	Medianas 30-50%.
Posición de la aberturas	3-12						14	En muros N y S a la altura de los ocupantes en barlovento.
	1-2			0-5			15	(N y S), a la altura de los ocupantes en barlovento, con aberturas también en los muros interiores.
	0			6-12				
Protección de las aberturas					0-2		16	Sombreado total y permanente.
			2-12				17	Protección contra la lluvia.
Muros y pisos				0-2			18	Ligeros – Baja Capacidad.
				3-12			19	Masivos- Arriba de 8 h de retardo térmico.

FUENTE: (Mayorga Téllez)

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

3.2 Herramientas bioclimáticas cualitativas.

3.2.1 Temperatura efectiva corregida (tec).

“Es también importante este concepto porque en investigaciones realizadas se ha llegado a una conclusión, de las diferentes funciones fisiológicas del cuerpo humano, las cuales son las mismas bajo una misma temperatura, efectiva o resultante” (aulavirtual, s.f.).

“Se conoce como temperatura efectiva de una atmosfera a la que señala un termómetro seco inmerso en un ambiente dado, esto es que produzca la sensación de frio o de calor, la cual debe de tener el aire en reposo, saturado en humedad y de temperatura igual a la de las paredes y suelo” (aulavirtual, s.f.).

“Esta demuestra un índice sensorio (valor numérico), de los grados de calor que una persona desnuda hasta la cintura y ocupada en una actividad liviana, experimenta cuando se la expone a diferentes combinaciones de temperaturas, humedad y movimiento del aire” (aulavirtual, s.f.).

“Si las paredes y suelo del ambiente considerado están a una temperatura distinta, por encima

o por debajo del aire, a la temperatura de bulbo seco del ambiente equivalente, se le llama entonces temperatura resultante” (aulavirtual, s.f.).

3.2.1.1 Aplicación de la temperatura efectiva corregida.

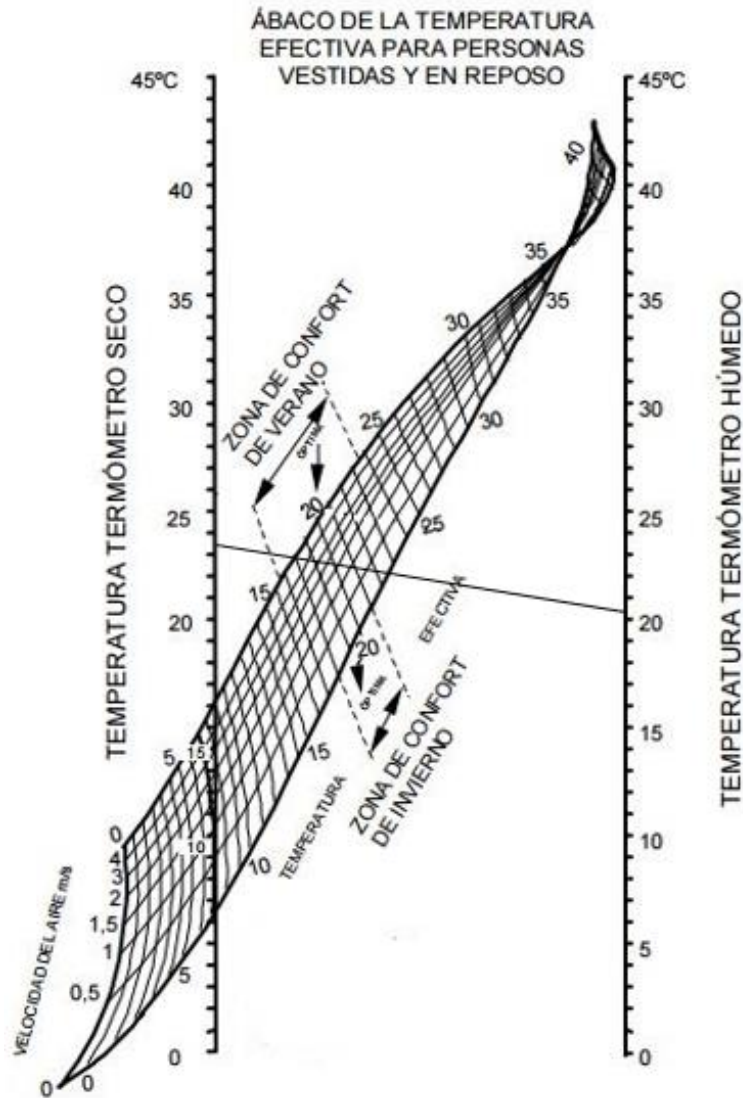
En el ábaco se considera que las paredes y el suelo del ambiente están en la misma temperatura seca y húmeda. La forma para hallar la temperatura efectiva es la siguiente:

- Medir la temperatura húmeda y situar el valor en el ábaco
- “Unir el valor anterior con la temperatura seca medida: Esto dará una recta que cortara la parte central del ábaco””
- “Buscar el punto de intersección, seguir la línea oblicua hacia arriba se es verano, o hacia abajo si es invierno”
- Valorar el resultado obtenido

“Dado que el método de la temperatura efectiva, no interviene en el intercambio de calor por radiación, lo cual resulta solo apropiado donde las temperaturas en las superficies de los cuerpos del entorno son similares a la del cuerpo humano, es decir en ausencia de focos radiantes elevados” (aulavirtual, s.f.).

Para el estudio del sector los resultados encontrados con una temperatura seca de $t_s = 23.4^\circ\text{C}$, una temperatura húmeda de $t_h = 20.9^\circ\text{C}$ y una velocidad del aire de $v = 2.6 \text{ m/s}$ resulta una temperatura efectiva de 22.5°C comfortable, (ver imagen N°22).

Imagen 22. Triángulo de Confort aplicado al clima Ecuatorial Mesotérmico Seco



FUENTE: Confort térmico, Dirección de Seguridad e Higiene, 2005
ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

3.2.2 Índice de Fanger.

“Es un método objetivo de evaluación que permite el cálculo del valor numérico de unos índices térmicos, PMV y PPD, indicadores de la sensación de bienestar térmico global del cuerpo, a través de la medición de los cuatro parámetros ambientales (temperatura del aire, temperatura radiante media, velocidad del aire y humedad relativa), la estimación del aislamiento de la vestimenta y la determinación de la tasa metabólica del trabajo que realiza” (Del Prado, 2014).

“Se trata de un método utilizado para estimar el confort térmico, ya que aunque no se alcancen valores en las variables que caracterizan el ambiente térmico, son susceptibles de causar daños en la salud de los trabajadores, pueden generar un malestar, ya sea por calor o frío, que implique una disminución en la productividad y en la calidad del sistema productivo” (Del Prado, 2014).

“Uno de los métodos numéricos de evaluación de confort térmico más usados a nivel internacional. Se analiza desde el punto de vista de la percepción de las personas, las variables independientes para el ambiente exterior son la temperatura del aire, temperatura media radiante, presión del vapor de agua y el viento; mientras que para las personas son la actividad, la resistencia térmica de la ropa y el factor cubierto de la misma” (Docslide, s.f.).

“Entre las variables dependientes se incluyen la temperatura de la piel y la cantidad de energía debida a la secreción de sudor” (Docslide, s.f.).

“Estos índices se determinan basándose en seis parámetros” (Del Prado, 2014):

- a. Velocidad del aire.
- b. Temperatura radiante media.
- c. Temperatura seca.
- d. Presión de vapor.
- e. Metabolismo de la persona.
- f. Tipo de aislamiento térmico del vestido”

“Fanger deduce el índice PMV mediante estudios estadísticos, haciendo que un determinado número de personas, expuestas a un determinado ambiente térmico, dieran una calificación al grado de confort en función de la siguiente escala numérica, lo que presume el grado de confort de una persona” (Del Prado, 2014) (ver tabla 34).

Tabla. 34.

Grado de confort de una persona

Sensación Térmica	Muy frio	Frio	Ligeramente Frio	Confortable	Ligeramente Caluroso	Caluroso
PMV	-3	-2	-1	0	1	2

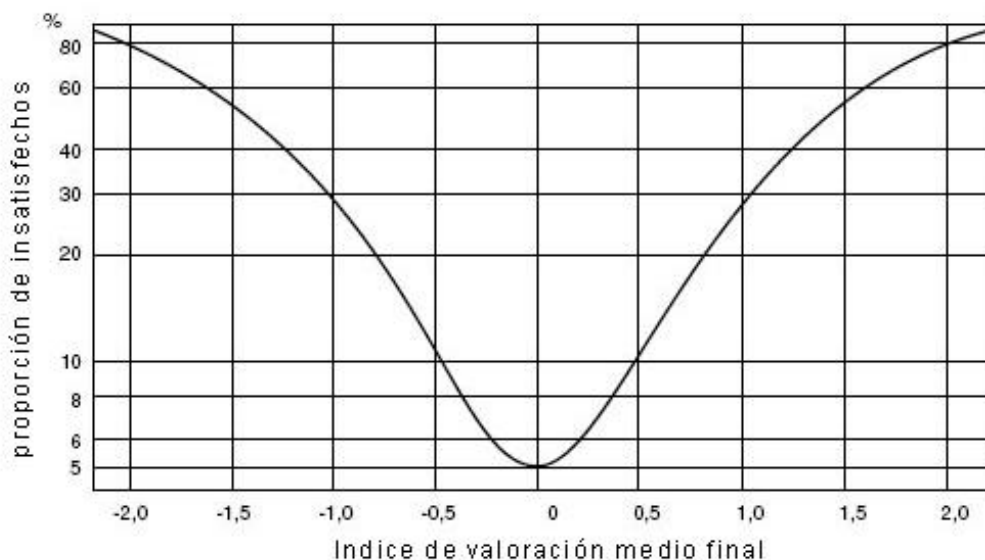
FUENTE: (Del Prado, 2014)

“El promedio de las calificaciones dadas para ese ambiente térmico, es el valor PMV para esa situación en concreto. Existen una serie de tablas que facilitan el propio método donde se encuentran relacionadas las siguientes variables” (Del Prado, 2014).

- Carga térmica metabólica.
- Temperatura.
- Velocidad relativa del aire respecto del cuerpo.
- Tipo de vestido.

“Así, en función de la carga metabólica estimada de la actividad que desarrolla el operario, se elige la tabla adecuada y en función del resto de variables, se toma el valor PMV” (Del Prado, 2014).

Imagen 23: Temperatura Efectiva Corregida



FUENTE: (Del Prado, 2014)

“En el uso de esta gráfica (ver imagen N°23) se advierte que en ambientes neutros donde el voto medio vale cero, existe aproximadamente también un 5% de insatisfechos, por lo que aún y en las mejores condiciones, siempre habrá una pequeña proporción de personas insatisfechas” (Del Prado, 2014).

“Un ambiente térmico se considera aceptable cuando el porcentaje estimado de insatisfechos está por debajo del 10%” (Del Prado, 2014).

“Este puede demostrar que siempre existirá un 5% de insatisfechos y llega a diseñar tres gráficas que, en conjunto, permiten ver cuál es el porcentaje de personas insatisfechas con unas determinadas condiciones climáticas mientras desarrolla una actividad de 100w “(eadic, s.f.).

3.2.2.1 Aplicación del índice de Fanger en el cantón Santa Isabel.

Para el cálculo y aplicación del índice de Fanger se determinara con el PMV, que se determinara con la siguiente ecuación:

Ecuación 12.

$$\text{PMV} = ((1,362135869 \times 10^{-6}) T^3 - (3,1031221 \times 10^{-8}) T^2 + 0,001191847633229 T + 0,0112635095137) ((0,1 \text{ HR}) + 1) + (0,0000040 T^3 - 0,0000451 T^2 + 0,24709914 T - 6,27580002)$$

En donde:

PMV: Voto medio pronosticado

T: Temperatura media en °C

HR: Humedad relativa (en %).

El resultado del PMV = 2.622,064 al comparar los resultados con la tabla 25 se determina que la escala de sensación térmica es calurosa para el cantón Santa Isabel.

3.2.3 Índice de temperatura operativa.

“La temperatura operativa significa el valor medio de la temperatura seca del aire y la temperatura radiante media dentro de un ambiente. Esto es permitido sobre todo si la velocidad relativa del aire es baja (< 0.2 m/s) o si la diferencia entre la temperatura seca del aire y la temperatura radiante media es reducida ($< 4^{\circ}\text{C}$)” (González , y otros, 2013).

Se lo realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Ecuación 13.} \\ T_o = (A * t_a) + [(1- A) * \text{TRM}]$$

Dónde:

T_o = Temperatura operativa.

A = Valor que está en función de la velocidad relativa del aire:

Cuando la velocidad relativa del aire < 0.2 m/s, $A = 0.5$.

Cuando la velocidad relativa del aire > 0.2 m/s y < 0.6 m/s, $A = 0.6$.

Cuando la velocidad relativa del aire > 0.6 m/s y < 1.0 m/s, $A = 0.7$.

T_a = Temperatura del aire (González , y otros, 2013).

Ecuación 14.

$$\text{TRM} = T_G + 1,9 \sqrt{V} (T_G - T_S)$$

TRM = Temperatura radiante media.

“Habitualmente no es utilizado este valor para definir las condiciones meteorológicas o las características climáticas de un lugar, generalmente se usa en el análisis del desempeño térmico de los edificios y en el cálculo de algunos índices de confort. De una manera se representa la temperatura que se siente por una persona en el interior de un ambiente. Esta medida nos ayuda a entender por ejemplo, porqué una persona ubicada dentro de un espacio cuyos cerramientos tienen una temperatura relativamente elevada se siente incómoda aun cuando la temperatura del aire sea la adecuada” (González , y otros, 2013).

3.2.3.1 Aplicación de la temperatura operativa.

Según el análisis de temperatura operativa se determinó que una persona en un ambiente adecuado en función de su trabajo que realiza, alcanza a una sensación térmica de 22.72 °C, tras el análisis en la siguiente ecuación para el cantón Santa Isabel.

$$T_o = (0.7*22) + [(1- 0.7) * 24.4]$$

$$T_o = 15.4 + 7.32$$

$$T_o = 22.72$$

3.2.4 El enfoque cualitativo y los modelos de adaptación.

“El modelo de adaptación se basa en resultados de estudios de confort térmico realizados en campo, y bajo una amplia gama de condiciones climáticas Humpreys y Nicol (1998). Los cuales revelan el efecto que ejercen las condiciones ambientales sobre la fisiología humana y la comodidad, pero si se desea entender el comportamiento humano como la gente se adapta a su ambiente y como lo modifica para permanecer confortable lo que se debe estudiar es a la gente en su habidad natural” (mystile, s.f.).

Gonzales G/Bojórquez G/ Pável R, afirman que:

“Este punto de vista está en contraste con lo que prescriben los estándares del enfoque cuantitativo, el cual establece que los individuos no son receptores pasivos de estímulos sensoriales, sino que son participantes activos en el establecimiento del equilibrio dinámico que existe entre el cuerpo humano y el ambiente que lo rodea. Durante este proceso térmico son manipuladas por procesos involuntarios de carácter fisiológico controlados por el sistema nervioso autónomo o por respuestas voluntarias conductuales, controladas por el sistema nervioso central” (mystile, s.f.).

“Con este principio se han realizado estudios de campo desarrollados en una gama amplia de ambientes para deducir sus inferencias de confort térmico. De esta manera se han desarrollado modelos que determinan la temperatura de neutralidad, como función de la temperatura media exterior de cada sitio en particular. Aunque en algunos casos se han desarrollado modelos de regresión exponencial como el de Nicol y Roaf (1996), por lo regular se obtienen a partir de procesos de regresión lineal, por lo que suelen tener la forma de la ecuación de las rectas” (redalyc, 2015).

Ecuación 16.

$$T_n = b + m (T_{em}).$$

T_n = Temperatura de neutralidad o confort.

B = Punto donde la recta de regresión corta el eje de las ordenadas.

M = Pendiente de la recta de regresión.

T_{em} = Temperatura exterior promedio.

“El modelo de adaptación plantea además ventajas prácticas incuestionables, como el hecho de que los proyectos de investigación pueden llevarse a cabo mediante presupuestos modestos, puesto que no implican la construcción del equipamiento y la operación de cámaras de clima controlado, usualmente costosas. Esto hace que las investigaciones pueden extenderse a lo largo del tiempo y obtener así mayor cantidad de datos en contexto de parámetros climáticos muy diversos. Por ese motivo se multiplican las evidencias provenientes de muchos lugares del mundo, que permiten integrar y enriquecer una base de datos global” (redalyc, 2015).

“Además, para aplicar los modelos de adaptación a una población vestida normalmente y en actividades normalmente cotidianas en una localidad en particular, no se requiere hacer cálculos complicados, ni establece (objetiva o subjetivamente) valores del

metabolismo o del aislamiento de ropa” (redalyc, 2015).

“Pero, especialmente, los modelos de adaptación han demostrado ser útiles para la toma de decisiones en los procesos de diseño en función del ahorro de energía en los edificios, como lo demuestran los trabajos de Auliciems y Szokolay (1997) y De Dear y Brager (1998), cuya particularidad se enfoca de manera clara hacia el diseño arquitectónico. En ambos se compilaron y evaluaron los reportes de estudios adaptativos para diferentes climas y culturas, con lo que se obtuvo como resultado modelos de aplicación generalizada basadas en la temperatura operativa de confort como función de la temperatura exterior medio” (mystile, s.f.). “Los modelos obtenidos en ambos casos resultaron casi idénticos, y muy cercanos a los producidos en otros estudios similares” (redalyc, 2015) (ver tabla 35) (pág. 50-51).

Tabla. 35.

Valores de b y m para la construcción de modelos de confort térmico

Valores de b y m para la construcción de modelos de confort térmico		
Autor	b	M
Humphreys (1976)	11.9	0.534
Auliciems (1981)	17.6	0.31
Griffiths (1990)	12.1	0.534
Nicol et al. (1993)	17.0	0.38
Brager – De Dear (1998)	17.8	0.31
Humphreys- nicol (2000)	13.5	0.54

FUENTE: (Gabriel Gomez, 2007)

“Debido a la acotación casi generalizada de resultados de los estudios bajo el modelo de adaptación, los estándares basados en el enfoque cuantitativo han debido ajustar sus procedimientos, y aceptar que para los preceptos de la adaptabilidad humana. Por ejemplo para la norma ISO 7730:2005, Fanger (2001, 2002) propone un factor de expectativa “e” a ser multiplicado por el valor original del índice a fin de obtener la sensación térmica en edificios su aire acondicionado en climas cálidos” (redalyc, 2015) (pág. 50-51).

3.2.4.1 Aplicación del enfoque cualitativo y los modelos de adaptación.

Aplicando la ecuación del enfoque cualitativo, se determina que para el ambiente del cantón Santa Isabel, la forma en que la persona se adapta a su entorno y como lo modifica para permanecer confortable llega a una temperatura de confort de 25.38°C.

$$T_n = 13.5 + 0.54 (22^\circ\text{C})$$

$$T_n = 25.38^\circ\text{C}$$

Cuadro 13. Resultados de las herramientas bioclimáticas para el cantón Santa Isabel.

		Descripción de resultados	
HERRAMIENTAS BIOLIMÁTICAS	Herramientas bioclimáticas cuantitativas	Carta bioclimática	Es necesario aplicar estrategias de ventilación debido a la radiación del lugar.
		Carta Psicométrica	Se determina una ventilación natural, y un enfriamiento natural, las cuales podrían obtener condiciones de confort.
		Triangulo de confort	En este caso las estrategias sugeridas son, Ventilación Cruzada.
		Método de Mahoney	“Indica que es conveniente el movimiento de aire en las viviendas para el confort” (Mayorga Téllez).
	Herramientas bioclimáticas enfoque cualitativo	Temperatura efectiva corregida	Se determina la temperatura de confort de una persona, con una temperatura efectiva de 22.5 °C.
		Índice de Fanger o índice PMV	Se determina que la escala de sensación térmica es calurosa para el cantón Santa Isabel.
		Índice de temperatura Operativa	Una persona en un ambiente adecuado en función de su trabajo que realiza, alcanza a una sensación térmica de 22.72 °C,
		Enfoque cualitativo y modelos de adaptación	Las personas llegan adaptarse al clima del lugar lo modifica para permanecer en temperatura de confort la adecua a 25.38°C

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago

3.3 Conclusión.

Tras el estudio de las herramientas bioclimáticas, además de determinar el tipo de vivienda adecuada para el cantón Santa Isabel, se refiere de manera directa al proceso de construcción que sean responsables con el medio ambiente, además de ocupar los recursos de manera eficiente generando eficiencia energética y confort para los habitantes.

Con el presente análisis de este capítulo determina las estrategias necesarias para determinar y analizar los métodos adecuados de ventilación y enfriamiento para el clima ecuatorial mesotérmico seco, a analizar en el siguiente capítulo.

CAPITULO IV

ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS

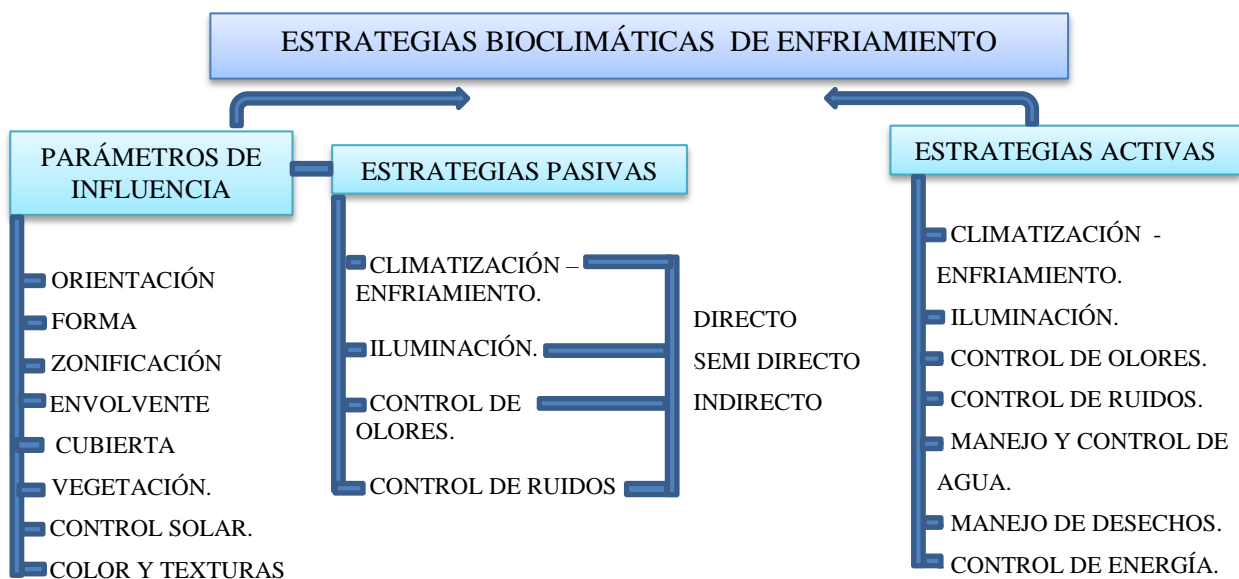
4. Estrategias bioclimáticas.

“La vivienda bioclimática puede generar un gran ahorro e incluso llegar a ser sostenible en su totalidad, para lo cual se define como estrategia bioclimática a la arquitectura diseñada para lograr un confort dentro de una vivienda con el mínimo gasto energético, lo cual aprovecha las condiciones climáticas del medio, para su diseño” (USAC, s.f.).

“Los objetivos que alcanza la arquitectura bioclimática es mejorar la calidad del ambiente, las condiciones adecuadas de temperatura, humedad movimiento y calidad del aire, además de disminuir la emisión de gases contaminantes a la atmosfera”(SlideShare, 2016), disminución de agua y electricidad con el fin de lograr armonía con el hombre y lo construido. Para lo cual tras el estudio analizado de las estrategias necesarias a aplicar en el cantón Santa Isabel para que el usuario se encuentra en confort son de ventilación y enfriamiento, dichas estrategias a aplicar se dividen en dos grupos que son:

- Estrategias Pasivas
- Estrategias Activas

Se resume en general la aplicación de las estrategias bioclimáticas para aplicar en el cantón Santa Isabel resultado del capítulo anterior de tal manera se tiene así:



4. 1 Sistemas pasivos aplicados al clima ecuatorial mesotérmico seco.

“Una de las formas más propicias para comenzar aplicar ahorros energéticos o diseñar una arquitectura sustentable es a través de sistemas pasivos. Los parámetros de diseño influyen en el comportamiento térmico de los edificios, por ejemplo, a través del microclima y la orientación; la forma y el volumen; y el comportamiento de la masa del edificio” (conciencia sustentable, 2016).

“El sistema pasivo para una vivienda incorpora soluciones arquitectónicas y constructivas adecuadas al clima y al ecosistema de la zona donde se implanta la vivienda, lo que resulta una vivienda confortable todos los días del año” (bibliocad, s.f.).

4.1.1 Parámetros que intervienen en el enfriamiento pasivo.

“Con respecto a la Arquitectura Bioclimática la palabra pasivo hace referencia a que en todos los casos la energía transferida para y desde el edificio, se da por medio de un proceso natural, por conducción, convección y radiación los cuales están ligados al diseño de la vivienda con un análisis de la **orientación, factor forma, envolvente, zonificación, cubierta , vegetación, protección y control solar, color y texturas** en el sector a diseñar .La cual está formado por los elementos de la vivienda, actuando de manera conjunta a través de los procesos naturales, absorbiendo y emitiendo energía, y de esta manera lograr que en el interior se den las condiciones de comodidad térmica para los habitantes, recurriendo con menor frecuencia al uso de los equipos convencionales de climatización” (UNILA, s.f.).

4.1.1.1 La orientación.

“Con la ayuda de la climatología del lugar se puede construir una casa orientada de forma que reciba la mayor cantidad de radiación solar; evitando sombras en invierno y protegiendo del exceso de radiación en verano, cada una de las orientaciones geográficas tiene unas condiciones

de radiación solar y de exposición al viento diferente, que afectan a la temperatura y humedad, es conveniente ordenar espacios interiores según la orientación de las fachadas, agrupando por usos y horas de ocupación parecidas” (bibliocad, s.f.).

“El uso del entorno y la utilización de elementos naturales como árboles y plantas para refrescar en verano y protección de viento”

“La orientación depende de las prioridades en el aprovechamiento del viento dominante, iluminación y el asoleamiento. En los climas fríos las zonas habitadas de la vivienda deben orientarse al soleamiento y procurar dar la espalda a los vientos dominantes. En todo caso si el viento dominante coincide con el asoleamiento, el viento se debe modificar mediante la vegetación. Cosa difícil de lograr con el sol. En el clima caluroso se debe evitar mediante árboles que den sombra o poniendo los locales en donde no importa el calor con orientación hacia el sol” (iiarquitectos, s.f.).

“La conservación de un ambiente confortable, dentro de la habitación depende de una buena orientación y una correcta ubicación de las ventanas de manera que se permita el asoleamiento y se proteja de una excesiva insolación “(iiarquitectos, s.f.).

A continuación se analiza las recomendaciones para determinar la correcta orientación de la vivienda para un clima ecuatorial mesotérmico seco:

4.1.1.1.1 Orientación Este

“Los rayos solares inciden solamente en las primeras horas de la mañana. En el verano cuando el sol sale por el este, los rayos incidirán en las primeras horas de la mañana. El sol estará muy bajo en el cielo, y en general no será muy intenso” (iiarquitectos, s.f.).

“En el invierno, el sol se levanta más hacia el sureste, y por esto, el tiempo de incidencia es menor” (iiarquitectos, s.f.).

4.1.1.1.2 Orientación Suroeste

“Los rayos solares inciden desde las primeras horas de la mañana hasta el mediodía. A media mañana el sol estará suficientemente alto en el cielo como para que haya una intensidad moderada de los rayos solares” (iarquitectos, s.f.).

4.1.1.1.3 Orientación Oeste

“Los rayos solares incidirán desde pasado el mediodía hasta la puesta del sol. Durante los meses de verano el sol del oeste será muy intenso y se pondrá entre el oeste y el noroeste. En el invierno se pone generalmente en el suroeste” (iarquitectos, s.f.).

4.1.1.1.4 Orientación Norte

“En esta orientación los rayos solares inciden en algunos días cerca del solsticio de verano, En invierno no inciden directamente sobre la fachada” (iarquitectos, s.f.).

4.1.1.2 Factor de forma.

“La volumetría de una vivienda debe estar relacionada con el clima del entorno en donde se encuentra emplazada y el programa de uso que contiene. Para ello el arquitecto debe tener claro si se desea conservar el calor dentro del edificio o disiparlo hacia el ambiente” (slidershare, s.f.)

“La forma del edificio y su envolvente determinan la cantidad de superficie de piel expuesta a la radiación solar, ajustando está a las necesidades deseadas a la forma del edificio que determina la superficie de piel exterior, la cual está en contacto con el ambiente exterior”.

“El volumen es un indicador de la cantidad de energía almacenada dentro del edificio la relación entre superficie y volumen del edificio es el factor forma” (bibliocad, s.f.).

Generalmente son tres funciones básicas en la ayuda de la vivienda.

- Protección de sol y lluvia.

- Protección de la humedad del suelo.
- Protección del viento.

El techo, piso y paredes, deben aprovechar o evitar las condiciones buenas o malas del ambiente natural.

Se determina con la siguiente ecuación:

Factor de forma = superficie envolvente / volumen envuelto

4.1.1.3 Zonificación interior.

Para la correcta zonificación en un clima mesotérmico seca debe dar preferencia a la orientación hacia el Sureste y evitar la orientación hacia el Oeste, por la radiación excesiva que hay por la tarde, para las necesidades de confort de las personas que habitan en la vivienda

4.1.1.4 Envolvente.

“Dentro de los distintos sistemas constructivos, la envolvente juega el papel más importante en el diseño sostenible por su condición de filtro entre el ambiente exterior y el interior, delimitando el espacio habitable. Es en este sistema constructivo donde se generan la mayoría del intercambio de energía que genera el edificio con el medio ambiente, y a su vez puede tener funciones como elemento de recolección de las aguas de lluvia, producción de energía renovable, control de la iluminación y ventilación natural, entre otras” (Sanchez de León, 2013).

“Para el diseño del envolvente incide de manera directa la radiación solar en el lugar por lo cual se debe tomar en cuenta el grado de inclinación de la superficie receptora, cuanto más perpendicular es la radiación solar a la superficie, mayor es la captación de energía transmitida al interior del edificio Para las superficies opacas el efecto de la radiación solar es mucho

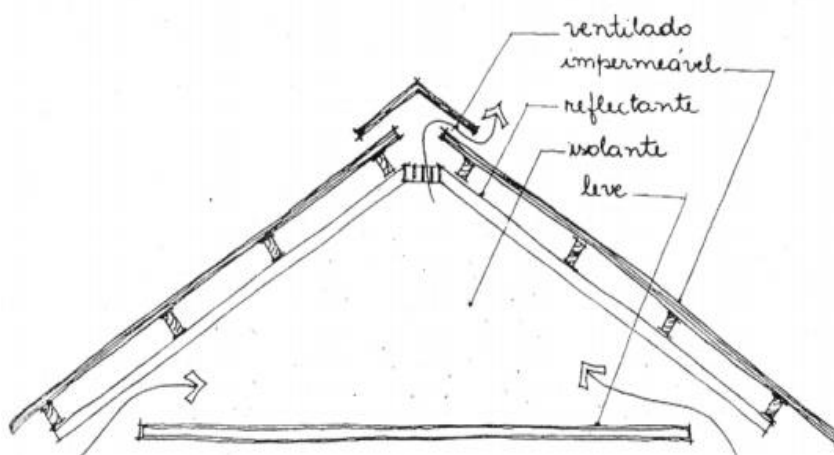
menor que con las superficies vidriadas, ya que la transmisión de los materiales opacos es menor que la de los vidriados” (Sanchez de León, 2013).

4.1.1.5 Cubierta.

“La cubierta es un elemento de gran importancia. Se caracteriza por cumplir la función de sombrilla y de paraguas y, en algunos casos, llega a descomponerse en multitud de cubiertas sobrepuestas, que se protegen mutuamente de la radiación, a la vez que disipan por ventilación la energía absorbida” (Mercon, 2008).

“La doble cubierta ventilada permite formarse entre sus capas un colchón de aire que funciona como aislante para el calor y, además se tuviera añadido en su parte superior aberturas para salida de aire caliente tiene, aún, el efecto chimenea auxiliando en este sistema absorbida” (Mercon M. , 2008) (ver imagen N°24).

Imagen N°24 Esquema de la cubierta ventilada.



FUENTE: Esquema de la cubierta ventilada, utilizándose de un colchón de aire como aislante y ventilación de la cubierta por efecto chimenea, Recuperado de, (Mercon, 2008)

4.1.1.6 Vegetación.

Distintas técnicas se han desarrollado para el diseño de una vivienda en el clima Ecuatorial Mesotérmico Seco, en lo que se debe considerar elementos específicos que busquen el confort y reducción de energía.

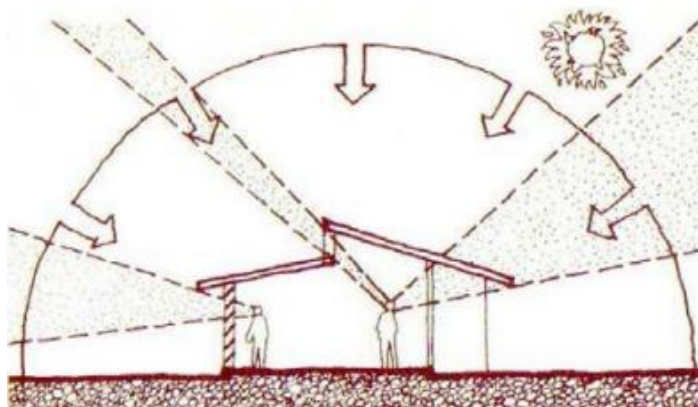
“Para climas cálidos los árboles, setos, enredaderas, etc, no sólo aportan estética, sino que si se ubican en los lugares adecuados, ésta obstruye, filtra y refleja la radiación; igualmente, modifica el movimiento del aire, el impacto de la lluvia, del hielo, la nieve, y la evaporación del agua del suelo. Además las zonas con árboles que realizan la fotosíntesis rebajan por su evaporación la temperatura en esa zona un 3-6°. Y por otro lado, los árboles de hoja caduca, ofrecen una buena protección del sol en verano y permiten que en invierno el sol pueda entrar a la vivienda. Y si rodeamos la vivienda de plantas aromáticas, brezo, etc., disminuirémos la acumulación de calor y evitaremos un elevado consumo de agua” (2D ARQUITECTURA).

4.1.1.7 Captación y control solar.

“Teniendo en cuenta que la radiación solar en verano en el plano horizontal es 3 veces mayor que en el plano vertical, la protección solar y aislamiento son más necesarios en las cubiertas que en otras superficies de edificio. Respecto a la incidencia solar en las fachadas orientadas a este y oeste, la protección solar es, sin embargo, más eficaz en forma vertical, dado que el sol está debajo en el horizonte durante el amanecer y atardecer. La vegetación es quizás el modo más eficaz para protección solar de fachadas Este y Oeste, pero se tiene que ser cuidado con su colocación por si acaso si bloquean las brisas por la noche y sea obstrucción para ventilación natural” (Matic, 2010).

“Las protecciones solares del hueco acristalado es el otro aspecto fundamental en lo que a medidas preventivas sobre el sobrecalentamiento se refiere. El problema es diseñar una protección solar que reduzca la radiación incidente sobre el hueco en verano, pero que permita la captación energética en invierno. Según los mecanismos que se utilicen para detener la radiación solar directa que llega a los espacios interiores habitables, los podemos clasificar en umbráculos y en elementos protectores de la piel de los edificios. Protectores de la piel se pueden clasificar en fijos o móviles” (Matic, 2010) (ver imagen N° 25).

Imagen N°25 Protección solar con diseño de protectores fijos.



FUENTE: (Matic, 2010).

4.1.1.7.1 Estrategias de protección solar.

“Las ganancias solares son un beneficio importante durante la estación invernal, no así en la época de verano, ya que sumado a las ganancias internas se produce sobrecalentamientos en el interior de los edificios provocando incomodidad a los usuarios” (Chile, 2012).

“Por tanto es esencial disponer protecciones solares que permitan evitar las ganancias excesivas por radiación solar y evitar posibles focos de deslumbramiento en el campo visual de los ocupantes. Es más simple, razonable y económico evitar que se sobrecaliente a través de estrategias de protección solar pasivas” (Chile, 2012).

“Para evitar el sobrecalentamiento se recomienda utilizar dispositivos de protección exterior que bloquee los rayos evitando la penetración del calor. Al no tener dispositivos de protección la limitación del sobrecalentamiento dependerá del tipo de cristal y el factor solar asociado con él”(slidershare, s.f.).

“En el caso de requerir protecciones por deslumbramiento, es importante distinguir la causa principal; si es la radiación solar directa o la radiación solar difusa. Para detener la radiación solar directa son preferibles las protecciones solares opacas. Los materiales translúcidos como vidrios con tinte o cortinas muy claras pueden convertirse en una fuente de deslumbramiento secundario al incidir el sol directamente sobre ellos” (slidershare, s.f.).

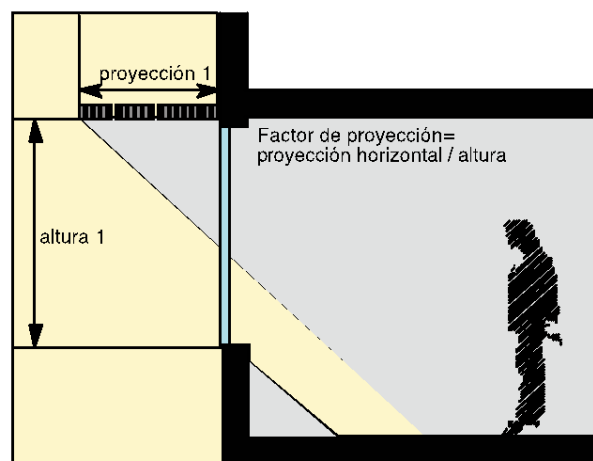
“Una estrategia de protección solar pensada desde el inicio del proyecto puede ser fundamental para la formalización de la arquitectura, donde se puede utilizar elementos estáticos simples (voladizos o marquesinas), elementos móviles (celosías, persianas, cortinas) o dispositivos que combinan ambos elementos” (Chile, 2012).

Protecciones solares exteriores fijas

“Para el diseño de las protecciones solares exteriores se debe considerar el porcentaje de protección de la ventana dependerá de la altura del sol, la posición de la protección del sol en relación a la ventana, la relación entre la longitud de la protección y la altura de la ventana. Es igualmente importante considerar que se debe evitar los puentes térmicos de su estructura” (Chile, 2012).

“Los aleros horizontales exteriores fijos consisten en un plano horizontal sobre la ventana que permite en verano detener la radiación solar directa (cuando el sol está alto) y obtener las ganancias solares en invierno (cuando el sol está bajo). Estos tienen la ventaja de no bloquear la visión al exterior y la desventaja de generar una disminución permanente de la iluminación natural. Son más efectivos en la orientación norte; en el caso de las orientaciones noreste y noroeste estas protecciones requieren mayores longitudes” (Chile, 2012) (ver imagen N°26, 27,28).

Imagen N°26 Dimensionamiento Alero horizontal.



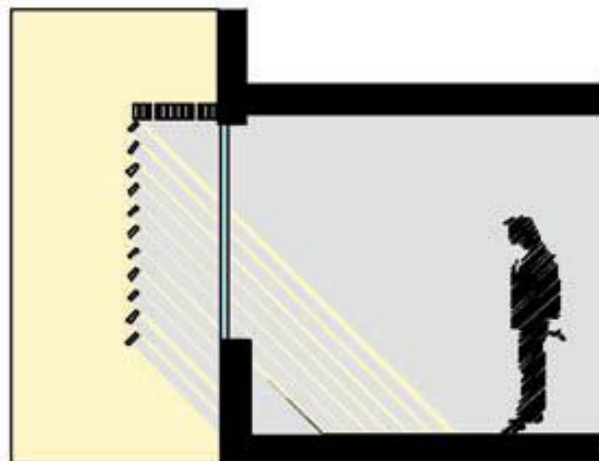
FUENTE: (Chile, 2012).

Imagen N°27 Aplicación de cortasoles horizontal exterior, Universidad santo Tomás, Santiago.



FUENTE: (Chile, 2012)

Imagen N°28 Esquema de quiebra vista horizontal.



FUENTE: (Chile, 2012)

Protección solar fijo

“Tienen la ventaja de que necesitan poco mantenimiento y, como no necesitan ser manipuladas, no existe la posibilidad de ser mal utilizadas. Por otro lado, exigen un diseño y un dimensionado riguroso para que arrojen sombra únicamente en verano (Matic, 2010)”. Los tipos de protección solar fijo son:

- Voladizos, aleros, porches
- Parasoles, lamas, celosías horizontales o verticales

“Forman parte de los recursos de la arquitectura popular para arrojar sombras frente al intenso

sol del mediodía. Son elementos contruidos fijos, muchas veces son extensiones de las cubiertas que se prologan, o son elementos a parte de los tejados y están situados en las partes altas de las fachadas. Normalmente son opacos y su dimensión depende del sol de que se quiere proteger. Los aleros y voladizos horizontales tienen más efecto en las fachadas norte y sur, sino en este u oeste, donde se utiliza más la protección vertical, por el recorrido del sol. Una proyección horizontal o un alero encima de una ventana al sur es una solución económica y eficaz. La proyección del voladizo será adecuada si ventana tiene el 100% de sombra al mediodía del 21 de junio” (Matic, 2010). (ver imagen N° 29). “Si sobresale la mitad de altura total de ventana, de esa manera protegeré el hueco acristalado desde principios de mayo hasta mitad de mes agosto, y sin embargo permitir la entrada de sol en invierno” (Matic, 2010).

Imagen N° 29 Alero y su proyección.

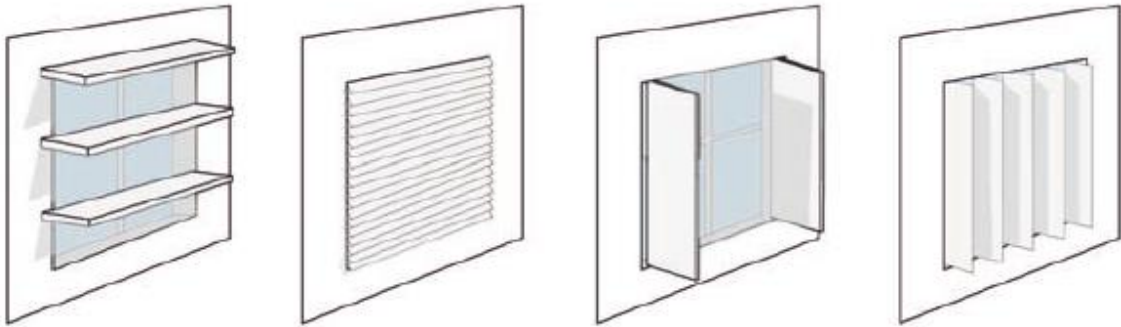


FUENTE: (Matic, 2010).

“Los cortasoles, quiebra vista o celosías son enrejados de pequeños listones, generalmente de madera o hierro, que se colocan en las ventanas y otros huecos análogos para poder ver a través de ellos sin ser vistos. Su eficacia y efecto final depende del tamaño, distanciamiento y orientación de las láminas que conforman el elemento de protección. Con ellos es posible limitar la penetración solar directa; desde el punto de vista térmico detienen la radiación solar antes de que alcance el vidrio, sin embargo, las ganancias solares son limitadas incluso en invierno” (slidershare, s.f.).

“En cuanto al sentido de las celosías, por lo general, se recomienda utilizar celosías verticales para las orientaciones este-oeste” (Chile, 2012) (ver imagen N° 30).

Imagen N°30 Esquema de organización cortasoles, quiebra vista o celosías horizontales y verticales.



FUENTE: (Chile, 2012)

“Existen aplicaciones de dispositivos de control solar a través de cristales con un factor solar bajo, mientras menor es el factor solar se tendrá menos ganancias solares. Este tipo de protección contra el sol tiene la ventaja que no bloquea la vista al exterior disminuye en un bajo porcentaje el paso de luz natural” (Chile, 2012) (ver imagen N° 31).

Imagen N°31 Protección solar a través de cristales con bajo factor solar. Edificio Duoc, Santiago.



FUENTE: (Chile, 2012).

Protecciones interiores fijas

“Las protecciones solares interiores actúan como pantallas difusoras y ayudan a una mejor distribución de la luz en el interior, filtran la luz y mitigan el calor que no ha sido controlado

con protecciones exteriores, para así asegurar el confort visual y térmico de los usuarios” (Chile, 2012).

“Existe una gran variedad de aplicaciones interiores, las más eficientes desde el punto de vista lumínico son las pantallas difusoras que son aplicadas para controlar la penetración solar en atrios, claraboyas y lucernarios” (Chile, 2012) (ver imagen N° 32).

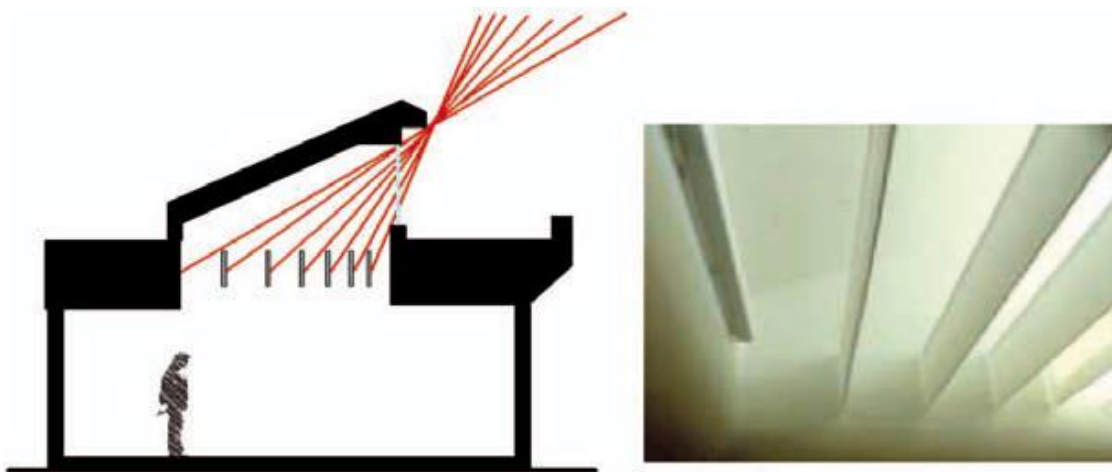
Imagen N°32 Dispositivos de protección solar interior en corredor de luz, Galería Comercial, Santiago.



FUENTE: (Chile, 2012).

“Para este tipo de protecciones se debe realizar un análisis detallado de la trayectoria solar y sus proyecciones para lograr una dimensión adecuada de los elementos que la conforman” (Chile, 2012) (ver imagen N° 33).

Imagen N° 33 Esquema de diseño de protecciones solares interiores y efecto luminoso.



FUENTE: (Chile, 2012).

Protecciones solares móviles:

“Estas protecciones pueden ser adaptadas en función de la posición del sol y de las necesidades de los ocupantes. Su principal inconveniente es en relación a la manipulación y uso por parte de los ocupantes” (slidershare, s.f.).

“Este tipo de protecciones, al estar cerradas, tienen una baja transmisión luminosa, sin embargo, al tenerlas inclinadas favorecen la distribución luminosa en el recinto. Éstas permiten disminuir el deslumbramiento cerca de la ventana y difunden la luz al interior del recinto” (slidershare, s.f.).

“En función de la inclinación de las láminas es posible mantener la vista al exterior. Este tipo de protecciones puede ser ubicado al exterior, al interior o entre cristales. La eficacia de los diferentes tipos de protecciones móviles depende en gran medida del conocimiento del usuario y los controles automatizados para su funcionamiento” (slidershare, s.f.).

“Protecciones móviles exteriores se recomienda considerarlas como parte de la geometría de la fachada, ya que tienen un impacto estético significativo en su composición” (slidershare, s.f.).
(ver imagen N° 34).

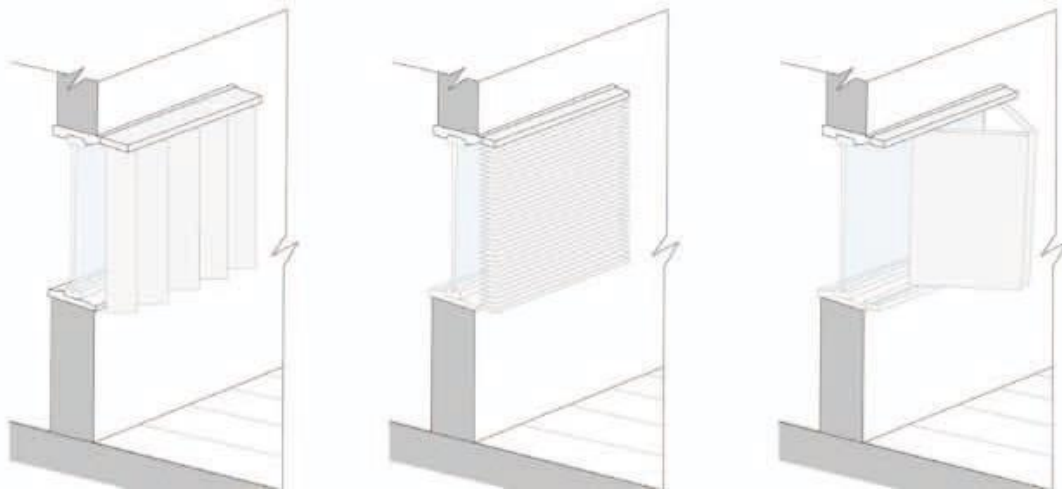
Imagen N°34 Tipos de protecciones solares utilizadas en el exterior.



FUENTE: (Chile, 2012)

“Protecciones solares móviles interiores al ubicarlas al interior ofrecen una débil protección al sobrecalentamiento siendo desfavorable para el confort térmico, sin embargo, son favorables para el confort visual y estética del espacio” (Chile, 2012) (ver imagen N° 35).

Imagen N°35 Tipos de protecciones solares interiores.



FUENTE: (Chile, 2012).

Protecciones solares móviles

Protección solar móvil se divide en:

- “Exteriores: persianas, contraventanas (con lamas fijas o móviles). - Interiores: Persianas venecianas, cortinas, etc. Los sistemas variables o móviles, como toldos, persianas basculantes, sistemas con lamas, etc., permiten una mayor flexibilidad y se adaptan mejor a las asimetrías estacionales. Estas protecciones tienen como principal virtud la versatilidad, es decir, se pueden cerrar cuando necesitemos protegernos y abrir cuando necesitemos captar radiación solar. La colocación más efectiva de todos tipos de protección de un hueco es exterior. En las protecciones horizontales conviene que se permitiera la ventilación de la fachada de tal manera que el aire caliente ascendente puede salir libremente y no provocar el sobrecalentamiento de fachada. Las persianas son elementos muy extendidos en la práctica de la arquitectura, en diferentes climas y culturas. Se puede encontrar una amplia variación de los tipos y diseños de las persianas. Normalmente son practicables y permiten orientación de sus elementos” (Matic, 2010). (ver imagen N° 36).

Imagen N° 36 Persianas verticales y contraventanas.



FUENTE: (Matic, 2010).

Umbráculos

“Son sistemas que consisten de espacios sombreados interpuestos entre ambiente exterior y ambiente interior y funcionan como espacios intermedios. Las estructuras se crean con construcción ligera metálica o de madera, y a parte que crean sombra permiten la ventilación. Las pérgolas pueden incluir gran variedad de diseño y formas. El control de la radiación se hace con la geometría de la estructura, que se diseña teniendo en cuenta las trayectorias solares. Utilización de vegetación en las pérgolas puede proporcionar la sombra ver imagen 26. Protección solar con diseño de protectores fijos Estrategias de diseño solar pasivo para ahorro energético en edificación 51 según ciclos vegetales. La vegetación de hoja caduca permite pasar el sol de invierno y en cambio protege en verano del exceso de radiación. Otra forma a crear umbráculos es colocando paralelamente a la fachada las lamas, brise-soleils o celosías se crea espacio de sombra alrededor de edificio. Todos estos sistemas, que con sus estructura, posición y forma crean volúmenes adosados a edificio, y forman parte de arquitectura misma” (Matic, 2010).

Imagen N°37 Pérgola



FUENTE: (Matic, 2010).

Posición y trayectoria aparente del sol.

Murillo Gabriel afirma:

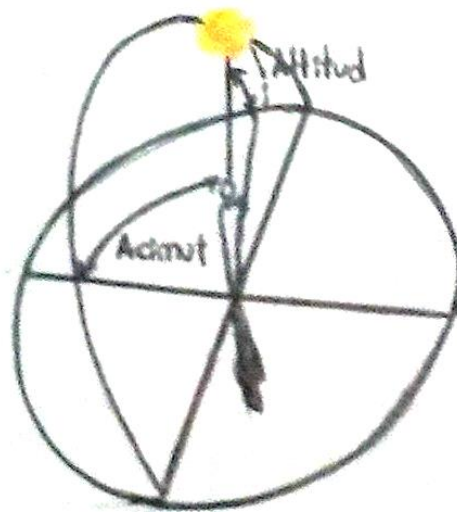
“La posición del sol en el cielo varía según la longitud, la latitud, el día y la hora del año. Las posiciones del sol en el cielo requieren aceptar la convención que la Tierra esta estacionaria y que somos observadores que están parados en algún lugar de la superficie al vernos al planeta alrededor como un plano circular de radio infinito limitado por el horizonte. Si también consideramos al cielo como una semi bóveda cubriendo totalmente el plano donde estamos parados, entonces el sol, durante el curso del día describirá su trayectoria a lo largo de un arco de círculo” (bvsde, s.f.).

Dos coordenadas son necesarias para localizar una posición en el cielo, ellas se llaman acimut y altitud. (pág. 190) (Ver imagen N°33).

“La orientación del edificio con formato este-oeste, con sus principales huecos orientados en el eje norte-sur y el mínimo posible de huecos orientados para este y oeste.

Esta orientación, sin lugar a dudas, proporciona mayor cantidad de radiación durante el invierno y la menor durante el verano” (Chile, 2012).

Imagen N°38 Acimut y altitud solar.



FUENTE: (Murillo Rountree, 2011).

4.2 Sistemas pasivos de climatización

“En el diseño de sistemas de enfriamiento pasivo se tienen en cuenta los cuatro sumideros de calor naturales” (Miliarium, 2011).

- “La absorción de calor asociada al proceso de evaporación: Enfriamiento evaporativo. La absorción de calor por el agua permite generar una disminución de las temperaturas y una mayor sensación de confort por incremento de la humedad relativa.
- La bóveda celeste, de carácter establemente frío, especialmente en noches claras: Enfriamiento radiante.
- Las temperaturas frías del terreno: Enfriamiento conductivo. El mecanismo de transferencia térmica entre el terreno y la edificación es la conducción (intercambio energético sólido-sólido)
- El aire frío de la noche: Enfriamiento convectivo. La convección del aire frío nocturno a través de la edificación o de los componentes del edificio refrigerará la masa térmica en climas con grandes variaciones de temperatura entre el día y la noche” (Miliarium, 2011).

Se determina aplicar estrategias necesarias de ventilación para emplear en el cantón Santa Isabel, que se detallan a continuación:

4.2.1 Estrategias para un sistema pasivo de ventilación

“Miliarium sostiene que el sistema de enfriamiento se produce por la transmisión de calor entre dos sistemas, (aire-agua, aire-aire, aire-suelo) los cuales intercambian energía mediante diferentes mecanismos: evaporación, conducción, convección o radiación naturales” (Miliarium, 2011) (pág.1).

Los sistemas pasivos de climatización se divide en:

- Ganancia directa de ventilación.
- Ganancia semi directa de ventilación.
- Ganancia indirecta de ventilación.

4.1.2.1 Ganancia directa de ventilación.

4.1.2.1.1 Ventilación natural y enfriamiento pasivo.

Es la forma más simple y económica de ganar calor, aprovechando la energía solar que incide sobre la vivienda, para lograr esta ganancia directa de calor se basa en el efecto invernadero, con protecciones solares para periodos de sobrecalentamiento, y el uso de aislamiento para evitar pérdidas de calor.

Una de las estrategias de enfriamiento pasivo más eficiente se dice que es la ventilación natural y de uso más extendido. Generalmente su aplicación cobra mayor relevancia en los lugares que prima las temperaturas elevadas.

La ventilación natural de una forma clara y simple implica permitir el ingreso y la salida del viento en los espacios interiores de la vivienda, una estrategia que se conoce como ventilación cruzada naturalmente la ventilación se puede mejorar abriendo diferentes huecos, bien sea en la

misma fachada o en fachadas diferentes, ya que las diferencias de presión serán mayores que en el caso de tener solamente una ventana.

“Sin embargo esta condición no siempre es factible, ya sea porque el viento es demasiado débil porque la configuración de los edificios y/o su entorno reducen significativamente su fuerza.

Las condiciones del aire exterior como la temperatura, la humedad relativa, las condiciones climáticas del sitio no son siempre las más adecuadas. Ante ello diversas culturas han desarrollado técnicas para hacer más eficiente la ventilación natural como medio de enfriamiento. Algunas estrategias buscan amplificar las tasas de ventilación mientras que otras se enfocan en cambiar las condiciones del aire que ingresa a los edificios” (USAC, s.f.).

“Está muy relacionada con la refrigeración natural. Hay varios sistemas en función del principio físico que se use” (Acción Sustentable, s.f.):

- “Movimiento del aire: El efecto de tiro térmico (movimiento del aire por diferencia de presión y temperatura). El aire caliente tiende a subir y su vacío se ocupa por aire que sale del edificio. Los sistemas más habituales son la ventilación natural cruzada, la chimenea solar (climas cálidos y soleados) o las torres de viento (climas cálidos con vientos frescos y constantes). Estos últimos, si el aire de renovación que penetra en edificio se hace pasar por lugares fríos como por ejemplo sótanos o cisternas, aumenta su efectividad como sistema de refrigeración” (Acción Sustentable, s.f.).
- “Inercia: se aprovecha la inercia térmica del terreno con temperatura más estable a lo largo del año que la del aire exterior. Se aprovecha para bajar la temperatura del aire interior a los climas cálidos. El sistema más habitual es bajar el edificio a nivel zócalo y los conductos enterrados (con control mecánico o natural)” (Acción Sustentable, s.f.).
- “Humidificación: la evaporación del agua refrigera y humidifica el aire. Es muy adecuado en climas cálidos secos. Los sistemas más habituales son fuentes (mejores porque el agua está en movimiento), y los estanques” (Acción Sustentable, s.f.).

- “Radiación: patios interiores que radian calor al exterior durante la noche” (Acción Sustentable, s.f.).

Renovación del aire

“Es importante determinar el momento en el día en que se haga y la duración dependiendo de la época del año en que se realice, asegurarse una renovación (del orden de 0,5 ren. /Hora), para mantener la calidad del aire en los espacios interiores. Las ventilaciones son logradas a través de infiltraciones de la estructura, paneles exteriores, ventanas, etc” (Acción Sustentable, s.f.).

Existen sistemas de ventilación natural que emplean ambas estrategias de manera simultánea o alternada así como:

4.1.2.1.2 Ventilación Cruzada.

Según el lugar, la hora del día de la edificación se generan vientos de alta y baja presión lo que favorece a una ventilación, es decir, que de estar abiertas puertas y ventanas interiores, o a través de pequeñas fisuras que se encuentren en la edificación los cuales permiten que atravesase el aire lo que se conoce como infiltración algo no controlado de los espacios favorece al cruce de lo más homogéneo posible.

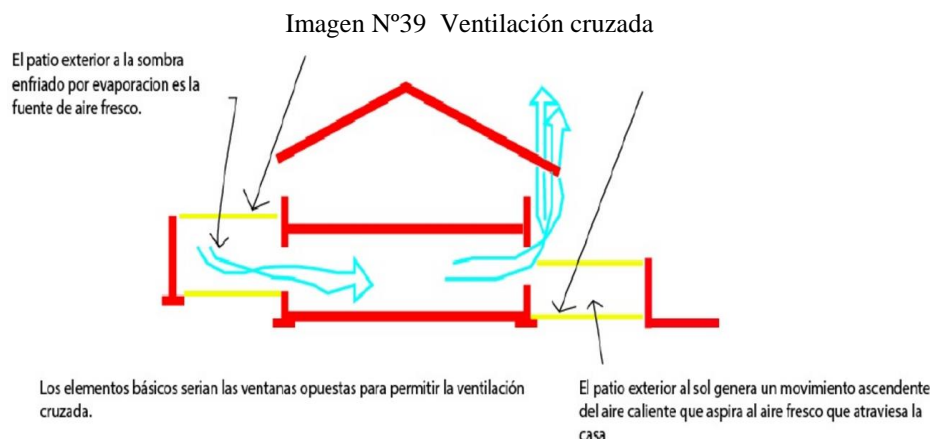
“La ventilación cruzada, consiste en algo simple la cual genera aberturas estratégicamente ubicadas para facilitar el ingreso y la salida del viento a través de los espacios interiores de los edificios, considerando de manera cuidadosa la dirección de los vientos dominantes” (Sol arq, s.f.).

“La incidencia del viento de manera perpendicular al volumen, se aprecia que este desvía el viento y genera una zona de sombra en la parte posterior. Al mismo tiempo se observa que la fachada sobre la que incide directamente el viento presenta presiones relativamente elevadas, mientras que las presiones disminuyen notablemente, e incluso alcanzan valores negativos (efecto de succión), en las fachadas laterales y posterior. Así, en este caso la ventilación cruzada más eficiente se podría conseguir generando aberturas en las fachadas frontal y posterior, sobre

todo si en ésta última los vanos se localizan hacia los bordes, donde las turbulencias generan presiones más bajas. Aunque las presiones superficiales más bajas se localizan justo al dar vuelta a las esquinas de la fachada frontal, si en esas zonas se generaran aberturas, los flujos de aire no abarcarían gran parte del espacio interior”(Sol arq, s.f.).

“Por el contrario al incidir en forma diagonal, el viento se reparte casi equitativamente en dos de las caras del volumen, por otro lado, la sombra en la parte posterior se hace más extensa pero las turbulencias son más débiles. Podríamos decir que en esta situación el volumen es más aerodinámico, aunque la presencia simultánea de áreas de alta y baja presión sigue siendo significativa (ver imagen N°39)” (Sol arq, s.f.).

“El resultado al comparar ambas situaciones es la importancia que guarda la orientación de los edificios y sus aberturas respecto al viento. Aunque es prácticamente imposible que el viento provenga siempre de la misma dirección, casi en cualquier sitio suele haber direcciones predominantes, que son las que deberíamos tomar en cuenta a la hora de definir la orientación del edificio, además de considerar el soleamiento” (Sol arq, s.f.).



FUENTE: (Sol arq, s.f.)

“Consejos para mejorar la ventilación cruzada

- El aire caliente tiende a situarse en las capas superiores, por lo tanto, la mejor estrategia para provocar la ventilación cruzada, es abrir huecos en la cubierta, ayudando de esta manera a que se produzca una corriente de aire desde las plantas inferiores a las plantas

superiores, a la vez que se expulsa el aire caliente” (VILSSA FORMACIÓN, 2016).

- “Es conveniente colocar ciertos obstáculos salientes en la fachada para provocar zonas de distinta presión y ayudar de esta manera a inducir el movimiento del aire. El objetivo es siempre crear zonas de presiones diferentes que provoquen el movimiento del aire”
- Cuando se coloca dos huecos enfrentados en fachadas opuestas crearemos una corriente de aire directa, esto ayudará a aumentar la velocidad del aire, pero por el contrario, provocará que existan zonas en el interior de nuestros edificios sin renovación de aire. Por lo tanto, lo más aconsejable es recircular el aire en el interior de nuestros edificios mediante el diseño de obstáculos, de tal forma que recorra la mayor parte de estancias posibles” (VILSSA FORMACIÓN, 2016).
- “Es conveniente crear huecos de tamaños diferentes, ya que de esta forma, gracias al efecto Venturi, modificaremos la velocidad del aire. La velocidad del aire es un factor que incide directamente sobre la sensación de sobrecalentamiento y la temperatura efectiva en el interior de nuestros edificios” (VILSSA FORMACIÓN, 2016).
- “En conclusión, un buen diseño de huecos para la ventilación natural de los edificios sería: realizar huecos de tamaños diferentes, no enfrentados directamente en fachadas opuestas, colocados a diferentes alturas y a ser posible, colocar huecos en la cubierta, como se observa en la imagen el tipo de ventilación aconsejable”(VILSSA FORMACIÓN, 2016) (ver imagen N°40).

Imagen N°40 Ventilación cruzada



FUENTE: Ventilación cruzada, Recuperado de (VILSSA FORMACIÓN, 2016)

4.1.2.1.3 Ventilación más recursos adicionales.

“Las estrategias descritas anteriormente no son suficientes para lograr adecuadas tasas de flujo de aire exterior. Esto se debe principalmente a la presencia de vientos demasiado débiles y/o inconstantes. Además, es frecuente que el aire exterior presente condiciones poco favorables en lo que respecta a su temperatura, su humedad relativa. Se requiere entonces de estrategias adicionales para que la ventilación pueda realmente ser aprovechada como un medio de enfriamiento pasivo” (Sol arq, s.f.).

“A continuación se menciona tres recursos adicionales ligados a la ventilación natural:

- Enfriamiento evaporativo.
- Masa térmica interna.
- Radiación solar” (Sol arq, s.f.).

“Para disminuir la humedad generada al interior de la vivienda se debe implementar:

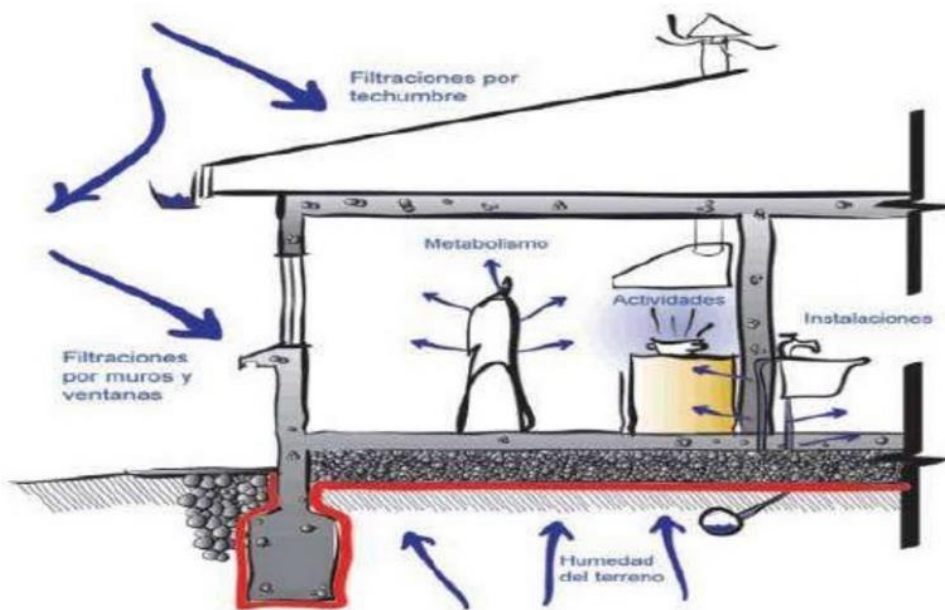
Algunas medidas para disminuir la cantidad de vapor de agua generada al interior de la vivienda son: Instalando tubos de evacuación de vapor (campanas), especialmente sobre la cocina.

Ventilar controladamente la casa, aún en los días fríos de invierno. Para ello debemos abrir ventanas en muros opuestos de la casa, lo ideal es que el aire entre y salga de la casa cuando queramos, por donde lo hemos planeado y en la cantidad que deseamos” (slidershare, s.f.).

Para evitar la humedad que penetra por el suelo se debe aplicar:

Para proteger la vivienda de la humedad del suelo, es necesario que existan sobre los cimientos de no menos de 25 cm de alto. Si el suelo es gredoso y el agua no se absorbe rápidamente, es preferible construir la casa sobre pilotes, ya sea de madera o concreto bien protegidos (ver imagen N°41).

Imagen N°41 Disminución de humedad en la vivienda



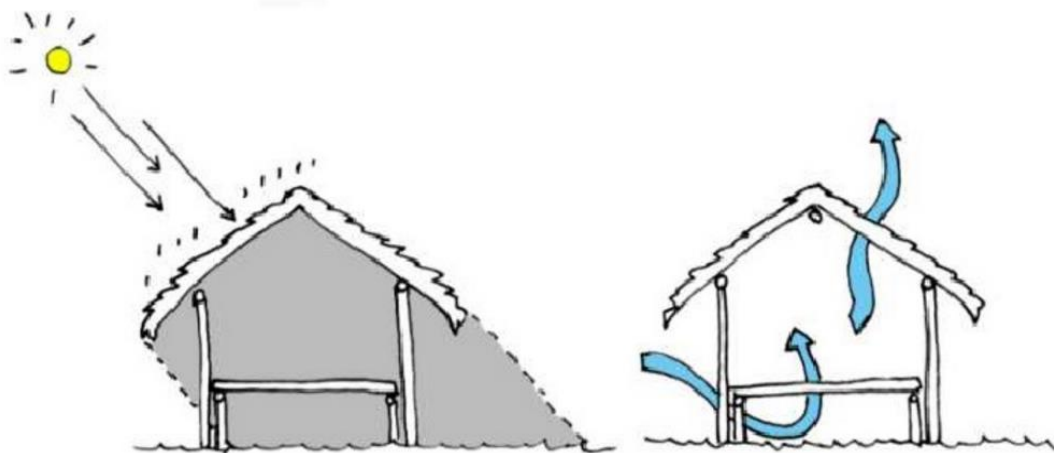
FUENTE: Disminución de humedad en la vivienda, Recuperado de (slidershare, s.f.).

“Para viviendas ya construidas se recomienda:

Proteger la base de la casa, haciendo una zanja por todo el contorno de ella.

Rellenar la zanja con bolones y ripio para que sirva como canal de drenaje. Se debe mantener siempre limpia de basuras, si la vivienda es de madera, a la misma canal construida anteriormente, se le agrega latas extendidas por todo el contorno de la base. Esto detiene el paso de la humedad, (ver imagen N°42)” (slidershare, s.f.).

Imagen N°42 Disminución de humedad que penetra por el suelo



FUENTE: Disminución de humedad que penetra por el suelo, Recuperado de (slidershare, s.f.).

“Para evitar que la humedad penetra por la techumbre se puede seguir las siguientes recomendaciones:

Manteniendo el techo en buenas condiciones.

Tipo de cubiertas que se tenga una buena pendiente para evacuar las aguas lluvias.

Hacer una cumbrera adecuada, que evite las filtraciones de agua.

Es necesario que la cumbrera sea suficientemente ancha para cubrir la unión de las dos pendientes

Las planchas de zinc o fibro cemento deben tener un buen traslape, para evitar que el agua filtre y gotee al interior de la vivienda. Se recomienda seguir las instrucciones del fabricante.

Hacer una canaleta de recolección de aguas lluvias si no está, el viento empujará el agua hacia los muros de la casa, provocando la indeseable humedad de las paredes.

Esto es importante sobre todo para las casas de barro y de madera” (slidershare, s.f.).

4.1.2.2 Ganancia Semi directa de ventilación.

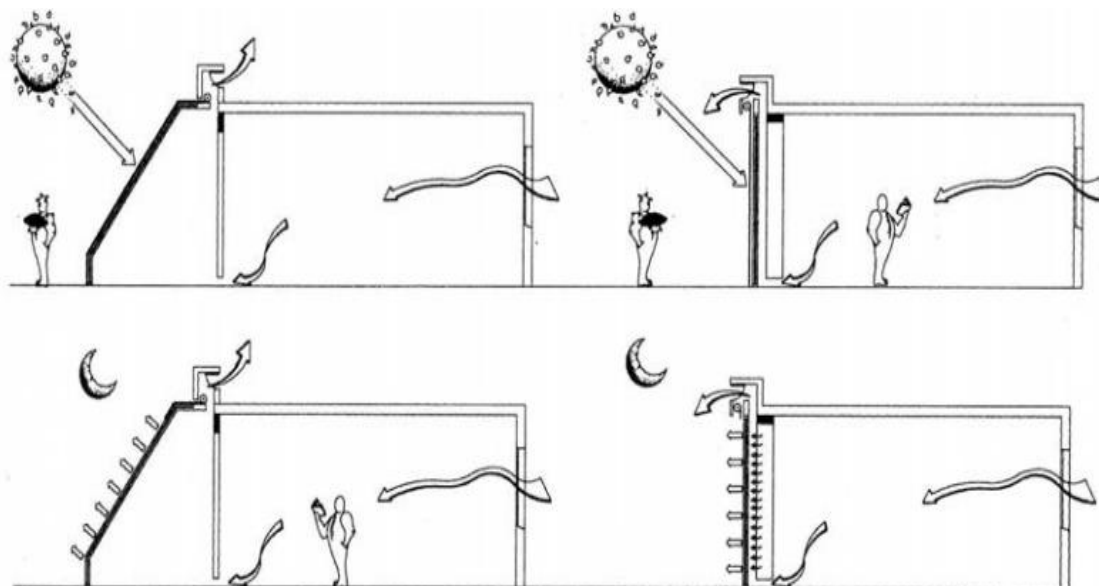
4.1.2.2.1 Enfriamiento radiante.

“Se puede obtener una fuente de enfriamiento natural por medio de la transferencia de calor por radiación. Puede producirse mediante techos fríos, cubiertas húmedas, patios y fachadas radiantes” (Miliarium, 2011).

- “Mediante techos fríos: la superficie exterior de la cubierta radiará hacia la bóveda celeste, fundamentalmente durante la noche, enfriándose. Si se hace circular aire por ella se conseguirá un fluido en condiciones de ser utilizado para el acondicionamiento.
- Con cubiertas húmedas: aprovecha la radiación nocturna durante el resto del día utilizando el agua confinada en bolsas negras y dispuestas sobre la cubierta” (Miliarium, 2011).

- En patios: El patio es un fenómeno bioclimático excepcional capaz de intervenir directa o indirectamente en el acondicionamiento de los edificios. El patio ha sido el gran descubrimiento climático de la arquitectura tradicional de los climas áridos y genera ventilación incluso en épocas de calma (Miliarium, 2011).
- “Para que un patio funcione de la manera más eficaz es conveniente que dentro del mismo se cultiven plantas e incluso haya una pequeña fuente o estanque, tal como se ha expuesto anteriormente. La evaporación que originan las plantas y el agua hace descender la temperatura del patio creando una zona de altas presiones que succiona el aire que se encuentra encima de él. Para completar el flujo de aire, se abren ventanas o rejillas que permitan el paso del aire fresco del patio al interior de la vivienda y a continuación hacia el exterior” (Miliarium, 2011).
- “En verano el patio es un microclima que acondiciona el cálido aire exterior, enfriándolo y humedeciéndolo antes de conducirlo al interior de la casa. En invierno, cuando la temperatura exterior es más baja que la del patio, éste proporciona un lugar más cálido que el exterior de la vivienda donde poder estar al aire libre” (Miliarium, 2011).
- “Fachadas radiantes: las fachadas resultan menos eficaces a la hora del enfriamiento por radiación ya que no se enfrentan correctamente hacia la bóveda terrestre y es fácil que se encuentre con obstrucciones frente a ellas. A pesar de ello se utiliza como complemento refrigerante, tanto en los muros Trombe, como en los invernaderos, manteniéndolos descubiertos durante la noche” (Miliarium, 2011). (ver imagen N°43).

Imagen N°43 Invernadero

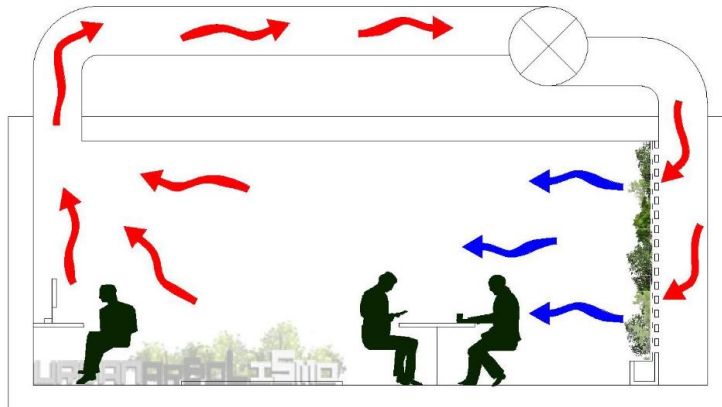


FUENTE: Invernadero (izquierda) y Muro Trombe (derecha) funcionando como estrategias de ventilación (Neila, 2004).

4.1.2.2.2 La vegetación como sistema de refrigeración

“Las plantas evaporan agua para disminuir su temperatura y hacer frente al calor, en este proceso no sólo se refrigeran así mismas sino que también enfrían su entorno. La vegetación posee una gran capacidad para refrigerar el ambiente: un haya adulta (*fagus silvatica*) tiene una potencia de refrigeración de 1000 mega julios/día, cada litro de agua evaporada por la vegetación produce 2300 kj (0.64kWh) de enfriamiento. La capacidad del hombre para aprovechar esta energía ha sido limitada dado que la mayor parte de la refrigeración producida por la vegetación no repercute en la climatización de la arquitectura y se pierde, el sistema es sencillo el aire se recircula a través del sistema de ventilación y se devuelve a la habitación, a través de la fachada vegetal atravesando por el sustrato plantado y de la vegetación” (ver imagen N°44) (urbanarbolismo, s.f.).

Imagen N° 44 Vegetacion como aire acondicionado a pequeña escala

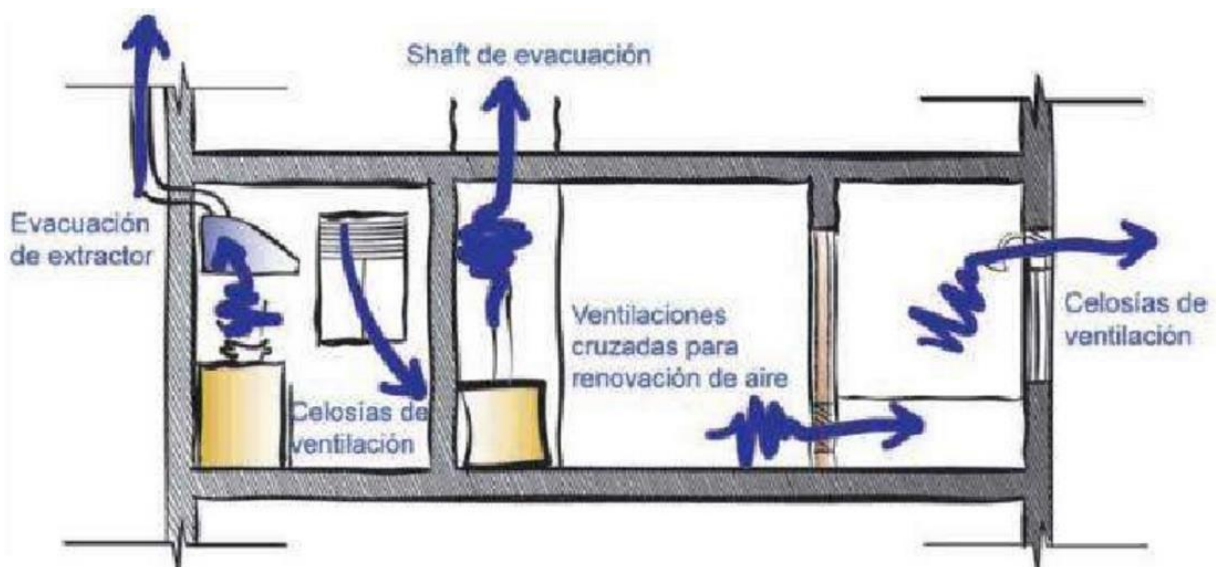


FUENTE: Vegetacion como aire acondicionado, Recuperado de, (urbanarbolismo, s.f.).

4.1.2.2.3 Ventilación de espacios.

“El aire frío que entra en la habitación se calienta y carga de humedad; la que debe eliminarse mediante una buena circulación de aire que permita la ventilación. Es necesaria la ventilación para eliminar y renovar la masa de aire que contiene humedad y bacterias generadas por factores internos y externos a la vivienda (ver imagen N°45)” (fundaciontrascender, s.f.).

Imagen N°45 Ventilación de espacios



FUENTE: Ventilación de espacios, Recuperado de (slidershare, s.f.).

4.1.2.2.4 Ventilación vertical: torres y atrios.

“Si bien la ventilación cruzada es la estrategia más simple y económica para lograr una ventilación natural eficiente, resulta bastante común sobre todo en zonas urbanas densas, que las características del entorno la dificulten en gran medida. Las obstrucciones cercanas pueden hacer prácticamente imposible aprovechar los vientos locales a través de aberturas convencionales. En esos casos es posible aplicar una serie de estrategias de diseño que podríamos agrupar con el nombre genérico de ventilación vertical. Desde luego dichas estrategias también pueden aplicarse cuando la ventilación cruzada es factible, simplemente para hacerla más eficiente” (Sol arq, s.f.).

“La característica común de los sistemas de ventilación vertical es que involucran el uso de espacios o dispositivos de altura considerable, generalmente bastante mayor que la de los espacios anexos a los que sirven, que refuerzan los flujos verticales de aire en el interior de los edificios. Su funcionamiento podría clasificarse de acuerdo a la forma en que aprovechan:

- Las presiones provocadas por los vientos locales, cuyo efecto aumenta con la altura.
- Los flujos convectivos de aire provocados por las diferencias de temperatura que suelen presentarse en espacios de gran altura.
- Estos dos factores simultáneamente.

En términos de dispositivos arquitectónicos se habla de tres sistemas básicos: las torres captadoras, las torres de extracción y los atrios ventilados” (Sol arq, s.f.).

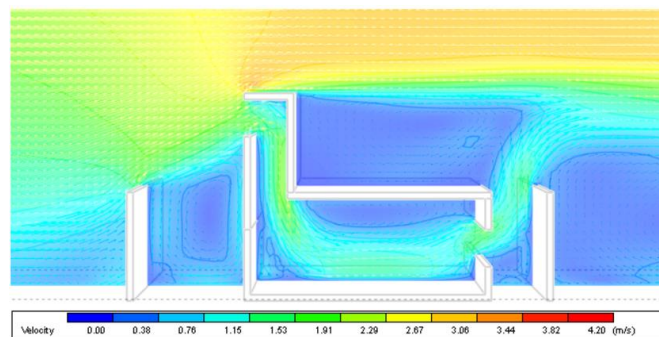
4.1.2.2.5 Torres captadoras.

“Las torres captadoras reciben ese nombre porque su cometido principal es captar los flujos de aire y conducirlos al interior del edificio. En su forma más simple, la torre captadora consiste en un dispositivo que se eleva sobre las cubiertas del edificio y las obstrucciones del entorno,

generando en su parte superior una abertura orientada hacia la dirección de donde provienen los vientos dominantes” (Sol arq, s.f.).

“La imagen que se muestra abajo nos permite explicar mejor su funcionamiento. En esencia se trata del mismo modelo obstruido mostrado en el punto anterior, sometido también a las mismas condiciones de viento. Sin embargo se ha cancelado la ventana orientada al viento y se ha agregado un dispositivo en forma de torre captadora sobre la misma fachada” (Sol arq, s.f.) (ver imagen N°46).

Imagen N°46 Torres captadoras



FUENTE: Torres captadoras, Recuperado de (Sol arq, s.f.).

“La abertura superior de la torre, que sobrepasa la altura de la obstrucción, se ve sometida a presiones de viento relativamente altas, mientras que la ventana en la fachada contraria presenta presiones menores. De esa manera se genera un flujo de aire que ingresa por la parte superior de la torre, atraviesa el espacio, y sale por la ventana contraria para volver a integrarse con las corrientes exteriores. La torre captadora permite así eludir el problema de las obstrucciones y lograr una adecuada ventilación natural” (Sol arq, s.f.).

“La eficiencia de las torres captadoras depende de varios factores, entre los que sobresalen los siguientes” (bibdigital, 2008).

“La disponibilidad de viento.- Cuando se tienen vientos regulares con una dirección más o menos constante las torres captadoras tiene su mayor potencial” (bibdigital, 2008).

“La altura.- A mayor altura se tiene mayores presiones de viento y por lo tanto mayores tasas de ventilación” (bibdigital, 2008).

“El tamaño de la abertura superior.- Mientras más grandes sea ésta mayor será la captación y el ingreso de aire” (Sol arq, s.f.).

“La posición respecto a los espacios servidos.- Es importante que se ubiquen de manera que los flujos de aire atraviesen el espacio habitable, como se muestra en el modelo.

En muchos casos las torres captadoras de viento se utilizan en conjunto con otras estrategias, como el enfriamiento evaporativa y la masa térmica expuesta, para mejorar su eficiencia y evitar problemas relacionados principalmente con las elevadas temperaturas diurnas del aire exterior” (Sol arq, s.f.).

4.1.2.2.6 Atrios y espacios altos.

“En términos generales, el concepto arquitectónico de atrio hace referencia a un espacio central de varios niveles de altura, rodeado de espacios habitables y protegido por una cubierta que en ocasiones es traslúcida o transparente. Una de las funciones principales de los atrios, cuando la cubierta es traslúcida o transparente, es la captación de radiación solar durante el invierno, propiciando el calentamiento de los espacios interiores. Esto los convierte en una solución bastante socorrida, sobre todo en algunos países europeos” (Sol arq, s.f.).

“Estos espacios también pueden emplearse, si se diseñan de manera adecuada, para propiciar una ventilación natural más eficiente durante el verano. Como se verá más adelante, los atrios pueden aprovechar las presiones del viento en la parte superior del edificio, tal como lo hacen las torres captadoras y de extracción. Sin embargo en este caso cobra gran relevancia un fenómeno conocido como efecto chimenea” (Sol arq, s.f.).

“Los atrios y otros espacios altos de los edificios, entre los que se puede incluir los huecos de circulación vertical, tienen un gran potencial para aprovechar el efecto chimenea y propiciar tasas más elevadas de ventilación. Un punto crucial en su funcionamiento es la adecuada configuración de las aberturas superiores, de tal manera permitan aprovechar las presiones del viento para hacer aún más intenso el efecto de extracción del aire caliente. Al mismo tiempo es

necesario cuidar que estas aberturas no permitan que el aire, sobre todo cuando el viento es fuerte, sea conducido al interior invirtiendo el funcionamiento y regresando el aire caliente a los espacios habitables” (bibliocad, s.f.).

4.1.2.2.7 Ventilación más radiación solar (chimeneas solares).

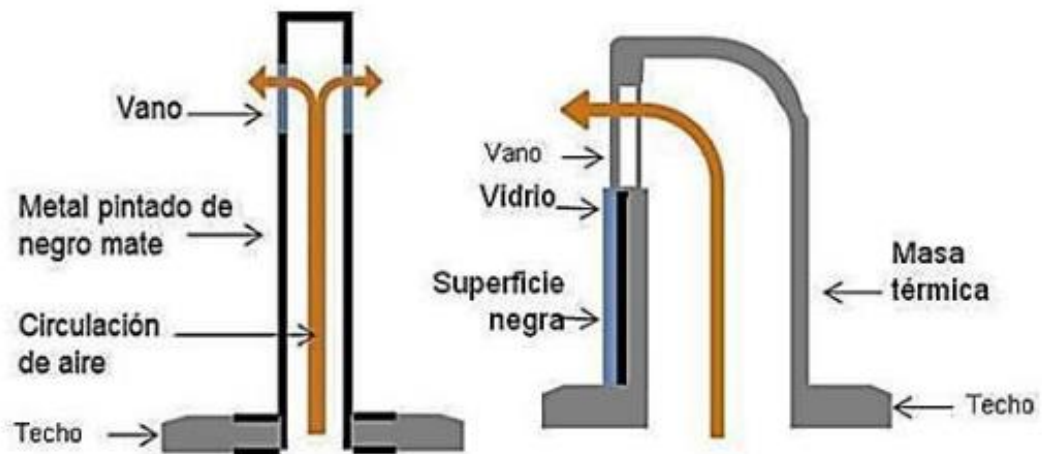
“Parecería un contrasentido, pero la radiación solar, el recurso de calefacción pasiva por excelencia, puede ser empleada para hacer más eficiente el uso de la ventilación natural como medio de enfriamiento. Es la estrategia implementada mediante dispositivos conocidos como chimeneas solares” (bibliocad, s.f.).

“Las chimeneas solares son fundamentalmente una variación de las torres de extracción, y buena parte de los conceptos relacionados con estas últimas aplican también para ellas. La principal diferencia radica en que las chimeneas solares emplean la radiación solar para hacer más eficiente su funcionamiento, o bien para reducir la altura necesaria de las torres. La estrategia consiste en hacer que una parte de la torre, preferentemente la parte superior, tenga la capacidad de absorber importantes cantidades de radiación solar. Entre las variaciones básicas para conseguir esto se encuentra el uso de superficies vidriadas y/o láminas delgadas pintadas de color negro. Estas superficies, al absorber la radiación solar y transmitir la energía calórica al interior de la chimenea, calientan aún más el aire que asciende por ella, reforzando sus movimientos convectivos por diferencia de presiones. El resultado final suele ser una extracción de aire más eficiente” (sol arq, s.f.).

“Las chimeneas solares se pueden utilizar como sistemas de enfriamiento al provocar la ventilación inducida, y generar mediante ésta, la remoción de las partículas de aire caliente alrededor del usuario (Morillón, 1993). Las chimeneas solares o cajas negras utilizan el calor solar para reforzar la convección natural del aire. Una de las ventajas de las chimeneas solares es su habilidad de autobalance, cuanto más caliente el día, más se calienta la chimenea, y por lo tanto, más rápido será el movimiento del aire” (4-construction, s.f.).

“Este sistema consiste en ser un elemento captador: vidrio y/o metal pintado de negro, en ocasiones, un elemento acumulador de energía calorífica: muros o techo y en general sobresale por encima de la techumbre” (4-construction, s.f.) (ver imagen N°47).

Imagen N°47 Elementos que conforman la Chimenea solar



FUENTE: Elementos que conforman la Chimenea solar, Recuperado de (unila edu, s.f.)

“Por otro lado, como en el caso de las torres de extracción, las chimeneas solares pueden habilitarse aprovechando espacios como los huecos de escaleras. Para ello es recomendable que dichos espacios cumplan con las siguientes características:

- Que la disposición de descansos y peldaños permitieran, en la medida de lo posible, los flujos verticales de aire.
- Que en la parte superior cuenten con una extensión lo suficientemente grande para reforzar el carácter de torre.
- Que la zona de captación solar no afecte a las personas que hacen uso del espacio “ (bibliocad, s.f.)

Se consigue al realizar aperturas en los muros de las fachadas opuestas de la vivienda, sin obstáculos. De esta forma el viento ingresa y crea corrientes de aire al interior, (ver imagen N°48).

Imagen N°48 Dormitorio Master. Fish House. Guz Architects, 2009



FUENTE: plataformaarquitectura.cl.

“Está muy relacionada con la refrigeración natural. Hay varios sistemas en función de principio físico que se usa” (Acción Sustentable, s.f.).

Movimiento del aire

“El efecto de tiro térmico (movimiento del aire por diferencia de presión y temperatura). El aire caliente tiende a subir y su vacío se ocupa por aire que sale del edificio. Los sistemas más habituales son la ventilación natural cruzada, la chimenea solar (climas cálidos y soleados) o las torres de viento (climas cálidos con vientos frescos y constantes). Estos últimos, si el aire de renovación que penetra en edificio se hace pasar por lugares fríos como por ejemplo sótanos o cisternas, aumenta su efectividad como sistema de refrigeración” (Acción Sustentable, s.f.).

4.1.2.3 Ganancia Indirecta de ventilación.

4.1.2.3.1 Enfriamiento evaporativo.

“El enfriamiento evaporativo trata de hacer circular una corriente de aire en contacto con una masa de agua, de manera que la evaporación del agua produce una disminución de las temperaturas de ambos lo que contribuye a refrescar el ambiente” (Miliarium, 2011).

“La veracidad del enfriamiento evaporativo es verídico pero tiene algunas restricciones, como la que es necesario para un ambiente suficientemente seco y exponer el agua a una corriente de aire, la temperatura menor que puede alcanzarse por este procedimiento es igual a la temperatura del bulbo húmedo del aire, que varía en función de la humedad relativa del aire. Esta técnica de enfriamiento puede materializarse de diversas formas: estanques y fuentes interiores o en patios, cubiertas inundadas, aspersión de agua en las cubiertas, etc.”(Miliarium, 2011).

“El uso del agua en estrategias de refrigeración evaporativa, puede ser considerado como un sistema de tratamiento del aire previo a su introducción en la edificación” (Miliarium, 2011):

- “Se da un mejoramiento del ambiente exterior mediante el uso de vegetación (liberadora de agua mediante el proceso de evapo-transpiración), láminas de agua o fuentes, parques y jardines. La vegetación sombrea el entorno y baja la temperatura del suelo y del aire, al evaporar agua a través de las hojas y aportar agua a través de sus sistemas de raíces” (Miliarium, 2011).
- “Incorporación de fuentes y vegetación en patios interiores. Los patios están sombreados la mayor parte del día, permitiendo el enfriamiento radiactivo y convectivo durante la noche” (Miliarium, 2011).
- “Enfriamiento directo de elementos de la envolvente, fundamentalmente cubiertas. El enfriamiento directo de los elementos de la envolvente mediante riego o aspersión tiene dos objetivos fundamentales: disminuya su calentamiento y reduce la transmisión de calor desde el exterior, y crea un entorno micro climático más favorable mediante la reducción de las temperaturas y el aumento de las humedades relativas”
- “Torres de viento por las que desciende el aire y circula por depósitos, estanques o pequeños recipientes llenos de agua, enfriándose al evaporarla (inducción de aire por masas de agua)” (Miliarium, 2011).

4.1.2.3.2 *Enfriamiento conductivo.*

Un atrio es lo que se conoce como patio, con una cubierta acristalada, los atrios pueden también representar un medio de calefacción pasiva ya que su cubierta acristalada permite el paso de la radiación solar, en climas fríos los atrios permiten generar espacios muy agradables.

“Se genera cuando los cuerpos pierden calor por conducción, para ello es necesario contar con superficies frías en torno a alguno de los cerramientos” (Miliarium, 2011).

- Construcciones enterradas

“Las construcciones enterradas están completamente constituidas por muros fríos. Esto es debido a que la temperatura del terreno está sometida a la influencia de las condiciones climáticas exteriores en las primeras decenas de metros y a la temperatura del centro de la tierra en las capas profundas. De las capas superficiales, las más exteriores se ven afectadas por las variaciones diarias, mientras que las que hay a continuación sólo se ven afectadas por las variaciones anuales. Un edificio enterrado es el edificio bioclimático por excelencia, ya que se protege de las inclemencias del clima y de las grandes fluctuaciones de temperatura, los consumos energéticos son bajísimos (las temperaturas son más favorables que las exteriores y estables). Sin embargo presenta un inconveniente: es difícil que se acepte un edificio que no se va a ver nunca” (Miliarium, 2011).

- Conductos enterrados

“Se basa en aprovechar la inercia del terreno y la temperatura baja y estable que se alcanza a poca profundidad. Se hace pasar una corriente de aire durante suficiente tiempo por un conducto enterrado, con lo que ésta alcanzará la temperatura del terreno y podrá impulsarse refrigerado al interior del edificio. Tiene una serie de limitaciones como son la necesidad de un espacio exterior en donde enterrar el conducto y un ventilador que impulse el aire a una velocidad estable” (Miliarium, 2011).

4.1.2.3.3 *Enfriamiento convectivo.*

“Se lo obtiene empleando directamente masas de aire frío. Un ejemplo es la entrada de aire en las grandes cuevas naturales que se embolsa y enfría espontáneamente y las poblaciones situadas sobre ellas que toman ese aire frío a través de rejillas (Miliarium, 2011).

Otro son los sistemas de enfriamiento nocturno que aprovechan, por un lado el enfriamiento por radiación nocturna (originado por la radiación térmica de las superficies del edificio hacia el exterior) y, por otro, la menor temperatura del aire nocturno (ventilación inducida nocturna), o la combinación de ambos. Este sistema se usa para enfriar el edificio o una masa de almacenamiento térmico, de manera que estén preparados para aceptar parte del calor que se genere durante el día. La ventilación nocturna consigue el enfriamiento directo del aire, su acumulación en la masa del edificio e incluso la reducción de la sensación de calor de 2°C (efecto de pared fría) con relación al muro convencional (Miliarium, 2011).

Este sistema de enfriamiento nocturno puede actuar de manera combinada con el enfriamiento evaporativo y algunos de ejemplos de aplicación son (Miliarium, 2011):

- Patios interiores: durante la noche, los patios y las construcciones que los rodean ceden calor hacia el firmamento por radiación, enfriándose (con la ayuda adicional de mecanismos de enfriamiento nocturno y evaporativo), originándose una bolsa de aire enfriado que contribuye a refrescar el propio patio y las estancias que lo rodean.
- Cubiertas inundadas: cubiertas planas en las que se acumula agua, ya sea cerrada en recipientes o abierta a modo de estanque (en este último caso se combinan los efectos de enfriamiento nocturno y evaporativo). En verano son más efectivos los estanques o masas de agua con una cubierta impermeable y aislante. Durante la noche, se retira la cubierta impermeable y el agua se enfría absorbiendo calor del edificio” (Miliarium, 2011).

4.3 Sistemas pasivos de iluminación natural.

“La iluminación de una edificación deberá ser realizada de modo que se permita satisfacer las exigencias mínimas tomando en cuenta los siguientes criterios:

Confort visual._ que permita mantener un nivel de bienestar sin que afecte el rendimiento ni la salud de los ocupantes de la edificación.

Prestación visual: Mediante el cual los ocupantes sean capaces de realizar sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles y durante periodos largos de tiempo” (Siaproci, s.f.).

“En este proceso intervienen tres factores: nivel de iluminación, el deslumbramiento (brillantez excesiva) y el color de la luz” (Acción Sustentable, s.f.).

“La calidad y la cantidad de la luz que entra por las aperturas varía en función de:

1. El acceso a la luz: obstáculos como edificaciones, sombras proyectadas.
2. Las dimensiones y disposición.
3. La forma (incide sobre el reparto de la luz hacia el interior).
4. La orientación de una fachada sobre la otra. La fachada sur recibe la mayoría del tiempo luz directa blanca mientras que la fachada norte recibe luz indirecta, estable. En las fachadas este y oeste, por su lado, existe mucha diferencia en función de la hora del día: directa de las primeras o últimas horas del día, rojiza y direccional, y el resto del día luz indirecta estable y azulada. La cubierta recibe luz directa todo el día y por lo tanto hará falta controlarla.
5. Las protecciones solares y complementos que reducen la cantidad de luz, pero controlan el deslumbramiento.

Para solucionar el acceso a la luz natural directa en los espacios interiores que no tienen aperturas hay soluciones constructivas como por ejemplo, los conductos de sol y de luz. Son conductos con recubrimiento interior reflectante que captan la luz natural en la parte superior del edificio y mediante reflexiones interiores, la conducen a zonas internas del edificio” (Acción

Sustentable, s.f.).

“También están los patios interiores. En cuanto a la cantidad de luz que captan, depende de las dimensiones y de los acabados interiores del patio. Cuanto más profundo sea menor luz, y al contrario, con superficies lisas y colores claros entrará luz a las ventanas de plantas inferiores”.

4.3.1 Sistemas pasivos de luz.

“Es importante saber cuáles son los factores que influyen en los elementos de captación, ya que a veces los elementos producen efectos positivos en términos de iluminación pero producen efectos negativos en aspectos térmicos” (SlideShare, 2016).

Captar la luz natural consiste en hacer llegar la luz solar al interior de la vivienda haciendo uso correcto de la arquitectura y su geometría.

“La luz del día es un sistema pasivo realizado por dos factores:

1. Por la luz solar recogida, utilizando estática, sin movimiento y sin el seguimiento de los sistemas, como ventanas, puertas corredizas de vidrio, la mayoría de claraboyas y tubos de luz.
2. Por las rejillas que reflejan la luz del día, recogida desde el interior con elementos tales como los estantes de luz.

Los sistemas pasivos de la luz del día son diferentes de los sistemas de iluminación natural, que realizan un seguimiento de sistemas activos y / o seguidores del sol” (ec proyectos, s.f.).

4.3.2 Estrategias de trasmisión de la luz natural.

“Cuyo principio es transmitir consiste en favorecer la penetración de la luz al interior del local, a través de los elementos arquitectónicos, la geometría y las estrategias de iluminación.

El principal elemento arquitectónico transmisor de la luz es la ventana, esta permite iluminar, ventilar naturalmente y obtener ganancias solares. De hecho, las condiciones de luz natural y el confort térmico están, a menudo en conflicto entre sí: cuanto mayor es el área de ventanas mayor

es la cantidad de luz natural, pero también mayor es la pérdida y ganancias de calor, a menos que se introduzcan otros elementos para contrarrestar estos efectos” (Chile, 2012).

“Recolección: los dispositivos de recolección dependen de su posición para captar eficazmente la luz del sol. La posición de un edificio, así como las consideraciones de arquitectura son fundamentales para la eficacia de la iluminación natural pasiva. Los sistemas pasivos de luz del día no son mecánicos, pero son de iluminación natural y la eficiencia óptima se logra mediante la construcción y la orientación adecuada del sistema. Una orientación hacia el sur es óptima si un edificio del sistema se encuentra en el hemisferio norte y una orientación hacia el norte es óptima si se encuentra en el hemisferio sur” (ec proyectos, s.f.).

“Como reflejo de los elementos: como reflejo de los elementos tenemos los estantes de luz, los colores más claros de la pared, espejos en secciones de pared, las paredes interiores con paneles de vidrio superior, puertas de cristales transparentes con bisagras y puertas corredizas de vidrio para tomar la luz captada y reflejarla aún más en el interior. La luz puede ser pasiva, de ventanas verticales o por encima de los tubos de claraboyas o fuentes activas de la luz del día. En la arquitectura tradicional japonesa, las puertas corredizas de panel Shoji, con pantallas translúcidas Washi, son un precedente original” (ec proyectos, s.f.).

“La repartición de la luz representa un factor clave para asegurar una buena calidad de iluminación. Una distribución armónica de la luz en el interior de un edificio puede ser promovida a través de diferentes factores tales como: los elementos de distribución de luz, la repartición de las aberturas, las características de las superficies interiores y finalmente la organización del espacio interior” (slidershare, s.f.).

4.3.2.1 Elementos de distribución de la luz.

“La luz natural en un recinto puede entrar de manera directa o indirecta. La luz directa presenta el inconveniente de generar posibles riesgos de deslumbramiento y su repartición luminosa en

el espacio es muy irregular debido a la dinámica propia de la luz natural.

En el caso de la luz indirecta su distribución luminosa es más homogénea ya que se utilizan las reflexiones de los rayos luminosos sobre una o más superficies. Este tipo de iluminación genera una protección contra el deslumbramiento y frecuentemente una repartición luminosa muy uniforme” (Chile, 2012).

“Estos dos modos de iluminación pueden estar combinados, creando una iluminación directa-indirecta, una combinación de abertura directa a la luz natural y un elemento que genere una de iluminación indirecta, por ejemplo puede resultar una buena estrategia utilizar una iluminación de fachada con una ventana lateral más una repisa de luz” (Chile, 2012).

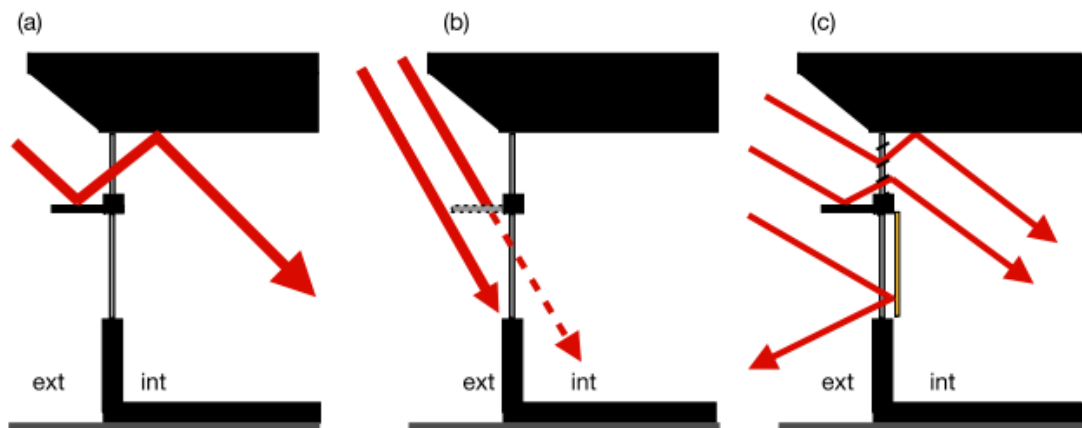
“En la organización interior de un edificio es importante considerar zonas de distribución luminosa que permitan repartir la luz natural hacia otros lugares del edificio. Existen elementos arquitectónicos que pueden ser incorporados desde el inicio del proyecto, algunos de ellos se describen a continuación:” (Chile, 2012)

“Repisas de luz

Para intentar delimitar los problemas ocasionados por una mala distribución luminosa en un espacio podemos emplear ciertos elementos arquitectónicos que favorecen la penetración y distribución de la luz tales como: las repisas o estantes de luz” (Chile, 2012).

“Las repisas son elementos generalmente colocadas horizontalmente en la ventana por encima del nivel de los ojos, las cuales se dividen en una sección superior y otra inferior. Estas permiten aumentar la iluminación en el fondo del recinto. Su función es reflejar la luz que incide sobre ella hacia la superficie del techo interior logrando una mayor penetración de la luz y una distribución más uniforme. Al mismo tiempo protegen las zonas inferiores próximas a la ventana contra la radiación solar directa proporcionando sombra en verano” (Chile, 2012) (ver imagen N°49).

Imagen N° 49 a) “Repisa de luz exterior monolítica; (b) Repisa de luz con una estructura tipo celosía; (c) Repisa de luz más celosías en la parte superior de la ventana y cortina interior en la parte inferior de la misma”.



FUENTE: (Chile, 2012)

“En el diseño y aplicación de una repisa de luz se recomienda tener en cuenta las siguientes consideraciones (slidershare, s.f.).

a) En relación a su ubicación su instalación es más efectiva en el lado Norte del edificio donde se tiene una gran cantidad de luz solar directa incidente

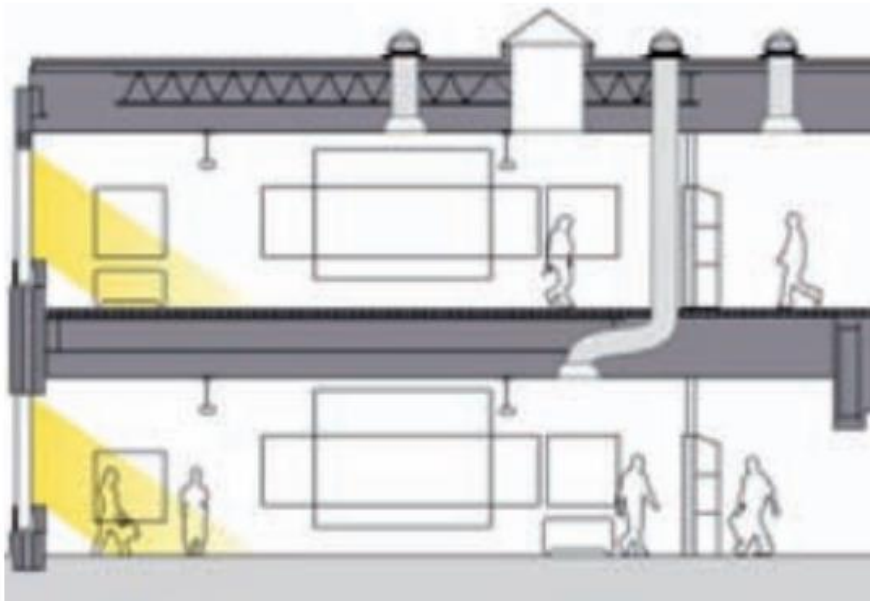
b) Si el objetivo es hacer entrar más luz, se sugiere elegir un material reflectante para la parte superior de la repisa. La luz incidente es refleja y golpea en el cielo interior y rebota hacia el interior de la habitación.

c) La luz del sol es reflejada desde la parte superior de la repisa hacia el interior a través del cielo. Se sugiere aumentar el coeficiente reflexión del cielo interior, a un coeficiente de reflexión mayor al 70%. (slidershare, s.f.).

Túneles solares:

Son elementos que transportan la luz difusa del cielo desde la techumbre o fachada, hacia un recinto profundo para incrementar los niveles de iluminación. Se producen múltiples reflexiones sobre las superficies reflejantes de su interior con la finalidad de intensificar la radiación solar incidente” (slidershare, s.f.). (ver imagen N°50).

Imagen N°50 Esquema de aplicación de túneles solares.



FUENTE: (Chile, 2012).

“Atrios:

Permiten la distribución de la luz natural a otros espacios interiores contiguos a él que no tiene acceso a luz natural. Sus acabados interiores deben tener un coeficiente de reflexión elevado para lograr una mayor distribución de la luz. Además permiten evitar el deslumbramiento de los recintos adyacentes” (slidershare, s.f.). (ver imagen N°51)

Imagen N°51 “Atrio Centro Cultural Palacio de la Moneda, Santiago”.



FUENTE: (Chile, 2012)

4.3.2.2 Disposición de los elementos de captación.

“Para captar al máximo la radiación solar directa, los elementos captadores (aberturas) deben estar dispuestos lo más perpendiculares posible a los rayos solares.

En el caso de la captación de la luz solar difusa (cielo cubierto), una abertura horizontal alta (luz cenital) cubren una gran porción del cielo lo que proporcionando una mejor captación de luz difusa en el espacio. Del mismo modo, una ventana inclinada hacia el cielo proporciona un flujo luminoso mayor que la ventana lateral de fachada. (Chile, 2012)

La iluminación cenital es una excelente estrategia para lograr una mejor penetración de la luz en edificios de plantas profundas, mediante la introducción de más luz por medio de claraboyas, lucernarios, cúpulas u otros tipos de elementos. Los estudios demuestran que la iluminación cenital proporciona un excelente rendimiento de la luz del día, ya que, por lo general evita la luz directa del sol y los posibles focos asociados al deslumbramiento de las ventanas laterales, más aún si se combina con algún tipo de protección solar. (Chile, 2012)

Las aberturas de fachada lateral y las aberturas cenitales tienen un comportamiento radicalmente opuesto en cuanto a la penetración de la luz en los distintos momentos del año los que se explican en la siguiente imagen ,” (Chile, 2012) (ver imagen N°52).

Imagen N°52 Penetración de la luz lateral y cenital en invierno y verano.



FUENTE: (Chile, 2012).

“Proporción de la ventana:

Las aberturas en las fachadas, es la componente más utilizada para transmitir la luz natural en edificios. El tamaño, forma y material que la conforman son elementos esenciales para la cuantificación y calificación de penetración de la luz en el edificio. Por lo general, la iluminación natural puede ser”: (Chile, 2012).

- “Unilateral, cuando el local tiene aberturas en una de sus paredes.
- Bilaterales, cuando tiene aberturas sobre dos de sus paredes.
- La combinación de la iluminación cenital y lateral resulta excelente en cuanto a la distribución y uniformidad de la luz.
- Multilateral, cuando la sala tiene aberturas en tres de sus paredes. Se consigue una iluminación mayormente uniforme en el espacio” (Chile, 2012).

“La iluminación unilateral de un edificio establece un límite en la profundidad de su planta, para permitir alcanzar una iluminación adecuada durante el día. Existe una regla básica que limita la profundidad de la luz natural a 1,5 veces la altura de la ventana en relación al suelo. Esta profundidad puede ser incrementada al incorporar en la ventana una repisa de luz (light shelf), pudiendo extenderse la penetración de la luz a 2 veces la altura de la ventana.

Esta regla base influye directamente en la profundidad de los espacios y en la altura de la ventana. Mientras más alta se ubica la ventana, mayor es la profundidad de la luz en el recinto, generando una mejor distribución de iluminación interior” (Chile, 2012) (ver imagen N°53)

Imagen N°53 Profundidad de la luz natural



FUENTE: (Chile, 2012)

“En edificios donde las ventanas están restringidas a una pared se recomienda aumentar el porcentaje de ventanas para lograr una mayor profundidad de la luz, (ver Tabla 36) presenta datos que recomiendan el porcentajes de ventana mínimos en relación a la profundidad de una habitación con iluminación lateral en una sola pared” (Chile, 2012).

Tabla. 36.

Superficies mínimas de ventanas cuando están restringidas a una pared

Profundidad de la habitación desde la pared exterior (máx.)	Porcentaje de la pared de la ventana visto desde el interior (mín.)
<8 m	20 %
≥8m 11m	25%
>1m ≤14m	30%
<14m	35%

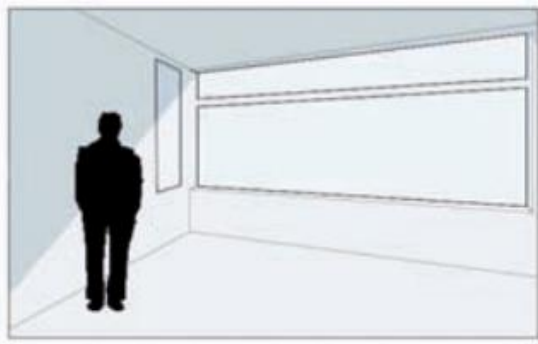
FUENTE: (Chile, 2012)

“En el caso de la iluminación unilateral se puede elevar el aporte de luz por medio de diferentes estrategias, tales como elevar el techo en el perímetro o inclinando el cielo hacia la pared interior, logrando así que la luz tenga reflexiones adicionales a través del cielo del espacio.

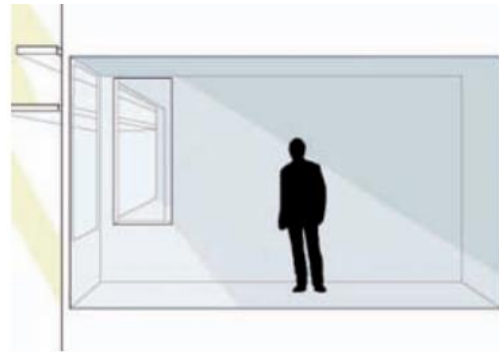
Mientras más elevada se encuentre la ventana más efectiva será la penetración de la luz. De esta forma se logra una distribución más uniforme de la luz, y por lo tanto, una mejor iluminación de fondo del recinto. A su vez, esto permite tener una fuente de luz por encima de la línea de visión que reduce el riesgo de deslumbramiento directo sobre las personas (slidershare, s.f.).

Con la finalidad de obtener un mayor beneficio de la luz natural, se muestran algunas claves para los edificios de oficina, en relación al diseño de la ventana” (slidershare, s.f.) (ver imagen N°54).

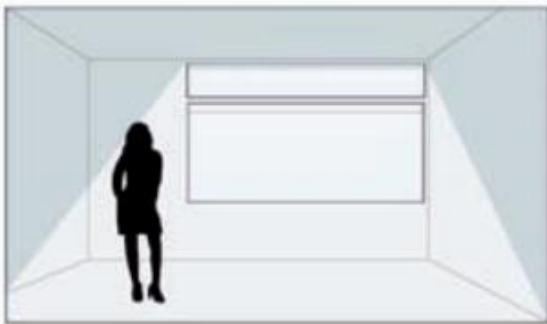
Imagen N°54 “Penetración de la luz lateral y cenital en invierno y verano”



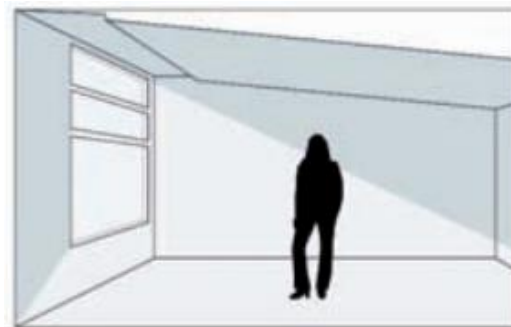
“Ampliar el ancho de la ventana de pared a pared: los muros adyacentes reciben una mayor cantidad de luz y actúan como fuente de luz indirecta, lográndose una mayor penetración de la luz natural” (slidershare, s.f.).



“Ganar luz y vista creando una ventana en el muro divisorio: incrementa la luz día en el espacio entre un 50% a 60% más” (slidershare, s.f.).



“Alinear la ventana a cualquier muro divisorio: ayudará a maximizar la luz contribuyendo a obtener una iluminación más uniforme” (slidershare, s.f.).



“Eleva el cielo junto a la ventana hacia el perímetro: permite una mayor penetración de la luz” (slidershare, s.f.).

FUENTE: (Chile, 2012)

“Características de los cristales:

La radiación solar incide sobre un vidrio, una parte es reflejada hacia el exterior, otra es transmitida hacia el interior y la restante es absorbida por la masa del vidrio” (Vásquez, 2006).

“Para la transmisión de la luz natural a través de los vidrios debemos considerar en su elección dos factores” (slidershare, s.f.).

- “Transmisión luminosa (TL): coeficiente que expresa el porcentaje de luz natural que deja pasar el cristal. A mayor coeficiente mayor cantidad de luz pasa a través del cristal.

- Factor solar (FS): energía térmica total que pasa a través del acristalamiento por consecuencia de la radiación solar, por unidad de radiación incidente. Mientras su valor es menor tendremos menos ganancias solares” (slidershare, s.f.).

“La importancia de estas dos magnitudes radica que a menudo se requiere que un cristal permita la máxima transmisión de luz con una baja transmisión de calor radiante solar; es decir, que el vidrio tenga una alta transmisión luminosa con el mínimo de factor solar posible. En la tabla (ver tabla 37) se entregan algunos valores de referencia de los diferentes tipos de cristales” (slidershare, s.f.).

Tabla. 37

“Valores más típicos para diferentes tipos de vidrios

Grupo	Tipo	Vidrio (mm)	Cámara de Aire (mm)	Coefficiente de Transmisión luminosa	Factor Solar
Simple	Claro	3		0.90	0.89
		4		0.89	0.85
Doble	Claro- Claro	4	6	0.79	0.77
		4	12	0.79	0.77
		4	18	0.79	0.77
		6	6	0.88	0.72
Doble reflectante	Claro	6	12	0.55	0.30
	Plata	6	12	0.30	0.32
	Verde	6	12	0.23	0.21
	Gris	6	12	0.14	0.21
Doble Bajo emisor	Claro	4	6	0.77	0.65”

FUENTE: (Chile, 2012)

“La importancia de estas dos magnitudes radica que a menudo se requiere que un cristal permita la máxima transmisión de luz con una baja transmisión de calor radiante solar; es decir, que el vidrio tenga una alta transmisión luminosa con el mínimo de factor solar posible. En la tabla (ver tabla 30) se entregan algunos valores de referencia de los diferentes tipos de cristales” (IDAE, 2005).

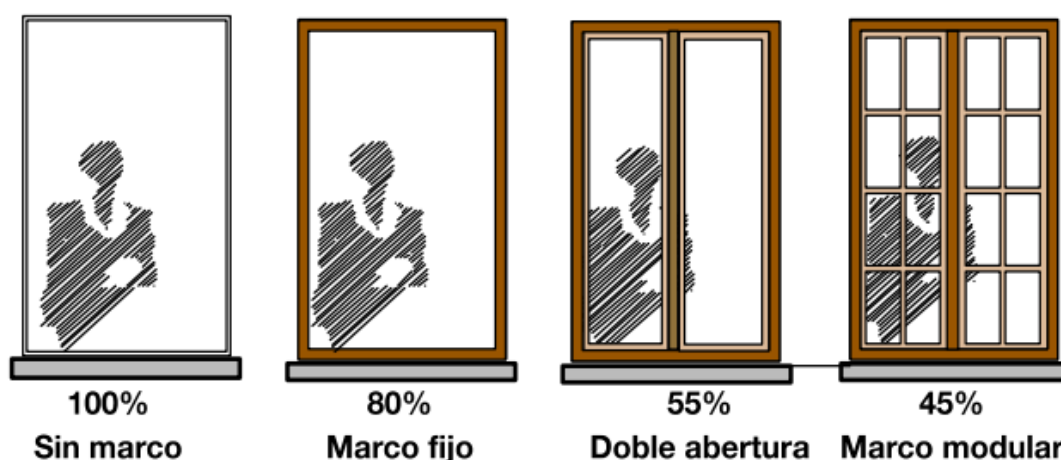
“Los vidrios transparentes proporcionan una elevada transmisión de luz natural pero también permite que una elevada proporción de calor radiante solar pase al interior del espacio. En el caso de los vidrios tintados en masa, son aquellos cuya formulación de vidrio transparente es

modificada añadiendo pequeñas cantidades de material adicional para conformar un vidrio que tiene diferentes características de transmisión de luz y de calor radiante solar con diferentes colores. Esto significa que mientras más grueso es el vidrio menor será la transmisión luminosa y de calor radiante total”(Chile, 2012).

“Los colores típicos son verde, gris, azul. También se tiene vidrios revestidos y modificados en su superficie para mejorar las propiedades de reflexión de la superficie tratada, y reducir así la transmisión de calor solar del vidrio. Éstos también tienen emisividades superficiales modificadas que dan como resultado características de aislamiento térmico mejorado. Los vidrios decorativos con diseño y textura son fabricados en el proceso de laminación con rodillos metálicos, uno de los cuales tiene el diseño requerido grabado en él” (Chile, 2012).

“En el diseño de una ventana es igualmente importante tomar en cuenta el tipo de marco que dará forma a la estructura de la ventana. Por lo general los marcos reducen el área de superficie vidriada y pueden alterar la visión al exterior, y como consecuencia pueden disminuir la cantidad de luz recibida en el interior del recinto. En el caso de considerar un marco fijo, dicha estructura es delgada lo que permite un mejor aprovechamiento de la luz. Sin embargo, si se requieren ventanas que se abran para satisfacer las necesidades de ventilación, se deberán cuidar la modulación y el material que se elija” (slidershare, s.f.). (ver imagen N°55).

Imagen N°55 -Variaciones del porcentaje de área vidrio con diferentes marcos”



FUENTE: (Chile, 2012).

4.4 Sistemas para el control de ruidos.

“Dada por su capacidad de aislamiento acústico, propiedad física que tienen las particiones de una vivienda, es decir material que separa dos espacios interiores o separa la vivienda del exterior” (slidershare, s.f.).

“Es la adecuación de los niveles de ruido a niveles aceptables, se dice que en la actualidad el ruido es el contaminante más común, aparentemente insignificante, tiene una fuerte carga subjetiva y un efecto claramente negativo en la sensación de comodidad de un espacio de recreación o trabajo” (García Lasanta, 2008).

“En una vivienda los ruidos pueden llegar por tres vías:

Procedentes del exterior: los más habituales son los ruidos de tráfico, maquinaria de construcción y voces de personas que salen de juerga por la noche los fines de semana (a partir de 4.000 Hz)” (García Lasanta, 2008).

“Ruidos transmitidos a través de los materiales de construcción: pueden abarcar todo el espectro auditivo: ruidos de impacto por caídas de objetos, tuberías, voces, música, motor del ascensor, electrodomésticos” (García Lasanta, 2008).

“Ruidos aéreos: Los sonidos se transmiten por el aire, alcanzan un elemento constructivo (tabique, estructura, etc.), se transmiten por él y desde él al aire de otra vivienda. Los “bajos” de una cadena de música que suena en el primer piso pueden percibirse en el octavo transmitiéndose a través de los pilares de hormigón armado” (García Lasanta, 2008).

“Una forma de pérdida de energía es la atenuación producida por obstáculos y barreras que se encuentra la onda en su propagación como se tiene estos métodos.

- Mediante la **orientación de fachadas**

En vías con mucha densidad de tráfico por ende un elevado nivel de ruido, el modo de aumentar la distancia y por tanto el nivel sonoro recibido en las viviendas es colocar las edificaciones de

modo que la fachada no coincida con el trazado de la vía.

- Mediante **Barreras acústicas:**

No es más que pantallas sólidas especialmente construidas para reducir el nivel sonoro de modo que sirve para proteger el nivel sonoro de las personas, generalmente este tipo de barreras se suelen colocar en calzadas de grandes dimensiones que se encuentran cerca de núcleos de población” (habitat. arq, 1998).

“Para viviendas aisladas se recurre a otros objetos, de menor tamaño e impacto visual como son los árboles” (habitat. arq, 1998).

“Protección contra el ruido. Las barreras vegetales atenúan el ruido en función de la diferencia del trayecto de las ondas sonoras, según el tipo de vegetación que la constituya. Los árboles de hoja perenne son capaces de atenuar en una frecuencia de 1.000 Herzios, 17 dB por cada 100 metros lineales de vegetación; frente a los 9 dB en árboles de hoja caduca. No hay que olvidar las cualidades estético-funcionales, que consiguen aumentar el confort de un espacio urbano considerablemente” (habitat. arq, 1998).

- Mediante **Cerramientos:**

“Se caracteriza por encerrar la fuente mediante cerramientos que reducen el nivel de emisión en el exterior de las mismas, es necesario una barrera que impida el paso de la energía acústica desde la fuente a la vivienda, este tipo de soluciones son muy utilizadas en elementos de ventilación de edificios, instalados en azoteas” (habitat. arq, 1998).

“Utilizar la vegetación. Las pantallas acústicas hechas con arbolado y setos funcionan muy bien como pantalla acústica. Además son mucho más agradables que las hechas de hormigón u otros materiales, purifican el ambiente y dan cobijo a las aves” (Asociacion Touda, s.f.).

4.4.1 Estrategias para el diseño.

“Esta dada por su capacidad de aislamiento acústico, propiedad física que tienen las particiones de una vivienda, es decir material que separa dos espacios interiores o separa la vivienda del exterior” (slidershare, s.f.).

4.4.1.1 Diseño acústico de paredes

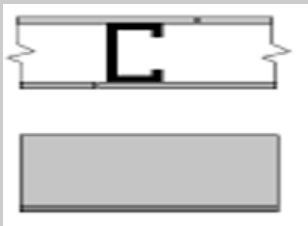
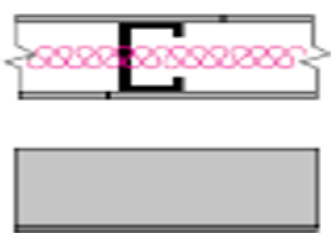
“Es relativamente común encontrarse con dos tipos de soluciones constructivas aparentemente idénticas, pero sin embargo poseen una pérdida por transmisión, y por lo tanto, una capacidad de aislamiento acústico, completamente distinto” (slidershare, s.f.).

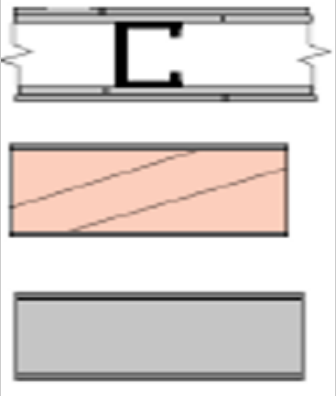
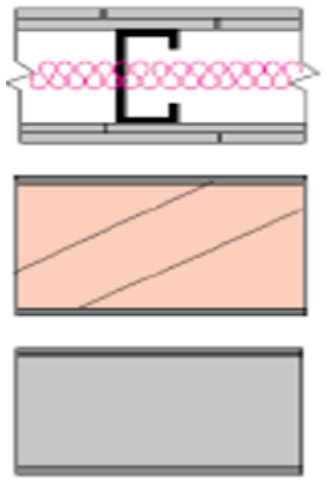
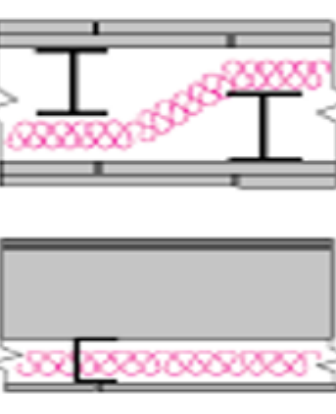
“Tales discrepancias incluyen variaciones en los detalles constructivos, diferencia en los materiales empleados y falta de control de calidad en el proceso de ejecución de la obra.

En las siguientes tablas se presenta una pequeña muestra de ejemplos, tipo de soluciones constructivas y sus valores de aislamiento acústico distinto” (slidershare, s.f.) (ver tabla 38).

Tabla. 38.

“Ejemplos de soluciones constructivas y sus respectivos valores de aislamiento acústico a ruido aéreo”.

B_(dB)	Detalle	Descripción
35-40		“Dos planchas de yeso cartón, espesor 12.5 mm unidas con perfil metálico (ancho total 75 mm) distinto” (slidershare, s.f.). “Bloque de 100 mm (bajo densidad, 52 kg/m ²) estucado 12mm en uno de sus lados”
40-45		“Dos planchas de yeso cartón, espesor 12.5 mm una a cada lado unidas con perfil metálico, cavidad rellena con lana mineral (ancho total 75 mm)” (slidershare, s.f.). Bloque de 100 mm (bajo densidad, 140 kg/m ²) estucado 12mm en uno de sus lados.

<p>45-50</p>		<p>“Cuatro planchas de yeso cartón, espesor de 12.5 mm, dos a cada lado unidas con perfil metálico (ancho total 122mm)” (slidershare, s.f.).</p> <p>“115mm.de ladrillo estucado 12mm en ambos lados. Bloque de 100mm (media densidad 140 kg/m2) estucado 12mm en ambos lados” (slidershare, s.f.).</p>
<p>50-55</p>		<p>“Cuatro planchas de yeso cartón, espesor de 12.5 mm, dos a cada lado unidas con perfil metálico, cavidad rellena con lana mineral (ancho total 122mm)” (slidershare, s.f.).</p> <p>“225mm.de ladrillo estucado 12mm en ambos lados</p> <p>Bloque de 115mm (media densidad 430 kg/m2) estucado 12mm en ambos lados” (slidershare, s.f.).</p>
<p>55-60</p>		<p>“Cuatro planchas de yeso cartón, espesor de 12.5 mm, dos a cada lado portadas con perfil metálicos independientes, cavidad rellena con lana mineral (ancho total 178 mm).</p> <p>Bloque de 110mm (alta densidad 200 kg/m2) estucado 12mm en uno de sus lado, unido a plancha de yeso catón, espesor 12.5 mm con perfil metálico, cavidad rellena con lana mineral” (slidershare, s.f.).</p>

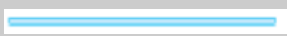



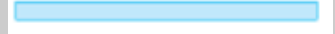
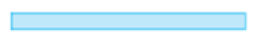



FUENTE: BRE Acoustics, 2003.



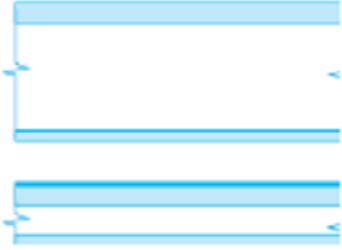

4.4.1.2 “Aislamiento acústico de ventanas y puertas.

La transmisión sonora a través de puertas y ventanas se rige por los mismos principios físicos que afectan a las paredes, son considerados los elementos más débiles en el aislamiento acústico a causa de poseer poca masa superficial y cierre de baja hermeticidad. Las medidas de control de ruido procedentes a través de estos elementos se centran principalmente en aumentar la hermeticidad en el cierre mediante el uso de sellos, burletes, y otros, siendo los más comunes junto con la protección higrotérmica de fachada” (etesis, s.f.) (ver tabla 39).

Tabla. 39.

Ejemplos de soluciones constructivas y sus respectivos valores de aislamiento acústico a ruido aéreo

Rw (dB)	Detalle	Descripción
25		“Vidrio simple 4 mm (sellado).
28	 	Vidrio simple 6 mm (sellado). (slidershare, s.f.). 4/12/4:4 mm de vidrio / cámara de aire de 12 mm/ 4mm de vidrio.
30	 	6/12/6:6 mm de vidrio / cámara de aire de 12 mm/ 6mm de vidrio. Vidrio simple 10mm (sellado).
33	 	Vidrio simple 12mm (sellado) 16/12/8:16 mm de vidrio / cámara de aire de 12 mmm/ 8mm de vidrio.
35	 	Vidrio laminado 10mm (sellado) 4/12/10:4 mm de vidrio / cámara de aire de 12 mm/ 10mm de vidrio

38		<p>6/12/6 lam: 10 mm de vidrio / cámara de aire de 12 mm/ 10mm de vidrio. Vidrio laminado 12mm (sellado).</p>
40		<p>10/12/6 lam: 10 mm de vidrio / cámara de aire de 12 mm/ 6mm de vidrio laminado. Vidrio laminado 19mm (sellado). 10/50/6: 10 mm de vidrio / cámara de aire de 50 mm/ 6mm de vidrio.</p>
43		<p>10/100/6: 10 mm de vidrio / cámara de aire de 100 mm/ 6mm de vidrio. 12 lam/12/10: 12 mm de vidrio / cámara de aire de 12 mm/ 10mm de vidrio + absorción en marcos exteriores”. (slidershare, s.f.).</p>
45		<p>6lam/200/10: 6 mm de vidrio laminado/ cámara de aire de 12 mm/ 10mm de vidrio + absorción en marcos exteriores. 17 lam/12/10: 17 mm de vidrio laminado / cámara de aire de 12 mm/ 10mm de vidrio.</p>

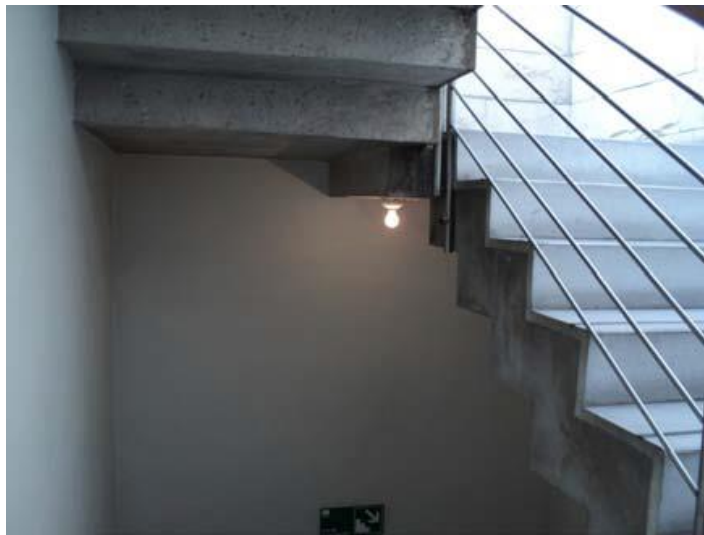
FUENTE: BRE Acoustics, 2003

4.4.1.3 “Aislamiento acústico a ruido de impacto.

El ruido de impacto es aquel que se produce por una acción mecánica directa sobre la estructura del edificio, propagándose a través de esta y excitando los volúmenes de aire contenidos en los recintos” (etesis, s.f.).

“Los mismos factores físicos que controlan la pérdida por transmisión de paredes, se aplican a suelos y losas” (etesis, s.f.) (ver imagen N° 56).

Imagen N°56 “Las escaleras no separadas estructuralmente del edificio generan emisiones de ruido que se propagan estructuralmente hacia todos los pisos”



FUENTE: (Chile, 2012).

“La flexibilidad de las capas de la superficie del suelo juega un rol importante en la reducción en la generación de ruido de impacto si se recubre la superficie del suelo, por ejemplo con alfombra, cubre piso, linóleo, etc. Las fuerzas que impactan sobre el suelo se ven amortiguadas, disminuyendo la transferencia de energía mecánica hacia la estructura del suelo” (slidershare, s.f.).

4.4.1.4 La vegetación como protección frente al viento.

“Una consideración importante es que retienen las partículas en suspensión que arrastran los vientos entre su ramaje, las mejores pantallas son las de especies de hoja perenne tales como el abeto, el álamo negro, el cedro, el ciprés, el eucalipto, el olmo enano y el pino. “También se pueden canalizar las corrientes de aire mediante filas de árboles altos como los cipreses o los álamos, como se observa en la siguiente tabla” (recoleccion de agua, s.f.). (ver tabla 40).

Tabla. 40.

“Especies adecuadas para las barreras y setos.

Especies adecuadas para las barreras y setos		
Barrera/seto	Altura	Especies más aconsejables
Barrera alta	12,50 metros	Arce, olmo, haya, tilo, tuya, abeto, pino, chopo, álamo
Barrera media	7,50 metros	Sauce, mostajo, peral y espino
Seto rústico	4,50 metros	Endrino, espino blanco, cornejo, avellano, saúco, espino cerval
Seto alto	4,50 metros	Laurel, ciruelo, fabo ciprés
Seto medio	1,20 metros	Acebo, tejo, boj, haya, lavanda, romero”

FUENTE: "Clima, Territorio y Urbanismo". J. Fariña Tojo.

4.4.1.5 La vegetación como protección solar biosombras.

“Los sistemas de parasoles de diversos materiales utilizados para la protección solar de la edificación resultan costosos e ineficaces si la comparamos con el costo y los beneficios de la utilización de trepadoras y árboles caducifolios” (Taringa, s.f.).

“Las trepadoras adheridas a la fachada de un edificio permiten reducir la radiación térmica que recibe la superficie disminuyendo su temperatura entre 8 y 18°. La utilización especies caducifolias permite recuperar completamente la exposición al sol en invierno, cuando es realmente necesaria. Algunas especies como la parthenocisus tricuspdata son especialmente eficaces en la cubrición de muros sin generar un sobrepeso excesivo” (Taringa, s.f.) (ver imagen N°57).

Imagen N°57 Jardin Vertical



FUENTE: Jardin Vertical, Recuperado de, (nitoarquitecturabiologica, 2009)

4.4.2 Materiales empleados en aislamiento acústico.

“Corcho natural: puede utilizarse en paneles de corcho expandido o suelto y triturado en las cámaras de aire, incluso dentro de bloques cerámicos. Excelente aislante térmico. En aislamiento acústico deben ponerse espesores considerables, a partir de 10 cm (García Lasanta, 2008).

Fibras de celulosa: provienen en su mayoría de papel reciclado. Llevan un tratamiento de mineralización con sales de bórax para resistir el fuego y el ataque de los insectos. Puede proyectarse. Aislamiento térmico (García Lasanta, 2008).

Vidrio celular: forma barrera de vapor, combina aislamiento térmico y acústico con impermeabilización. Para ser empleado en acústica se precisan densidades altas o un gran espesor (García Lasanta, 2008).

Vermiculita: proviene de micas calentadas y expandidas por vaporización del agua contenida en sus moléculas. Aislamiento térmico y acústico. Se precisa un espesor a partir de 10 cm.

Lana, virutas o fibra de madera: pueden ignifugarse con boro o aglomerarse con cemento, con magnesita o con cemento y yeso. Debe vigilarse que no lleven formaldehído. Aislamiento térmico (García Lasanta, 2008).

Fibras de cáñamo: se protege del fuego por mineralización. Puede aglomerarse con cal y cemento. Aislamiento térmico.

Perlita: proviene de rocas volcánicas calentadas y expandidas. Aislamiento térmico y acústico. Precisa espesor superior a 10 cm. para ser realmente eficaz.

Arcilla expandida: proviene de cerámica llevada al punto de fusión y expandida. Aislamiento térmico y acústico. Espesor mayor de 10 cm.

Lana de oveja: es atacada por polillas y hay que tratarla con tetraborato de sodio. Aislamiento térmico y acústico. Otras fibras vegetales: como paja, coco, fibras de ágave, juncos, espadañas, etc.

Aislamiento térmico.

Filtro de madera: paneles hechos a partir de maderas resinosas. Son buenos acondicionadores acústicos por su capacidad de absorción acústica. Tienen muy poco espesor, no son útiles como aislamiento térmico.

Lana de roca: obtenida a partir de rocas volcánicas fundidas. Se debe utilizar mascarilla en su colocación para no aspirar las fibras. Aislamiento térmico y acústico. No es de los más aconsejables, pero es un buen absorbente del sonido y apenas hay en esta lista materiales de este tipo” (García Lasanta, 2008).

4.5 Sistemas para el control de olores.

“Los malos olores son los principales responsables de la problemática socio ambiental, que es generada por el aumento de la frecuencia de los casos de proximidad de las fuentes de emisión (granjas, pantanos, humedales, lagunas estancadas, plantas de tratamiento de agua residuales, plantas de potabilización y rellenos sanitarios) con pueblos, ciudades y centros turísticos. Esto desencadena, en algunos casos, serios problemas de salud y de bienestar público, que podrían limitar el uso intensivo y adecuado de instalaciones indispensables, pero malolientes. Los compuestos volátiles son los responsables de los malos olores en el aire; estos son el resultado de la descomposición microbiológica de la materia orgánica contenida en agua y sólidos residuales. Muchos de los compuestos responsables de los malos olores son perceptibles a muy bajas concentraciones, del orden de partes por billón (ppb). El ácido sulfhídrico (H₂S) es el constituyente más característico de los gases producidos en los sistemas anaerobios, y es uno de los principales compuestos responsables de la generación de malos olores. Es por ello que gran cantidad de desarrollos tecnológicos se han implementado para el control de olores provocado por el H₂S. Las fuentes más importantes de H₂S provienen del rompimiento de aminoácidos y de otros compuestos orgánicos sulfurados.”

4.5.1 Sistemas de tratamiento de malos olores.

“Para eliminar los compuestos que generan malos olores existen tratamientos fisicoquímicos y biológicos. Se ha comprobado que los tratamientos fisicoquímicos son más costosos que los biológicos, cuando se tratan corrientes gaseosas con bajas concentraciones de compuestos malolientes (0.01 a 10 mg/L) combinados con altos flujos de gas (50 a 200 000 m³/h). En la tabla 41 se muestran los costos entre algunos sistemas de tratamiento biológico y fisicoquímico (UNAM, 2013).

Tabla 41.

Comparación de costos entre algunos tratamientos biológicos y fisicoquímicos.

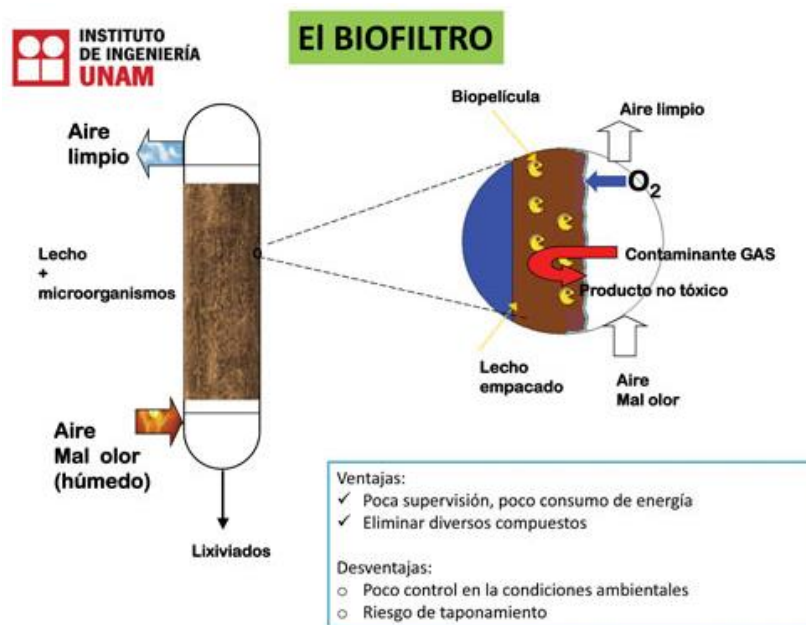
Tipo de tratamiento	Costo USD/m ³
Biofiltración	0.1-3.0
Biolavador	1.5-3.0
Lavado químico	0.6-12
Incineración	1.5-15
Tratamiento catalítico	1.5-12

FUENTE: (UNAM, 2013)

Una de las ventajas más importantes de los tratamientos biológicos para el tratamiento de aire maloliente sobre los procesos fisicoquímicos, es que pueden llevarse a cabo a temperaturas del medioambiente (10-40°C) y a presiones atmosféricas (Revah y Noyola, 1996), con mucho menor consumo de insumos y energía. Para el tratamiento biotecnológico de gases se utiliza la biofiltración. Los biofiltros son sistemas biotecnológicos que permiten, mediante el empleo de microorganismos, la eliminación efectiva y sustentable de malos olores que se encuentran presentes en corrientes gaseosas como aire maloliente. Este sistema se basa en la interacción del gas con un medio orgánico o inorgánico cuya actividad de degradación proviene de los microorganismos que viven y se desarrollan en él. La suma de ambos se denomina medio biológico filtrante, constituyente esencial del biofiltro (Morgan-Sagastume et al. 1999).

Los biofiltros han sido aplicados con éxito en el tratamiento de malos olores en plantas de tratamiento de aguas residuales, así como en plantas de compostaje (eliminación de H₂S). También han sido igualmente exitosos en el tratamiento de compuestos que se generan en la industria de la pulpa y el papel, de la química, la petroquímica y la farmacéutica, de la fabricación de pinturas, adhesivos y recubrimientos, así como de la industria alimenticia, entre las que se encuentran la de saborizantes y fragancias, café, cocoa y pescado” (ver imagen N° 58). (UNAM, 2013).

Imagen N°58 Esquema de la configuración de un biofiltro

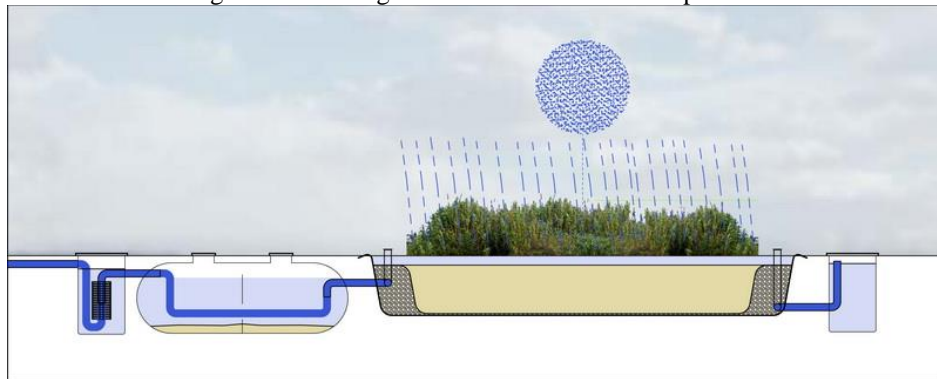


FUENTE: Esquema de la configuración de un biofiltro, Recuperado de, (UNAM, 2013)

4.5.2 “La vegetación como sistema de depuración.

Las fito-depuradoras utilizan un proceso de tratamiento de agua mediante vegetación, sin consumo energético y con bajo mantenimiento. Su funcionamiento se basa en los procesos biológicos, que se desarrolla en el movimiento del agua a través de un medio filtrante (normalmente grava y arena) con la ayudas de plantas acuáticas y semiacuáticas, incluidas en el medio filtrante o en la misma agua residual” (urbanarbolismo , s.f.) (ver imagen N°59).

Imagen N°59 La vegetación como sistema de depuración.



FUENTE: La vegetación como sistema de depuración, Recuperado de, (urbanarbolismo , s.f.)

“Existen varios sistemas de Fito depuración que se dividen en dos grupos principales: aquellos donde el agua a tratar está en contacto con el aire (flujo superficial) y aquellos donde el flujo de agua permanece enterrado, lo que evita la presencia de malos olores e insectos. Los sistemas de flujo enterrado permiten su ubicación muy cerca de viviendas y núcleos urbanos, creando así una zona verde que integra perfectamente con el jardín o el espacio público” (urbanarbolismo , s.f.).

“Eliminación del mal olor provocado por H₂S en pocos segundos.

En el Instituto de Ingeniería de la UNAM se ha trabajado en la aplicación a nivel piloto y a escala industrial de diferentes configuraciones de biofiltros, donde se efectúa la eliminación de H₂S y otros compuestos reducidos de azufre presentes en aire y biogás, empleando bacterias inofensivas para el humano y el ambiente, pero útiles para transformar el gas contaminante en un producto no tóxico. En el caso del biogás, una vez libre de ácido sulfhídrico, se puede usar como combustible limpio, evitando así problemas subsecuentes asociados con su uso, como corrosión, lluvia ácida y emisión de malos olores en el ambiente. Como experiencia documentada en literatura, se tiene el tratamiento de malos olores provocados por H₂S en un biofiltro empacado con un material inorgánico (espuma de poliuretano), donde se eliminaron concentraciones de hasta 10 ppm_v con tiempos de residencia del gas dentro del biofiltro de hasta

1 segundo, registrando una carga máxima de eliminación de $40 \text{ g H}_2\text{S m}^{-3} \text{ h}^{-1}$, con una eficiencia de eliminación cercana al 99 %” (UNAM, 2013).

4.6 Sistemas activos e híbridos.

4.6.1 Sistemas activos de climatización

“Se denomina en general como sistemas activos a los artefactos mecánicos que permiten climatizar una edificación para mantenerlos en los rangos de confort adecuado, que complementan la construcción bioclimática y permiten captar las energías del entorno con un mayor aprovechamiento y un mínimo consumo energético.

Los sistemas activos son una mejora de los sistemas pasivos con el aprovechamiento de diferentes sistemas modernos aplicados a la vivienda tales como el aprovechamiento de la radiación solar” (Arquitectura Bioclimática, s.f.).

4.6.1.1 De climatización.

“Consiste en una caja cerrada en la parte superior por un vidrio, con la finalidad de crear un efecto invernadero, este vidrio deberá ser resistente al granizo y de muy baja reflexión para evitar que los rayos del sol se reflejen, asegurando de esta manera el ingreso de los rayos solares al colector. En el fondo del colector se encuentra una lámina de cobre o aluminio que permite absorber el calor, el absorbente cede su calor a un fluido que puede ser aire o agua, este fluido puede circular por tuberías o directamente sobre el absorbente, las paredes y el fondo del colector plano llevan un revestimiento aislante (lana de vidrio o poli estireno) para evitar pérdidas de calor”.

“La bioclimatización (evaporative cooling) es un sistema en el que se genera aire fresco a partir de la evaporación del agua. Se aprovecha el fenómeno natural ya empleado en los comentados sistemas pasivos de que en el cambio de fase del agua de estado líquido a gas, la reacción absorbe calor del ambiente, es decir, reduce la temperatura del aire. Estos sistemas funcionan

con las ventanas abiertas, no resecan el ambiente, y tienen un gasto energético un 80 % inferior al de los aparatos convencionales de aire acondicionado, ya que se prescinde de un compresor para obtener el aire fresco” (Terra ecología práctica, s.f.).

“Se ha realizado sobre todo instalaciones en viviendas aisladas, pero en obras nuevas también es posible incorporar el sistema, sobre todo si se considera desde el inicio del proyecto. La instalación en si no difiere demasiado de una de aire acondicionado. Las unidades exteriores, eso sí, requieren un suministro de agua de la red, para conseguir el efecto evaporativo. En la unidad exterior se hace pasar el aire por una capa o cortina de agua que empapa unos filtros de celulosa, de manera que se obtiene aire más fresco y ligeramente más húmedo que el de entrada. Este aire fresco se distribuye a las habitaciones mediante conductos, (ver imagen N°60)” (Terra ecología práctica, s.f.).

Imagen N°60 “Esquema del funcionamiento de una unidad de refrigeración evaporativa”



FUENTE: “Esquema del funcionamiento de una unidad de refrigeración evaporativa”, Recuperado de, (Terra ecología práctica, s.f.)

“Se trata de un sistema de refrigeración menos agresivo para el usuario que el aire acondicionado y con mucho menor consumo. En principio es más idóneo para climas secos, aunque en climas moderadamente húmedos (como zonas costeras mediterráneas) también puede ser adecuado. La climatización de una vivienda de unos 100 m² requeriría tan sólo una unidad exterior, de 500 w de potencia. El consumo en funcionamiento, al disponer de motores

de velocidad variable, podría ser de 70 a 150 wh. Una instalación en toda la vivienda, con splits, podría consumir 10 veces menos que una instalación equivalente de aire acondicionado” (Terra ecología práctica, s.f.).

“También existen sistemas de bioclimatizadores portátiles, cuyo consumo no supera los 100 w, y que son más silenciosos que los aparatos portátiles de aire acondicionado. Con un consumo de 85 w se podría refrescar un área de 17 a 20 m² (depósito de 15 litros, efecto refrescante 1050 W), con un consumo de 58 Wh se podría refrescar un área de 10 - 12 m² (depósito de 13 litros) efecto refrescante 405 W” (Terra ecología práctica, s.f.).

“Además del gasto energético, requieren un gasto de agua, ya que necesitan agua para evaporar. Esta agua incluso podría ser agua de lluvia para no emplear agua potable de la red. Un factor a tener en cuenta es que su efecto no es tan inmediato como el del aire acondicionado, por lo que es más compatible con un tipo de climatización continua que con una climatización a la que se le pida un efecto muy rápido. Otra de sus ventajas ambientales es que no utiliza ningún tipo de refrigerante. Por su tipo de funcionamiento y su bajo consumo, resulta un interesante sistema alternativo al aire acondicionado, formalmente muy similar, (ver imagen N°61)” (Terra ecología práctica, s.f.).

Imagen N°61 Fundación Tierra.



FUENTE: “La vegetación incorporada en la piel de una vivienda es una forma práctica de facilitar que el edificio se mantenga más temperado”, Recuperado de, (Terra ecología práctica, s.f.)

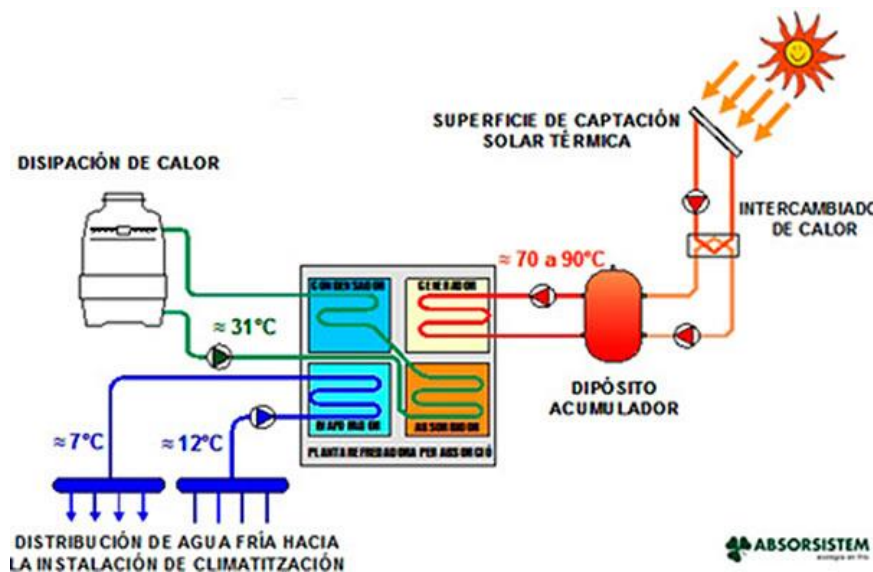
4.7 Sistemas híbridos.

4.7.1 Sistemas eólicos solares.

“Este sistema permite obtener aire fresco a partir de calor obtenido con colectores solares, como los que proveen de agua caliente sanitaria.

La energía solar captada en colectores solares térmicos calienta agua a alta temperatura (entre 80 y 150 °C). Entonces la máquina de absorción realiza un ciclo de compresión termoquímica (en vez de la compresión mecánica del vapor que realiza una máquina de aire acondicionado) y produce el agua fría necesaria para la climatización de las estancias. Este proceso de compresión en estado líquido tiene muy bajo consumo eléctrico (ver imagen N°62)” (Terra ecologia práctica, s.f.).

Imagen N°62 “Esquema del principio de la refrigeración solar por absorción la cual permite aprovechar el calor inagotable del sol para generar aire fresco”.



FUENTE: “Esquema del principio de la refrigeración solar por absorción la cual permite aprovechar el calor inagotable del sol para generar aire fresco”, Recuperado de, (Terra ecologia práctica, s.f.)

“La máquina utiliza para el intercambio de calor dos fluidos, uno refrigerante y otro absorbente. Lo más habitual es emplear agua como refrigerante y una sal (bromuro de litio, Libr.) como absorbente. El funcionamiento resumido es que el agua calentada por el sol cede ese calor al absorbente. Se consigue así agua fría. El absorbente debe volver a ceder el calor (que se disipa

o transfiere a otra agua que actúa como refrigerante) para regenerarse y volver a hacer su función” (Terra ecología práctica, s.f.).

“Los sistemas de efecto simple necesitan temperaturas de unos 80 °C, que se pueden conseguir con colectores planos, mientras que los de doble efecto requieren temperaturas de 150 °C, que se pueden proveer con colectores de vacío.

A nivel doméstico, se han desarrollado equipos, accionados por agua caliente, aptos para viviendas o para el sector terciario, de tamaño compacto, que evitan la necesidad de una torre de refrigeración externa y tienen potencias de enfriamiento de 5 a 30 RT. Ello se ha conseguido mediante mejoras en la eficiencia de funcionamiento de la máquina de absorción, a través de procesos de rotación de los componentes. El refrigerante empleado es agua y su consumo eléctrico es reducido en comparación con otros sistemas (del orden de 300 Wh). Esto también hace posible que este aporte eléctrico sea provisto por energía solar fotovoltaica, creando así un sistema autosuficiente energéticamente. (Terra ecología práctica, s.f.)

Los equipos domésticos de refrigeración por absorción tienen un COP (Coefficient of performance) o rendimiento de 0,6 a 0,8 (en los de efecto simple) y de 1,2 a 1,5 en máquinas de doble efecto. Esto puede hacer pensar que son sistemas menos eficientes que los de compresión mecánica de vapor (que tienen COPs de 2,5 a 3). Sin embargo, mientras que en la absorción el aporte energético (calor) es directo, en los sistemas convencionales la energía eléctrica utilizada ha llegado al equipo tras pasar por todo su proceso de generación y distribución, que tiene una eficiencia del 30%. Considerando esto, el rendimiento final sería del orden de 0,75, pero utilizando una fuente de energía agotable. (Terra ecología práctica, s.f.).

La refrigeración por absorción hace que sean viables, técnica y económicamente, instalaciones más grandes, con elevada superficie de colectores solares. Disponer de frío solar en verano permite una amortización del sistema mucho más rápida que si pretendiera utilizarse la instalación tan sólo para calefacción y agua caliente. (Terra ecología práctica, s.f.)

Por último destacar que, aunque el aporte de calor también lo podría realizar una llama directa procedente de una combustión de gas o biomasa, lo ideal es que, dada la coincidencia de disponibilidad del recurso con la demanda, la refrigeración por absorción se plantee como un sistema compañero de una instalación de colectores solares que capturen la energía limpia e inagotable del sol.” (Terra ecología práctica, s.f.).

Intercambio de calor.

“Esta estrategia consiste básicamente en tubos enterrados que logran enfriar o precalentar el aire utilizando la diferencia de temperatura existente entre la tierra y el ambiente. El sistema se basa en la estabilidad térmica de la tierra a cierta profundidad, donde a sólo 2 m. la temperatura será más alta que el ambiente en temporada de invierno y más baja en verano. El enfriamiento o calentamiento depende de esta diferencia, ya que los tubos intercambiadores capturan o disipan el calor hacia la tierra, utilizando la masa térmica de la tierra como un almacenador de calor. Estos intercambiadores de calor geotérmicos son conocidos también como tubos subterráneos, intercambiadores aire- suelo, o pozos canadienses” (Scribd, 2016) (ver imagen N°63)-

Imagen N°63 “Tubos intercambiadores geotérmicos en Centro de Distribución y Logística



FUENTE: Tubos intercambiadores geotérmicos en Centro de Distribución y Logística FASA”, Recuperado de, (Chile, 2012).

4.8 Generación y control de la energía.

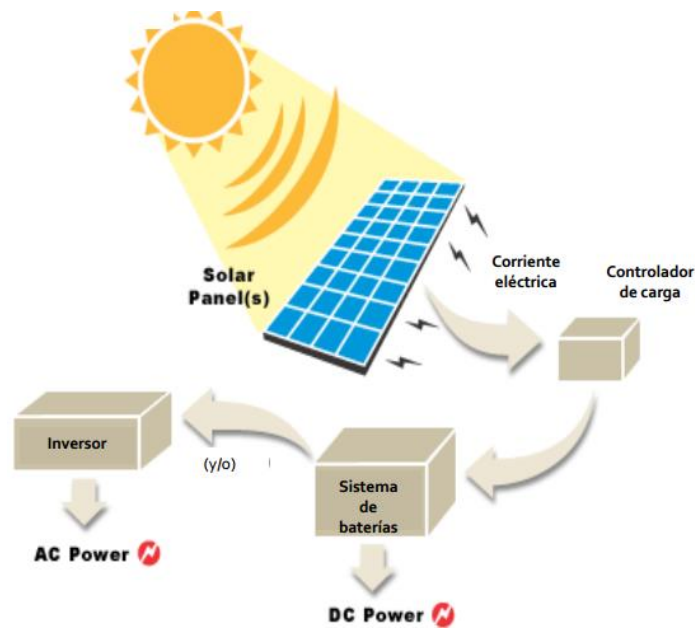
Hoy en día como fuente y control de energía renovable se utiliza la energía solar para una vivienda a través de paneles fotovoltaicos, las cuales almacenan energía eléctrica en como baterías para suministrar electricidad a diversos equipos que funcionan con energía eléctrica en la vivienda, permitiendo así el ahorro de sistemas eléctricos. “En estos tiempos es muy importante la conservación del medio ambiente, el aprovechamiento de la energía solar representará un costo mensual cero, ya que esta es gratuita; sin embargo, vale la pena mencionar que hay una inversión inicial para los equipos que permitirán captar la energía solar, controlar y almacenar energía eléctrica.

Existen dos maneras de aprovechar la energía proveniente del sol, caracterizados por la tecnología en que basan el aprovechamiento de la radiación del sol” (Chile, 2012).

Fotovoltaica Termosolar.

“La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación de la radiación solar en electricidad a través de paneles, celdas, conductores o módulos fotovoltaicos, hechos principalmente de silicio y formados por dispositivos semiconductores tipo diodo que, al recibir radiación solar, se activan y provocan saltos electrónicos, generando electricidad como se observa a continuación (ver imagen N°64)” (gob.mx, s.f.).

Imagen N°64 Generación Fotovoltaica



FUENTE: Generación Fotovoltaica, Recuperado de, (Gestion de la energia eléctrica generada con paneles solares, s.f.)

“Las celdas fotovoltaicas son dispositivos formados por metales sensibles a la luz que desprenden electrones cuando los rayos de luz inciden sobre ellos, generando energía eléctrica. Están formados por celdas hechas a base de silicio puro con adición de impurezas de ciertos elementos químicos, siendo capaces de generar cada una de 2 a 4 Amperios, a un voltaje de 0.46 a 0.48 Voltios. Estas celdas se colocan en serie sobre paneles o módulos solares para conseguir un voltaje adecuado a las aplicaciones eléctricas; los paneles captan la energía solar transformándola directamente en eléctrica en forma de corriente continua, que se almacena en acumuladores, para que pueda ser utilizada fuera de las horas de luz. Los módulos fotovoltaicos admiten tanto radiación directa como difusa, pudiendo generar energía eléctrica incluso en días nublados. (Hidalgo, 2007)

Una de las ventajas de esta tecnología es porque es modular, lo que permite fabricar desde pequeños paneles, útiles para los techos de las casas o hasta grandes plantas fotovoltaicas que pueden generar gran cantidad de energía. Pero también es una tecnología limpia ya que es renovable e inagotable y no contamina, no emite CO₂ y los gastos de mantenimiento son mínimos” (ver imagen N°65) (Hidalgo, 2007).

Imagen N°65 Generación Fotovoltaica



FUENTE: Generación Fotovoltaica, Recuperado de, (Hidalgo, 2007)

“Los elementos principales de un panel solar son: (Hidalgo, 2007).

Generador Solar._ un conjunto de paneles fotovoltaicos que captan energía luminosa y la transforman en corriente continua a baja tensión.

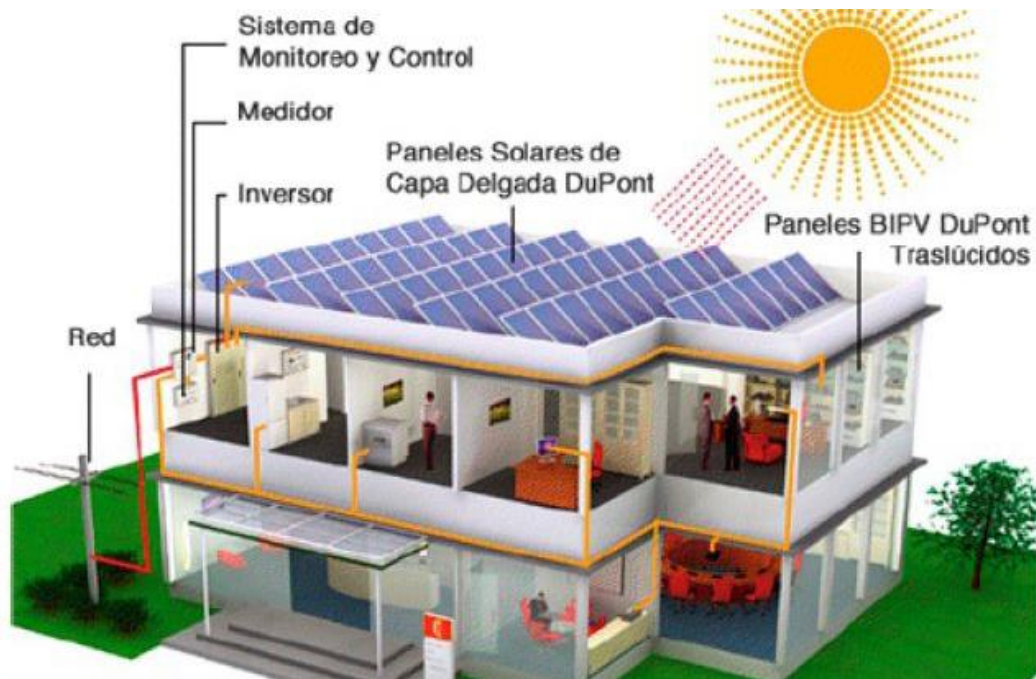
Acumulador._ almacena la energía producida por el generador y transforma a través de un inversor la corriente continua en corriente alterna.

Regulador de carga._ su función es evitar sobrecargas o descargas excesivas al acumulador, puesto que los daños podrían ser irreversibles.

Inversor (opcional)._ se encarga de transformar la corriente continua producida por el campo fotovoltaico en corriente alterna, la cual alimentará directamente a los usuarios.

Un sistema fotovoltaico no tiene por qué constar siempre de estos elementos, pudiendo prescindir de uno o más de éstos, teniendo en cuenta el tipo y tamaño de las cargas a alimentar, además de la naturaleza de los recursos energéticos en el lugar de instalación” (ver imagen N°66). (Hidalgo, 2007).

Imagen N°66 Funcionamiento de la energía solar



FUENTE: Funcionamiento de la energía solar, Recuperado de, (Hidalgo, 2007).

Accesorios para ahorrar energía (Gas).

“Permiten supervisar los consumos de gas de su vivienda y empresa al instante de forma precisa, creación múltiple comparativa y optimización del uso y gestión del consumo de gas. Además, ayudan a detectar y controlar los puntos de fuga. Un medidor de gas, es un instrumento ideal para realizar auditorías de consumo de gas profesionales de bajo coste y en tiempo récord, que permitan reducir costos y ahorrar. También, puede usarse para realizar campañas de concienciación efectivas, establecer un vínculo más cercano con sus clientes, conocer sus hábitos de consumo y ofrecer soluciones ajustadas a sus verdaderas necesidades Eficiencia energética/ energías renovables.

- Energía. Cualquier actuación que conlleve un ahorro energético supone una reducción de los impactos, ya sea en el ahorro de recursos no renovables o por la reducción de emisiones de CO₂. El uso de energías renovables actúa sobre ambos parámetros, evitando el consumo de energía convencional y eliminando las emisiones. (CENER -

ZH2O, 2008)

- Edificio pila. Se pretende que el edificio acumule energía procedente de fuentes de energías renovables, usar dicha energía en detrimento de otras procedentes de energías no renovables y así reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Como no podía ser de otro modo en esta Exposición la energía se acumulará en forma de agua caliente. (CENER - ZH2O, 2008).
- Calefacción y refrigeración Solar. La cubierta energética contará con una importante superficie de colectores solares térmicos que producirán agua caliente (CENER - ZH2O, 2008).

Esta agua caliente obviamente servirá para dar servicio a la instalación de calefacción en invierno, pero también servirá para generar refrigeración en verano, para lo que se instalará una máquina de absorción en el espacio técnico que proporciona la cubierta energética (CENER - ZH2O, 2008).

Es preciso insistir en la importancia de la implantación de esta tecnología (por otra parte ampliamente desarrollada en otros países) que permite generar agua enfriada en verano gracias a los colectores solares, con lo que se reduce la dependencia eléctrica del edificio gracias a que en las épocas de mayor demanda de frío es cuando es posible obtener una mayor cantidad de energía del sol (CENER - ZH2O, 2008).

- En la cubierta energética también se colocarán paneles fotovoltaicos para que el Pabellón sea capaz de generar una parte de la electricidad que consuma (CENER - ZH2O, 2008).
- Ahorro de agua. La cubierta energética también tendrá la posibilidad de almacenar el agua de lluvia que podrá reutilizarse para emplearla en los soportes generadores de microclimas, en las láminas de agua y en las posibles zonas verdes del Pabellón o de la urbanización de la exposición” (CENER - ZH2O, 2008).

Ahorro de energía.

“Se utilizarán mecanismos, máquinas y sistemas de producción y control que permitan el ahorro en la instalación, reparación o sustitución de elementos y aparatos. En este sentido, la habilitación de una cubierta energética que actúa como espacio servidor del Pabellón y en el que se alojan la mayoría de las instalaciones facilita considerablemente la gestión y mantenimiento de las mismas. (CENER - ZH2O, 2008)

- Sistemas de elevada eficiencia energética. Una vez que se ha conseguido reducir con las medidas de los anteriores puntos la demanda energética total del edificio, las instalaciones que se implanten tendrán todo un bajo consumo y un alto grado de eficiencia energética. Este punto ha de cuidarse especialmente ya que el consumo de energía que supone mantener los ambientes interiores en unas condiciones adecuadas (19° C en invierno y 23°C en verano) es el gasto energético más importante de los edificios, puede ser la causa de los mayores impactos sobre el medio ambiente, y se produce a lo largo de toda la vida útil de los edificios. Además de las anteriores medidas pasivas de ahorro, un buen diseño de las instalaciones debe permitir un ahorro considerable de energía. (CENER - ZH2O, 2008)
- En cuanto a los elementos propios de las instalaciones, se realizará una división por zonas con un sistema de regulación y control que además de permitir una optimización de las instalaciones sirva para realizar el seguimiento y monitorización del sistema de instalaciones que se implanten en el edificio. (CENER - ZH2O, 2008)
- En cuanto al diseño de la instalación de iluminación, la primera medida ha sido evaluar las posibilidades de aprovechar la luz natural para iluminación en aquellos espacios que durante la Exposición y en el uso posterior del edificio así lo requieran, de modo que al resto de locales que no tienen esa necesidad de iluminación natural se les tamiza la llegada de luz con la colocación de los soportes generadores de

microclimas y el uso de vidrios con un bajo factor solar. En todo caso la red eléctrica interior para iluminación se diseñará atendiendo a los diversos usos previstos y distribuyendo los circuitos de manera paralela.

- Para la producción de frío solar se colocará una máquina de absorción que aprovecha el calor acumulado en los depósitos de agua caliente y que procede de los paneles solares. En función de los cálculos que se obtengan para la colocación de los depósitos de agua caliente podría plantearse el uso de un sistema de apoyo para asegurar el confort interior del edificio en los días más duros del invierno, que consistiría en una caldera de gas natural con baja emisión de SO_x, NO_x y de alta eficiencia energética. En todo caso un control adecuado del ambiente permitirá aprovechar al máximo las posibilidades de la instalación.” (CENER - ZH2O, 2008).

4.9 Manejo y control del agua.

Se dice que del total de agua disponible en el planeta, sólo aproximadamente el 3% equivale a agua dulce, por otra parte el 70% está congelada, 0,3% es superficial y el 30 % es subterránea, además con el impacto que produce el calentamiento global y el uso poco sustentable del agua dulce en áreas urbanas y rurales han afectado la disponibilidad y calidad del agua dulce.

“Por lo tanto en las distintas urbes se debe promover el manejo sustentable del agua. El manejo sustentable del agua a escala urbana implica agua potable, aguas residuales (aguas negras y aguas grises) y aguas lluvia” (arquitecturaenacero).

4.9.1 Agua potable.

“Puede ser utilizada para diversos fines como la higiene personal, así como para beber y

cocinar, etc. Es posible reducir el consumo de agua sin afectar los requerimientos básicos y operativos de un hogar con diferentes métodos como por ejemplo, se pueden usar lavavajillas y lavadoras de ropa más eficientes; con doble descarga; grifería oxigenada; duchas de bajo flujo; y controlar las fugas de agua” (arquitecturaenacero).

“De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), son necesarios entre 50 y 100 litros de agua por persona al día para garantizar que se cubren las necesidades más básicas y no comprometer la salud” (arquitecturaenacero).

“Métodos para purificar el agua.

- Desinfección por ebullición

Para eliminar las bacterias es necesario que el agua hierva de 15 a 30 minutos. Es una forma sencilla y económica de desinfección al alcance de la mayoría de los hogares. Entre las desventajas de este método destaca la concentración del contenido de minerales disueltos, debido a la vaporización del agua” (Hidro pluviales, s.f.).

- Desinfección con cloro

“La cloración es uno de los métodos más rápidos, económicos y eficaces para eliminar las bacterias contenidas en el agua. La cantidad de cloro que debe agregarse al agua depende de la concentración que tenga el compuesto de esta sustancia que venden en su región; generalmente, tres gotas por litro suelen ser suficientes. Después de agregar el cloro, es importante esperar media hora antes de tomar el agua. El agua ya viene clorada de la red, por lo que puede suceder que al agregarle más cloro el exceso se manifieste en el sabor (haciéndolo muy desagradable); esto no representa riesgos para su salud” (Hidro pluviales, s.f.).

- “Desinfección con plata iónica

En el mercado existen algunos productos para desinfectar agua y verduras que utilizan compuestos de plata iónica o coloidal. Aunque los fabricantes recomiendan esperar

aproximadamente diez minutos después de añadirlos al agua, es preferible esperar el doble del tiempo sugerido (Hidro pluviales, s.f.).

- Filtros de cerámica

Estos filtros separan materia sólida del líquido gracias a que tienen un poro muy fino, es decir, retienen partículas muy pequeñas. Un inconveniente de estos filtros es que sobre ellos pueden desarrollarse colonias de microorganismos. Por lo tanto, al comprar un filtro de este tipo, será importante verificar que éste libere o esté impregnado con plata iónica, ya que esta sustancia tiene un efecto germicida. El filtro más sencillo está formado por una barra de cerámica cubierta por un cilindro metálico que se adapta a la llave del agua. Un filtro de cerámica con plata iónica proporciona unos 60 litros de agua por día. Si se le da un mantenimiento adecuado, este implemento puede tener una duración de por lo menos 5 años” (Hidro pluviales, s.f.).

- “Filtro de carbón activado

En este sistema el agua pasa por un filtro de carbón activado, el cual contiene millones de agujeros microscópicos que capturan y rompen las moléculas de los contaminantes. Este método es muy eficiente para eliminar el cloro, el mal olor, los sabores desagradables y los sólidos pesados en el agua. También retiene algunos contaminantes orgánicos, como insecticidas, pesticidas y herbicidas. El riesgo que representan estos filtros es que pueden saturarse y contaminarse con microorganismos, por tanto, es preciso cambiarlos cada cinco meses, de lo contrario, si no se cuenta con un sistema de desinfección colocado después del filtro (como luz UV o plata iónica), el agua ya no es segura para beber. El equipo de filtración por carbón activado incluye un tanque de fibra de vidrio, una válvula de control y el filtro; puede durar hasta 6 años” (hidropluviales, s.f.).

- “Purificación por ozono

Como purificador de agua, el ozono es un gas muy efectivo porque descompone los organismos vivos sin dejar residuos químicos que puedan dañar la salud o alterar el sabor del agua. En general, se considera que sus ventajas son las siguientes: reduce de manera importante el aspecto turbio, el mal olor y sabor del agua, así como la cantidad de sólidos en suspensión. No sólo elimina las bacterias causantes de enfermedades, sino que también inactiva virus y otros microorganismos que el cloro no puede destruir. El equipo consta de un generador de ozono, dos válvulas y un secador de aire, y tiene la capacidad para purificar aproximadamente 300 litros de agua diarios por alrededor de 6 años. Su principal desventaja es su elevado costo; además, requiere mantenimiento constante, instalación especial y utiliza energía eléctrica” (Hidro pluviales, s.f.).

- “Desinfección por rayos ultravioleta (UV)

En una primera etapa, el agua pasa por un filtro que retiene las partículas en suspensión. Después pasa por un filtro de carbón activado, el cual elimina el mal olor, sabor y color en el agua, así como el cloro. Por último, el agua es purificada por medio de luz ultravioleta, que se encarga de destruir las bacterias. Este método es automático, efectivo, no daña al medio ambiente y es fácil de instalar; además, puede purificar hasta 200 litros de agua al día. Los filtros de este tipo de equipos se deben reemplazar cada seis meses y el bulbo de la lámpara de rayos UV debe cambiarse cada año” (Hidro pluviales, s.f.).

- “Purificación por ósmosis inversa

El proceso de ósmosis inversa utiliza una membrana semipermeable que separa y elimina del agua sólidos, sustancias orgánicas, virus y bacterias disueltas en el agua. Puede eliminar alrededor de 95% de los sólidos disueltos totales (SDT) y 99% de todas las bacterias. Las membranas sólo dejan pasar las moléculas de agua, atrapando incluso las sales disueltas. Por cada litro que entra a un sistema de ósmosis inversa se obtienen 500 ml de agua de la más alta

calidad, sin embargo, deben desecharse los otros 500 ml que contienen los SDT. Durante la operación, la misma agua se encarga de limpiar la membrana, disminuyendo los gastos. Un equipo de filtración por ósmosis incluye un filtro de sedimentación, uno de carbón activado, una membrana, una lámpara de rayos UV y dos posfiltros. Su rendimiento diario es de 200 litros de agua y, con un mantenimiento adecuado, puede utilizarse hasta por 10 años. Este método no es recomendable cuando se trata de agua dura, esto es, agua que contiene un alto porcentaje de sales de calcio y magnesio” (hidropluviales, s.f.).

4.9.2 Agua residuales.

“Estas a su vez se dividen en aguas negras y aguas grises.

Las aguas grises son todas aquellas aguas residuales no provenientes de los desechos orgánicos humanos, como el lavado de utensilios y de ropa, así como del baño de las personas. Se denomina aguas negras a un tipo de agua que está contaminada con bacterias y gérmenes fecales procedentes de desechos orgánicos humanos o animales, por lo cual se requiere sistemas de canalización” (arquitecturaenacero).

“Es importante hacer esta diferenciación, la cual permite reconocer que las aguas grises tienen mayor potencial de reutilización. Para reutilizar las aguas grises de duchas y lavamanos, es recomendable utilizar detergentes menos contaminantes, para luego usar tecnologías de limpieza y filtrado, que permiten por ejemplo reutilizar el agua para, regadío, lavadoras, etc. Por la baja carga de contaminantes, la reutilización de las aguas grises domiciliarias puede ser de bajo costo” (arquitecturaenacero).

4.9.2.1 Tratamiento para aguas grises séptica.

“1° Etapa filtración y eliminación de sedimentos mediante filtros de celulosa.

Las pequeñas partículas que ingresan son eliminadas mediante un filtro de celulosa las cuales liberan al agua de estos sedimentos” (AQUAYVIDA, s.f.).

“2° Etapa filtración por medio de carbono activo granulado.

En el proceso de ósmosis inversa el ingreso de cloro puede llegar a oxidarla por lo que se aplican filtros para la eliminación del cloro mediante carbono activo. Un filtro de carbón activo granulado, son filtros cilíndricos con pequeños granos o bolitas de carbón activo, esta etapa elimina cloro y otros sedimentos del agua. Mejora el olor y el gusto del agua tratada.

3° Etapa filtración por medio de carbono activo laminado” (AQUAYVIDA, s.f.).

“Similar a la etapa anterior se trata de una filtración por medio de filtros activo de carbón laminado, para depurar el agua de cloro y sedimentos. De esta etapa el agua se queda en unas condiciones óptimas para ser tratada por osmosis inversa de forma que no se dañe la membrana permeable y así se consiga un equipo más eficiente en la purificación y duradero” (AQUAYVIDA, s.f.).

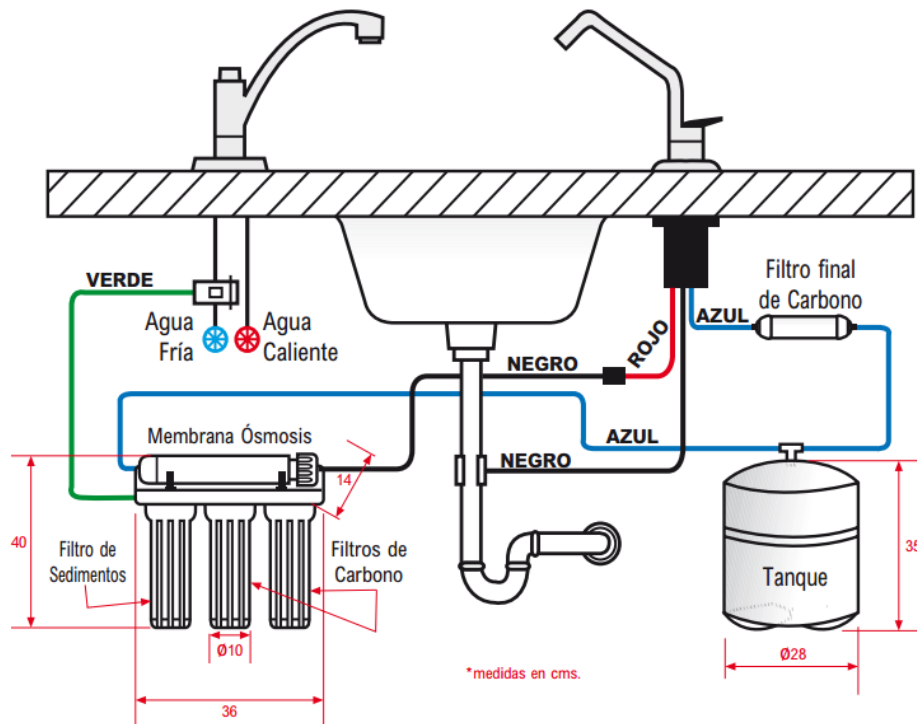
“4° Etapa la ósmosis inversa

Consiste en invertir el proceso natural por el que dos soluciones acuosas separadas por una membrana semipermeable tienden a equilibrar sus concentraciones difundiendo líquidos a través de las mismas. Para provocar la inversión, se aplica presión para que el agua atraviesa la membrana contra gradiente, así los sólidos y partículas quedan en un lado de la membrana mientras que el otro queda únicamente el agua limpia y libre de toda molécula extraña” (AQUAYVIDA, s.f.).

Ubicación del equipo:

Está ubicado debajo del fregadero, agregando un pequeño grifo incluido en el equipo, o en un registro fuera del inmueble donde se conectan por una red todos los ramales de muebles que desechan jabón suministrado el agua (ver imagen N° 67).

Imagen N°67 Equipos de ósmosis inversa R04 yR05.



FUENTE: Osmosis Inversa., Recuperado de (WATTS INDUSTRIES, s.f.)

4.9.2.2 Tratamiento para aguas negras.

“Mediante una fosa séptica.

Generalmente en nuestro medio conocida con ese nombre, sin embargo no todas cumplen su objetivo el cual es liberar los acuíferos de contaminación, ya que suelen confundirse con pozos negros o de absorción, en donde las aguas son infiltradas al suelo sin un verdadero tratamiento, conocidos como tanques de sedimentación y almacenamiento que son vaciados periódicamente.

El modelo de la fosa más funcional es el tanque de tres comportamientos.

- Primer comportamiento

El proceso de depuración inicio en una cámara de sedimentación que en algunos casos también cumple la función de trampa de grasas.

- Segundo comportamiento

El agua pasa a una cámara con condiciones anaeróbicas donde se reduce la carga orgánica disuelta.

- Tercer comportamiento

La tercera cámara cumple las funciones de sedimentados secundario para clarificar el agua antes de ser dispuesta en un campo de oxidación.

Sistema mixto.

Aquellos sistemas que arman diferentes sistemas de tratamiento con el fin de lograr la máxima remoción en el menor espacio posible estos pueden combinar digestores para aguas negras, lechos vegetales, sistemas de enramado, aireadores, etc. Básicamente es una adaptación de los diferentes sistemas en un todo integrado que se adapte a las necesidades específicas de cada lugar” (seminarios, s.f.).

Biodigestor anaeróbicos.

“Está formado por un tanque hermético que puede ser de concreto o plástico. Estos a su vez se clasifican según el régimen de carga y la dirección del flujo en su interior (seminarios, s.f.).

- Por régimen:

Flujo continuo._ Son las que reciben su carga por medio de una bomba que mantiene una corriente continua (seminarios, s.f.).

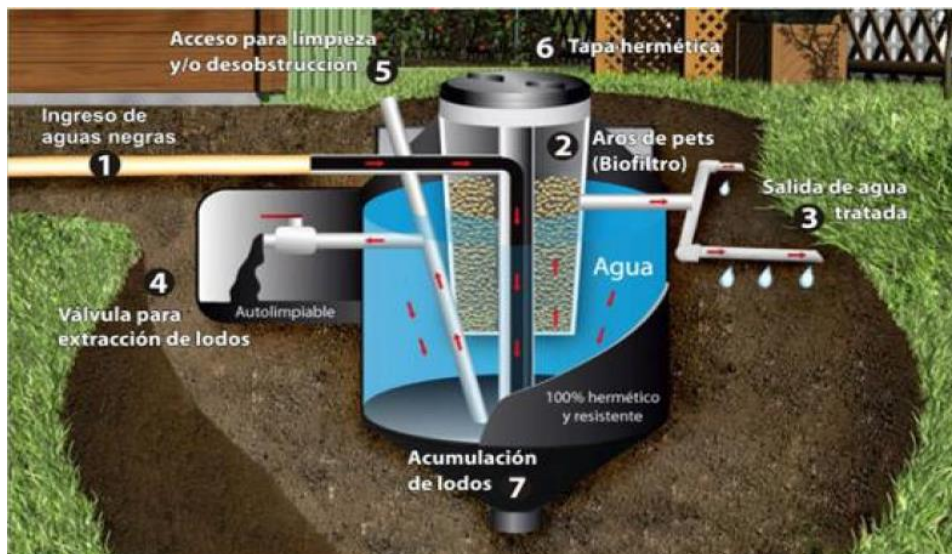
Flujo Semi continuo._ Son los que reciben una carga fija cada día y aportan la misma cantidad Estacionarios. Son los que se cargan de una sola vez y pasado el tiempo de retención se vacían completamente” (seminarios, s.f.).

- “Por dirección:

Flujo horizontal._ Generalmente con forma de salchicha se cargan por un extremo y la carga diaria va desplazando por su interior la precedente.

Flujo ascendente._ La carga se inyecta en el fondo del recipiente y fluye hacia la parte superior” (seminarios, s.f.) (ver imagen N° 68).

Imagen N°68 Biodigestor Autolimpiable Rotoplas



FUENTE: Biodigestor., Recuperado de (rcnegociosac, s.f.)

“Funcionamiento de un biodigestor.

Posee una tubería de entrada a través del cual se suministran la materia orgánica (por ejemplo, estiércol animal o humano, en forma conjunta con agua y una tubería de salida en el cual el material ya digerido por acción bacteriana abandona el biodigestor. Lo materiales que ingresan y abandonan el biodigestor se denominan afluente y efluente respectivamente.

El proceso de digestión que ocurre en el interior del biodigestor libera la energía química contenida en la materia orgánica, la cual se convierte en biogás” (repositorio, s.f.).

Ventajas de un biodigestor.

- “Genera un gas combustible (biogás) que se aprovecha en cocción de alimento, calefacción de lechones y aves, combustible en el funcionamiento de motores.
- Ahorro de energía.
- Reduce la generación de olores ofensivos, desagradables.
- Manejo es sencillo y no requiere mantenimiento sofisticado.
- Mejora la salud y la ecología de las comunidades rurales al evitar el uso de leña para

cocinar.

- Reduce el uso de costosos y contaminantes fertilizantes químicos
- Al disponer adecuadamente del estiércol de los animales se minimizan los riesgos de salud
- Su costo con la venta o aprovechamiento de sub-producto” (cdigital, s.f.)

Aguas lluvia.

“Son también conocidas como aguas pluviales, las que se obtienen mediante el agua lluvia, las cuales pueden ser captadas en techumbres para almacenar, filtrar y reutilizar. También puede ser reutilizado una vez filtrada, en actividades que no son de consumo, ya que no se consideran potables. Además, es importante evitar su escurrimiento y mejorar los niveles de permeabilidad de los suelos urbanos. Para lo cual se deben potenciar los drenajes urbanos como son las áreas verdes, los pavimentos subterráneos y los drenajes naturales, que permiten además, reducir el riesgo de inundaciones y aluviones” (arquitecturaenacero).

4.9.3 Mediante captación pluvial.

“Para poder captar el agua lluvia para consumo humano se generalmente en los techos de las edificaciones, mediante un sistema de conducción y canaleta el cual recolecta el agua y la lleva hacia el otro depósito de almacenamiento antes de los bajantes es recomendable colocar un sistema que evite la entrada de desechos, después el agua tratada se distribuye a través de un circuito hidráulico independiente de la red de agua potable, para el final del proceso se pasa por un filtro el cual permite que se limpie el agua” (SlideShare, 2016).

“Gracias a la instalación de un sistema de recuperación de agua de lluvia, puede ahorrar fácilmente hasta un 50% del consumo de agua potable en su casa.

El agua de lluvia, a pesar de no ser potable, posee una gran calidad, ya que contiene una

concentración muy baja de contaminantes, dada su nula manipulación. El agua pluvial es perfectamente utilizable para muchos usos domésticos en los que puede sustituir al agua potable, como en lavadoras, lavavajillas, WC y riego, todo ello con una instalación sencilla y rápidamente amortizable” (SlideShare, 2016).

Algunas ventajas de la captación de aguas pluviales

- “Ahorro evidente y creciente en la factura del agua. Puede suponer un 80% del total de agua demandada por una vivienda.
- Uso de un recurso gratuito y ecológico.
- Contribución a la sostenibilidad y protección del medio ambiente” (soliclima, s.f.).

“El sistema de captación de agua de lluvia en techos está compuesto de los siguientes elementos: (ver imagen N°69)” (Taborda, 2012).

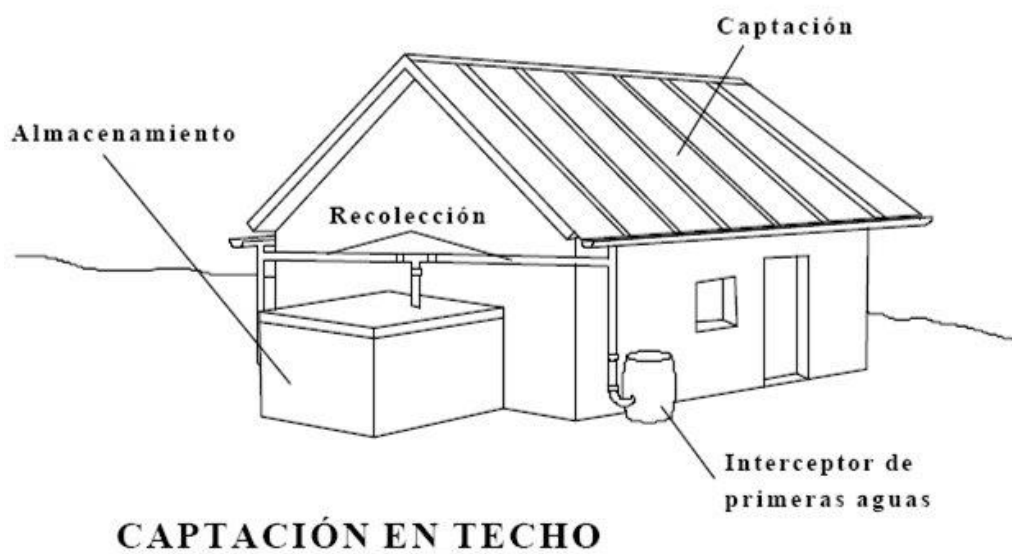
a) captación.

b) recolección y conducción.

c) interceptor.

d) almacenamiento”.

Imagen N°69 Captación en techo.



FUENTE: Sistema de captación de agua pluvial en techos,

Recuperado de, (Taborda, 2012)

“La captación:

Está conformado por el techo de la edificación, el mismo que debe tener la superficie y pendiente adecuadas para que facilite el escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección, (ver imagen N° 63)

Los materiales empleados en la construcción de techos para la captación de agua de lluvia son la plancha metálica ondulada, tejas de arcilla, paja, etc. La plancha metálica es liviana, fácil de instalar y necesita pocos cuidados, pero puede resultar costosa y difícil de encontrar en algunos lugares donde se intente proyectar este sistema. Las tejas de arcilla tienen buena superficie y suelen ser más baratas, pero son pesadas, y para instalarlas se necesita de una buena estructura, además que para su elaboración se necesita de una buena fuente de arcilla y combustible para su cocción” (Taborda, 2012).

“La paja, por ser de origen vegetal, tiene la desventaja que libera lignina y tanino, lo que le da un color amarillento al agua, pero que no tiene mayor impacto en la salud de los consumidores siempre que la intensidad sea baja. En todo caso puede ser destinada para otros fines diferentes al de consumo, como riego, bebida de ganado, lavado de ropa, higiene personal, limpieza de servicios sanitarios, etc. (Taborda, 2012).

Recolección y conducción:

Este componente es una parte esencial de los SCAPT ya que conducirá el agua recolectada por el techo directamente hasta el tanque de almacenamiento. Está conformado por las canaletas que van adosadas en los bordes más bajos del techo, en donde el agua tiende a acumularse antes de caer al suelo (Taborda, 2012).

El material de las canaletas debe ser liviano, resistente al agua y fácil de unir entre sí, a fin de reducir las fugas de agua. Al efecto se puede emplear materiales, como el bambú, madera, metal o PVC” (Taborda, 2012).

“Las canaletas de metal son las que más duran y menos mantenimiento necesita, sin embargo

son costosas. Las canaletas confeccionadas a base de bambú y madera son fáciles de construir pero se deterioran rápidamente. Las canaletas de PVC son más fáciles de obtener, durables y no son muy costosas”(SlideShare, 2016).

“Las canaletas se fijan al techo con

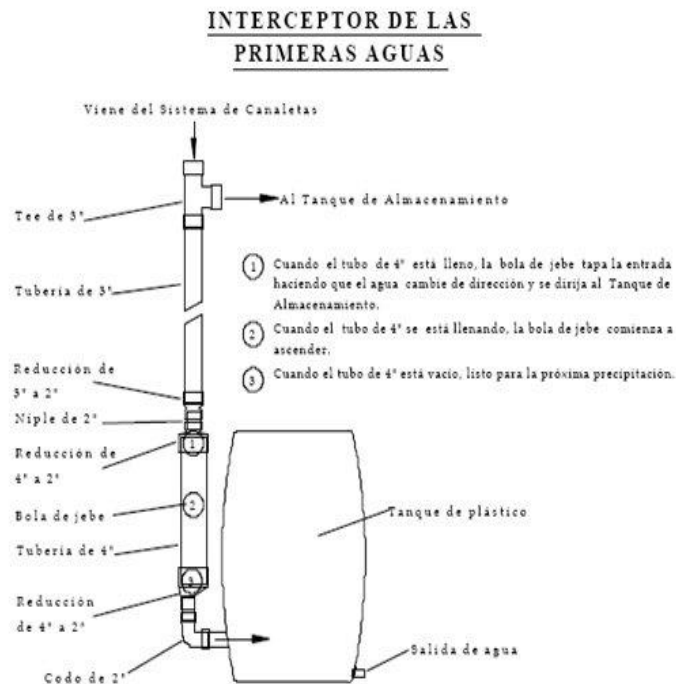
a) alambre.

b) madera.

c) clavos.

Por otra parte, es muy importante que el material utilizado en la unión de los tramos de la canaleta no contamine el agua con compuestos orgánicos o inorgánicos. En el caso de que la canaleta llegue a captar materiales indeseables, tales como hojas, excremento de aves, etc. El sistema debe tener mallas que retengan estos objetos para evitar que obturen la tubería montante o el dispositivo de descarga de las primeras aguas” (SlideShare, 2016) (ver imagen N° 70).

Imagen N°70 Interceptor de las primeras aguas



FUENTE: Interceptor de las primeras aguas,

Recuperado de, (Taborda, 2012)

“Interceptor:

Conocido también como dispositivo de descarga de las primeras aguas provenientes del lavado del techo y que contiene todos los materiales que en él se encuentren en el momento del inicio de la lluvia. Este dispositivo impide que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y de este modo minimizar la contaminación del agua almacenada y de la que vaya a almacenarse posteriormente (verosan, 2008).

En el diseño del dispositivo se debe tener en cuenta el volumen de agua requerido para lavar el techo y que se estima en 1 litro por m² de techo (verosan, 2008).

El volumen de agua resultante del lavado del techo debe ser recolectado en un tanque de plástico. Este tanque debe diseñarse en función del área del techo para lo cual se podrán emplear recipientes de 40, 60, 80 ó 120 litros, y para áreas mayores de techo se utilizarían combinaciones de estos tanques para captar dicho volumen (verosan, 2008).

Almacenamiento:

Es la obra destinada a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario de las personas beneficiadas con este sistema, en especial durante el período de sequía. La unidad de almacenamiento debe ser duradera y al efecto debe cumplir con las especificaciones siguientes (verosan, 2008).

Impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración.

No más de 2 metros de altura para minimizar las presiones.

Dotado de tapa para impedir el ingreso de polvo, insectos y de la luz solar.

Disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente grande como para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias.

La entrada y el rebose deben contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales.

Dotado de dispositivos para el retiro de agua y el drenaje. Esto último para los casos de limpieza o reparación del tanque de almacenamiento. En el caso de tanques enterrados

deberán ser dotados de bombas” (verosan, 2008).

“Los tipos de tanques de almacenamiento de agua de lluvia que pueden ser empleados en el medio rural pudieran ser construidos con los materiales siguientes:

- Mortero cemento – arena; el mortero de cemento – arena se aplica sobre un molde de madera u otro material de forma preestablecida. Los modelos pequeños suelen variar entre 0.1 a 0.5 m³ y los modelos más grandes pueden alcanzar alturas de 1.5 m y volúmenes de hasta 2.3 m³ (naxhieli, 2010).
- Concreto; normalmente se construye vaciando concreto en moldes concéntricos de acero de un diámetro de 1.5 m, 0.1 m de espesor y 0.60 m de altura. Este tipo de tanque de almacenamiento puede alcanzar volúmenes de hasta 11 m³” (naxhieli, 2010).

4.10 Manejo de desechos líquidos y sólidos.

“El que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento asimilable a éstas.

Son todos aquellos objetos, materiales, sustancias o elementos de consistencia sólida de recipientes, envoltorios, empaques, botellas, frascos, resultantes de los alimentos, y otros artículos de consumo en el hogar. También son el resultado de otros productos que se manejan y utilizan cotidianamente en el hogar” (bvsde paho, s.f.).

“Manejo de los residuos sólidos en la vivienda.

Los residuos sólidos son materiales de desecho que se debe manejar higiénica y adecuadamente dentro de la vivienda, y así mismo, sacarlos fuera de ella de tal forma que no ocasionen problemas ambientales o riesgos a la salud. Si se arroja los residuos sólidos en cualquier parte (calles, lotes vacíos o a cielo abierto), propicia la aparición de basureros que

producen problemas sanitarios e impacto en el ambiente. Para un manejo adecuado de los residuos que se producen en la vivienda se requiere” (bvsde paho, s.f.).

Almacenarlos adecuadamente.

- Recolección.
- Tratamiento.
- Disposición.
- Aprovechamiento.

“Los restos orgánicos provenientes de la cocina, son utilizados en algunos hospitales para preparar abono que enriquece y mejora los jardines y áreas verdes de las instituciones de los alrededores” (recoleccion de agua, s.f.).

Almacenamiento.

“Se debe almacenar dentro de la vivienda los residuos de la siguiente manera: Almacenar los residuos sólidos en recipientes con tapa. Utilizar canecas o recipientes resistentes y de fácil limpieza. Mantener las canecas en lugar limpio y seco, cerradas o tapadas. Evitar que los animales domésticos y/o vectores tengan acceso a la caneca de la basura. Si en la zona existen programas de reciclaje o aprovechamiento de los residuos se recomienda separar los residuos orgánicos de los inorgánicos” (bvsde paho, s.f.).

Tratamiento y disposición.

“Si no existe un servicio organizado de recolección debemos:

Descargar los residuos sólidos que generamos en un foso o hueco seco.

Se tapa muy bien los residuos sólidos depositados en el hueco con una capa de ceniza, cal y/o tierra de por lo menos 20 cm de espesor.

El foso o hueco debe tener una cubierta de tal forma que evite que el agua de lluvia o animales

puedan entrar en él” (bvsde paho, s.f.).

“Manejo domiciliario.

Comprende varias alternativas de solución como el enterramiento domiciliario, el compost y el reciclaje” (disaster, s.f.).

“Enterramiento domiciliario.

Es un procedimiento sencillo, económico y sanitario de disponer las basuras caseras mediante la excavación de un hueco de 1.20 x 1.20 m de área y 1.50 m de profundidad. (disaster, s.f.).

Lista de materiales para un enterramiento domiciliario

Materiales	Un.	Cant.
Bloque de arena de río	un	20
Cemento gris	bulto	1
Malla de pollos	m	2
Arena de río gruesa	m ³	0.2

Procedimiento

Excave un hueco en el solar de la vivienda o en el lugar que considere adecuado, de tal manera que no vaya a causar molestias” (disaster, s.f.).

Medidas:

Largo: 1.20 m.

Ancho: 1.20 m.

Profundidad: 1.50 m².

“Alrededor del pozo excavado coloque una hilera de bloques formando un brocal que va a servir de base para las tapas del enterramiento domiciliario para impedir el ingreso de aguas superficiales (disaster, s.f.).

Elabore dos tapas de 1.40 x 0.70 m cada una. Para la mezcla utilice una proporción de cemento por tres de arena gruesa” (disaster, s.f.).

“Estas tapas pueden ser elaboradas en ferrocemento (arena, cemento y malla de pollos).

Coloque las tapas encima del brocal. De esta forma se mantiene cubierto el hueco evitando molestias sanitarias” (disaster, s.f.). (ver imagen N° 71).

Imagen N°71 Procedimiento de vaciar la fosa.



FUENTE: Procedimiento de vaciar la fosa, Recuperado de, (disaster, s.f.), (bvsde paho, s.f.).

“El procedimiento consiste en vaciar dentro del hueco las basuras producidas en el día e ir tapando y compactando con tierra hasta que la basura se cubra totalmente.

Cuando la basura llega a una profundidad de 0.40 m con respecto a la superficie del terreno, se sella el hueco con tierra para evitar la proliferación de insectos y roedores. La tapa se retira hacia el otro hueco que se excavará próximo al primero” (helid, s.f.).

Cuadro 14. Resultados de las estrategias de diseño bioclimático para el cantón Santa Isabel.

		Descripción de resultados	
ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIÓCLIMÁTICO	Estrategias Pasivas	De climatización	La orientación depende de las prioridades en el aprovechamiento del viento dominante, iluminación y el asoleamiento.
		De iluminación natural	La iluminación de la vivienda debe permitir al usuario satisfacer necesidades de confort visual y prestación visual al medio existente.
		Control de ruidos.	“Dada por su capacidad de aislamiento acústico, dependerá del material que separa los espacios interiores de los exteriores de la vivienda”. (slidershare, s.f.).
		Control de olores	Para la contaminación de malos olores existen tratamientos fisicoquímicos y biológicos.
	Estrategias Activas	De climatización	Mediante artefactos mecánicos que permiten climatizar una edificación para mantenerlos en los rangos de confort adecuado.
		Sistemas híbridos	“Este sistema permite obtener aire fresco a partir de calor obtenido con colectores solares” (Terra ecología práctica, s.f.).
		Generación y control de energía	Métodos de energía renovable a través de la energía solar, generando así ahorro energético
		Manejo y control de agua	“Se debe promover el manejo sustentable del agua” (arquitecturaenacero).
		Manejo de desechos líquidos y sólidos	Se debe manejar higiénica y adecuadamente con un control adecuado amigable con el medio ambiente.

ELABORACIÓN: Zhunio Santiago.

4.11 Conclusiones.

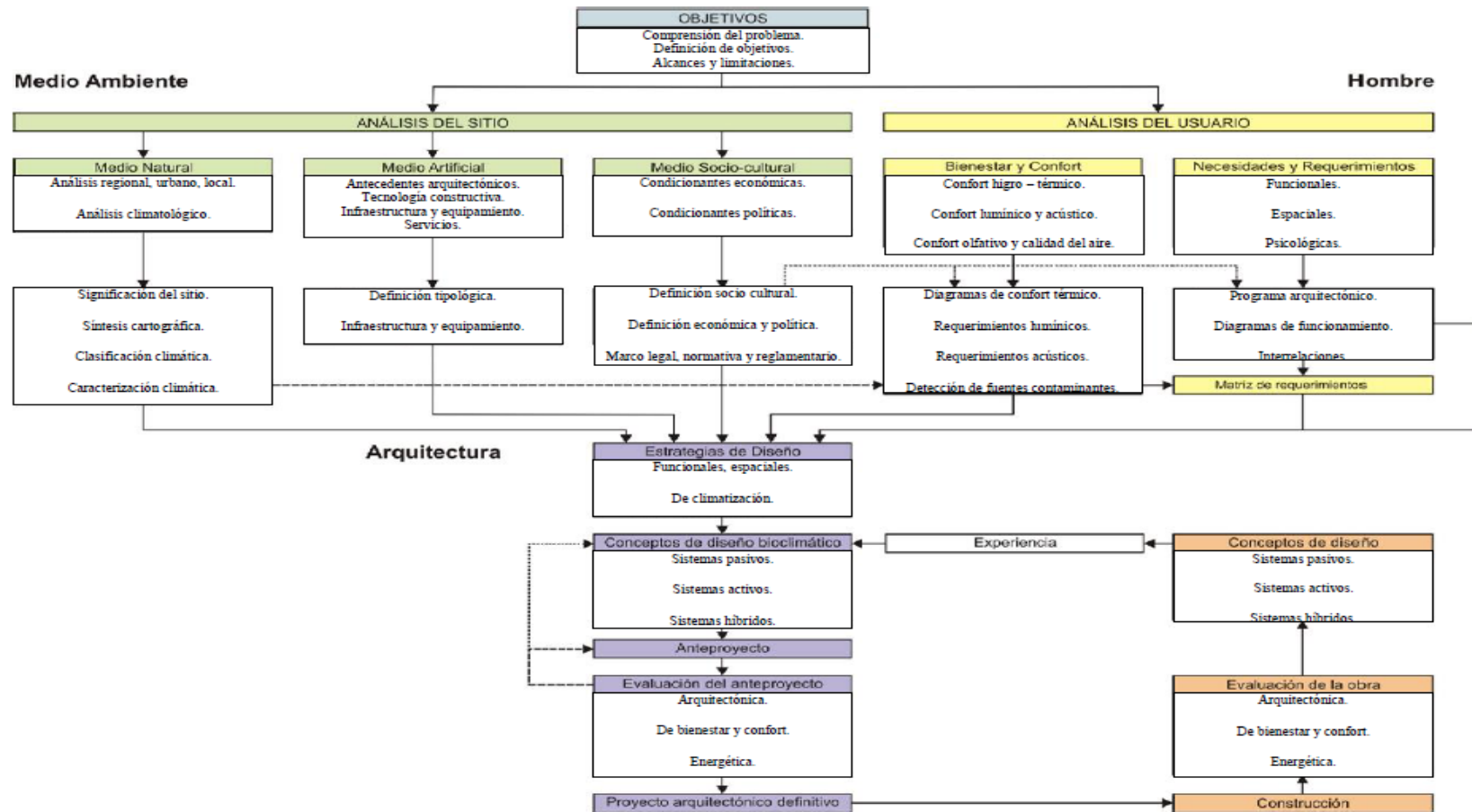
Se determinó en el presente capítulo las estrategias necesarias considerando aspectos biofísicos y constructivos para el diseño de una vivienda unifamiliar en el cantón Santa Isabel, con el fin de satisfacer las necesidades de confort y la sensación de bienestar en las personas que habitan el sector.

Con las estrategias obtenidas en el capítulo IV se generan resultados y recomendaciones para poder aplicar al diseño de vivienda unifamiliar, los cuales se detallan a continuación:

RESULTADOS

Los resultados obtenidos se obtuvieron mediante la utilización de la metodología de diseño bioclimático planteada por Víctor Fuentes Freixanet descrita a continuación: (ver cuadro 15).

Cuadro 15. Metodología de diseño bioclimático Víctor Fuentes Freixanet



FUENTE: (Fuentes).

Con la metodología de diseño bioclimático propuesta anteriormente se analiza el problema general de la zona y los objetivos a realizar con lo cual se determina así el problema, que es la falta de criterio arquitectónico para construir viviendas en el cantón Santa Isabel, por lo cual se plantea generar y desarrollar una metodología de mitigación de impactos ambientales y mejorar el confort de las personas del cantón.

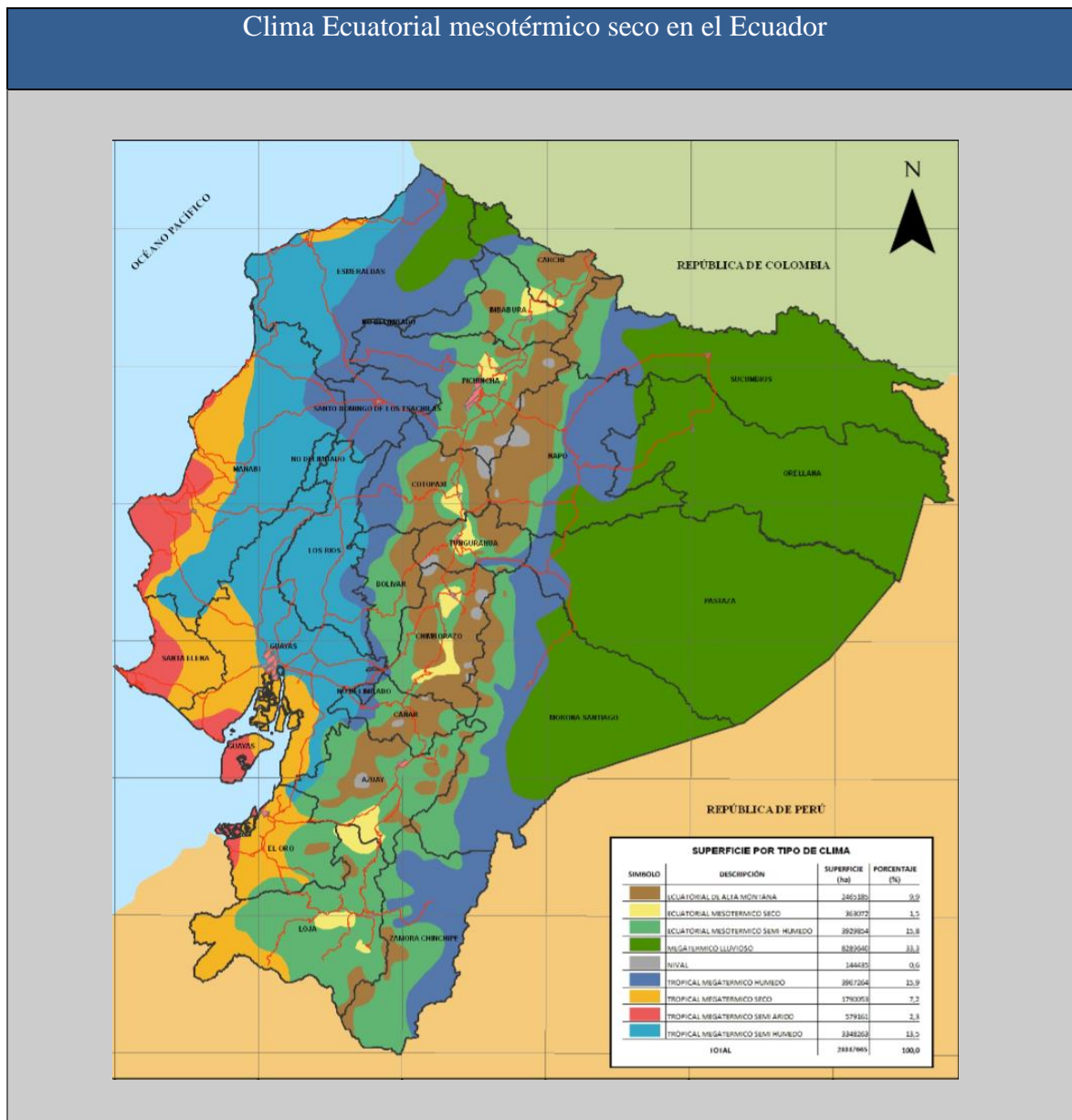
En conclusión el principal objetivo del estudio realizado es plantear las recomendaciones bioclimáticas para el diseño de viviendas unifamiliares en el cantón Santa Isabel, con lo cual se analiza el sitio su medio natural, su entorno y se evalúa las variables ambientales, como el cambio climático durante una década, “para lograr así una adecuada integración de la obra arquitectónica como también así aprovechar los beneficios que provee el entorno evitando así la posible alteración o impacto que se pudiera provocar en el ambiente. Para el análisis del medio artificial es necesario conocer los antecedentes arquitectónicos lo cual implica conocer las características de la arquitectura propia del lugar además de conocer la infraestructura y equipamiento para poder aprovecharlos en el proyecto y proponer así sistemas tecnológicos apropiados con menor consumo energético” (Arquitectura Bioclimática, s.f.).




En relación al usuario y su ambiente se pretende establecer la relación del hombre con su medio, conocer las condicionantes particulares de bienestar y proporcionar las estrategias necesarias de diseño para lograr el confort de las personas.




Como resultado del previo análisis se deduce las estrategias bioclimáticas necesarias para aplicar en el cantón Santa Isabel, “las cuales deben integrarse desde la concepción inicial del diseño a fin de lograr una adecuada relación de la arquitectura al medio”, para lo cual se plantea sistemas activos y pasivos de climatización lo cual genere un adecuado ahorro energético y el proyecto sea sustentable para el lugar.

Para realizar el presente estudio la población base de este trabajo investigativo en donde se puede aplicar las recomendaciones bioclimáticas, serán los cantones del Ecuador, que tengan el **clima ecuatorial mesotérmico seco**, que se describen a continuación de Norte a Sur según el mapa geográfico del Ecuador: Carchi (Mira , Bolívar), Imbabura (Ibarra, San Miguel de Ucurqui), Pichincha (Pedro Moncayo), Cotopaxi (Latacunga, Pujili, Salcedo), Tungurahua (Patate, Pillaro, Baños), Chimborazo (Guano, Riobamba, Chambo, Guamote), Alausi, Azuay (**Santa Isabel**), y Loja (Olmedo, Catamayo, Paltas, Chagurapamba. Célica) específicamente se encuentra este tipo de clima en las determinadas parroquias descritas a continuación (ver cuadro 16).

Cuadro 16. Clasificación de cantones con un clima ecuatorial mesotérmico seco.



PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA
Carchi 	Mira	La concepción Juan Montalvo Mira
	Bolívar	El Juncal Pusir Tumbatu Babuela
Imbabura 	Ibarra	Ambuqui Carolina La Esperanza San Antonio
	San Miguel de Ucurqui	La Merced de buenos Aires Pablo Arenas San Blas
Pichincha 	Quito	San Antonio Guayllabamba Quinche Conocoto Calderón Carapungo Llano Chico Llano grande

<p style="text-align: center;">Cotopaxi</p> 	Latacunga	11 de Noviembre Paolo
	Pujili	San Juan La Victoria
	Salcedo	Pansaleo
<p style="text-align: center;">Tungurahua</p> 	Patate	Patate
	Pillaro	Atahualpa Izamba
	Baños	Lligua Viscaya
<p style="text-align: center;">Chimborazo</p> 	Guano	San Gerardo Cubijies
	Riobamba	Cacha San Luis
	Chambo	Guayllabamba Punín
	Guamote	Quishuar Palmira
	Alausi	San Francisco Sibambe Itsinqis

RECOMENDACIONES BIOCLIMATICAS PARA EL DISEÑO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR EN UN CLIMA ECUATORIAL MESOTÉRMICO SECO.

Tras el análisis realizado en los presentes capítulos se determina las siguientes recomendaciones bioclimáticas para el clima ecuatorial mesotérmico seco: (ver cuadro 17, 18, 19,20).

Cuadro 17. Parámetros que intervienen en el confort.

PARÁMETROS QUE INTERVIENEN EN EL CONFORT	<p>Para el adecuado diseño y posteriormete construccion de la vivienda bioclimatica se establece criterios de diseño a llevar a cabo y generar así una armonia entre lo construido y la naturaleza generando un ahorro energético y un nivel de confort adecuado, adecuado así los parámetros que intervienen en el confort así se tiene:</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> - Orientacion de la vivienda. - Factor Forma. - Zonificación - Envolverte - Cubierta - Vegetación - Control Solar 	
		
	PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN
<p>ORIENTACIÓN</p> 		
<p>CONFORT ALCANZADO:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Higo térmico - Lumínico 		
<p>Para el diseño de vivienda en el cantón Santa Isabel se dispone la crujía de menor longitud hacia la dirección Este – oeste, con el fin de que los rayos solares no incidan en mayor nivel los meses de verano (ver pág. 115).</p>		

FORMA

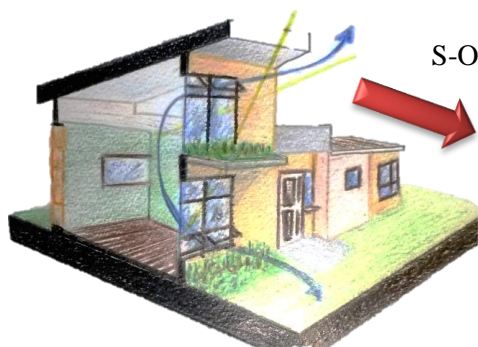


El techo, piso y paredes, deben aprovechar o evitar las condiciones buenas o malas del ambiente natural.

Factor Forma = superficie envolvente/volumen envuelto (ver pág.117).

CONFORT ALCANZADO: - Hígro térmico
- Lumínico

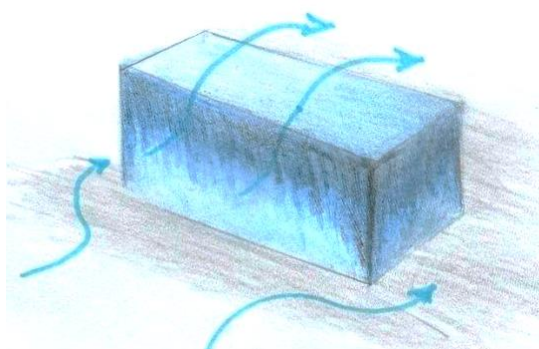
ZONIFICACIÓN INTERIOR



Zonificación de la vivienda: Vivienda abierta, alargada Óptima Crujía.
“Orientación hacia el Sureste y evitar la orientación hacia el Oeste, por la radiación excesiva que hay por la tarde” (Scribd, 2016), en cada habitación (ver pág.118).

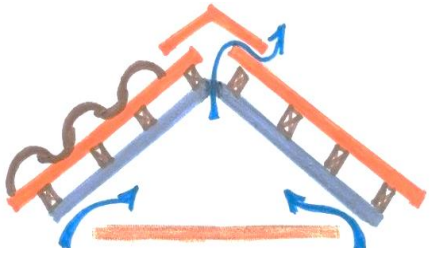
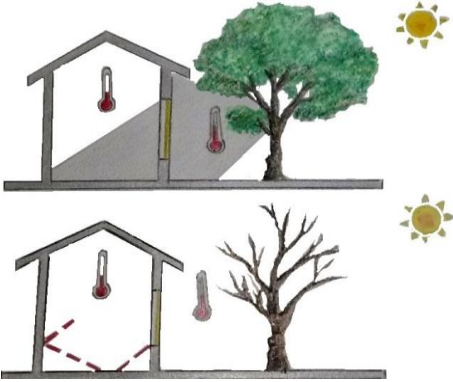
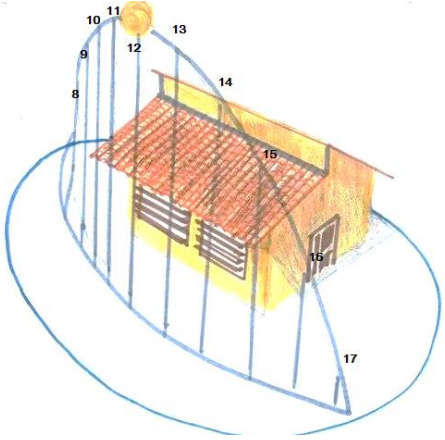
CONFORT ALCANZADO - Hígro térmico - Acústico
- Lumínico - Olfativo

ENVOLVENTE



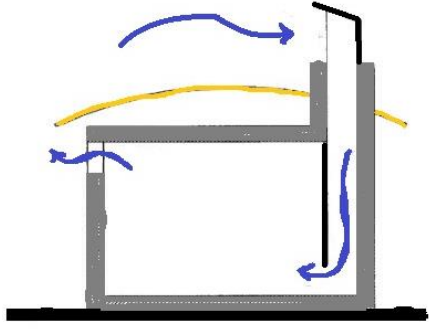
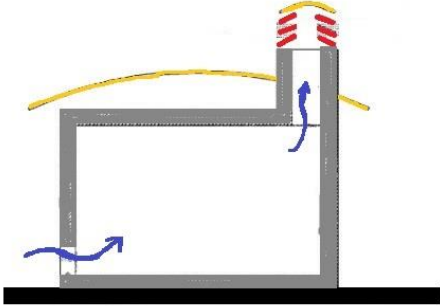


“Alejar el edificio de los obstáculos que impidan el libre flujo del viento. Proteger la piel del edificio de los rayos solares (Instituto de ARquitectura Tropical, s.f.). Exponer las fachadas a los vientos dominantes en los meses más cálidos, así de forma reducir el factor forma con la siguiente formula” (ver pág.118).

CONFORT ALCANZADO - Hígro térmico
- Lumínico

<p>CUBIERTA</p> 	<p>Para el cantón Santa Isabel se recomienda el uso de teja en las cubiertas de manera que absorba y sirva de protección a la incidencia los rayos solares, con el uso adecuado de claraboyas, pendientes adecuadas del 25 - 45 %.</p>
<p>CONFORT ALCANZADO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hígro térmico - Lumínico 	
<p>VEGETACIÓN</p> 	<p>Al rodear de plantas como arbustos y plantas aromáticas en la vivienda se disminuirá la “acumulación de calor y se evitara un elevado consumo de agua” (2D ARQUITETCURA), las plantas recomendadas propias del sector son la palma y el arbusto dodonaea viscosa (ver pág.119- 26).</p>
<p>CONFORT ALCANZADO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hígro térmico - Lumínico - Acústico - Olfativo 	
<p>CONTROL SOLAR</p> 	<p>“La orientación del edificio con formato este-oeste, con sus principales huecos orientados en el eje norte-sur y el mínimo posible de huecos orientados para este y oeste. Esta orientación, sin lugar a dudas, proporciona mayor cantidad de radiación durante el invierno y la menor durante el verano” (Mercon M. , 2008) (ver pág.143).</p>
<p>CONFORT ALCANZADO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hígro térmico - Lumínico 	

Cuadro 18. Resultados del confort Higrotérmico en el cantón Santa Isabel.

CONFORT HIGROTÉRMICO - ENFRIAMIENTO	<p>“Se refiere principalmente a las condiciones de bienestar en el individuo, pero desde el punto de vista en relación de su equilibrio con las condiciones de temperatura y humedad” (Fuentes Freixanet, 2011), para lo cual se determina las siguientes estrategias en el cantón.</p>	
	ESTRATEGIAS PASIVAS	ESTRATEGIAS ACTIVAS
	DIRECTA	
	VENTILACIÓN CRUZADA	VENTILADORES
		
	<p>“La ventilación cruzada más eficiente se podría conseguir generando aberturas en las fachadas frontal y posterior, sobre todo si en ésta última los vanos se localizan hacia los bordes, donde las turbulencias generan presiones más bajas” (sol arq, s.f.) (ver pág. 112)</p>	<p>Al tener un equipo para enfriar toda una vivienda se reducen los costos energéticos. Mayor confort en toda la vivienda y con ello mayor uniformidad en la climatización</p>
TORRES DE VIENTO	ASPIRADORES ESTÁTICOS	
		
<p>“El principio de este sistema es recoger el viento más intenso, mediante una torre que se coloca en la altura suficiente del edificio e introducirlo en espacio interior. El aire se conduce hacia interior mediante conductos. Este sistema es muy útil para climas cálidos” (Mercon M. , 2008).</p>	<p>“Uno de los sistemas que generan el movimiento de aire son aspiradores estáticos, que se colocan en las cubiertas, en partes inferiores de salida de aire, que esfuerzan la extracción de aire del ambiente interior” (Mercon M. , 2008).</p>	

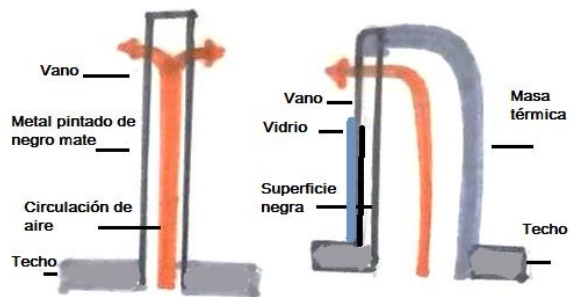
SEMIDIRECTA

ENFRIAMIENTO RADIANTE



“Para que un patio funcione de la manera más eficaz es conveniente que dentro del mismo se cultiven plantas e incluso haya una pequeña fuente o estanque”(Miliarium, 2011) (ver pág. 128).

CHIMENEA SOLAR



“El efecto de tiro térmico (movimiento del aire por diferencia de presión y temperatura). El aire caliente tiende a subir y su vacío se ocupa por aire que sale del edificio” (bibliocad, s.f.) (ver pág. 136).

INDIRECTA

ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO



Incorporación de fuentes y vegetación en patios interiores. Los patios están sombreados la mayor parte del día, permitiendo el enfriamiento radiactivo y convectivo durante la noche (ver pág. 138).

SUR - ESTE



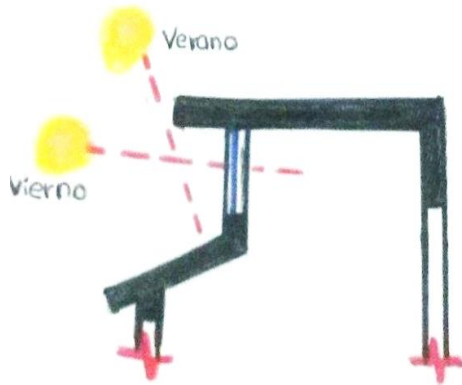
La correcta orientación de la vivienda en el sector, interviene de manera directa en el interior de ella, así que para el estudio de la cocina, debe ser orientada en la dirección Sur – Este puesto que requiere ventilación la mayor parte de tiempo (ver pag.117).

Cuadro 19. Resultados del confort Lumínico en el cantón Santa Isabel.

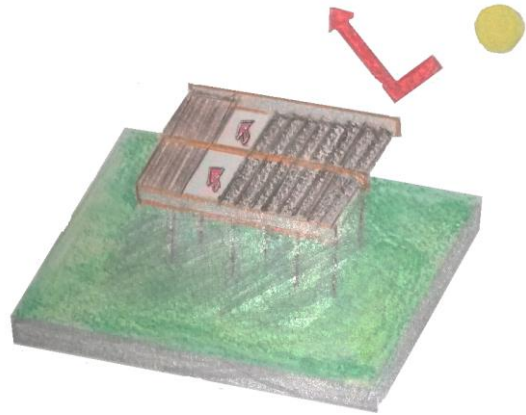
CONFORT LUMÍNICO	Se refiere a la percepción a través del sentido de la vista, tanto para el diseño de viviendas como la estabilidad de la persona, por ende se establece las siguientes recomendaciones:	
	ESTRATEGIAS PASIVAS	ESTRATEGIAS ACTIVAS
	DIRECTA	
	FORMA DE LA VIVIENDA PARA CRITERIOS DE ILUMINACIÓN	CORTASOLES
		
	<p>Para un correcto análisis de iluminación aplicar la siguiente ecuación: (ver pág. 61).</p> $X = \frac{h-2}{\text{Tg } 25^\circ}$	<p>En cuanto al sentido de las celosías, por lo general, se recomienda utilizar celosías verticales para las orientaciones este-oeste (ver pág. 157) “Con ellos es posible limitar la penetración solar directa; desde el punto de vista térmico detienen la radiación solar antes de que alcance el vidrio” (slidershare, s.f.) (ver pág. 157).</p>
PENETRACIÓN DE LA LUZ	PENETRACIÓN DE LA LUZ	
		
<p>“Alinear la ventana a cualquier muro divisorio: ayudará a maximizar la luz contribuyendo a obtener una iluminación más uniforme” (slidershare, s.f.) (ver pág. 161).</p>	<p>“Ampliar el ancho de la ventana de pared a pared: los muros adyacentes reciben una mayor cantidad de luz y actúan como fuente de luz indirecta, lográndose una mayor penetración de la luz natural” (slidershare, s.f.) (ver pág. 161).</p>	

SEMIDIRECTA

TRAGALUZ



PERGOLAS

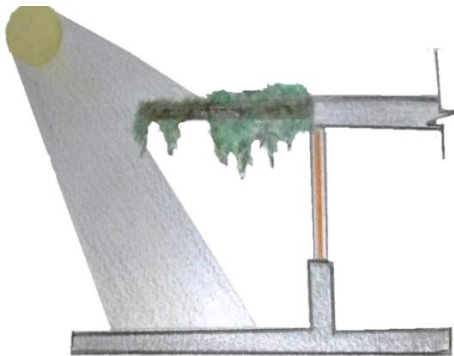


Mediante tragaluces con protección solar para verano y primavera
La incidencia del viento de manera perpendicular al volumen, se aprecia que este desvía el viento y genera una zona de sombra en la parte posterior primavera (ver pág. 146).

“La disposición de elementos de sombreado, como voladizos, toldos, persianas, porches, etc. también podrán evitar ganancias de calor, y si se disponen bien, ni siquiera colocar aire acondicionado.” (2D ARQUITECTURA)
Los materiales son factores determinantes en el buen comportamiento frente al confort del edificio.

INDIRECTA

PROTECCION SOLAR



FOCOS INCANDESCENTES



“Los aleros horizontales exteriores fijos consisten en un plano horizontal sobre la ventana que permite en verano detener la radiación solar directa (cuando el sol está alto) y obtener las ganancias solares en invierno (cuando el sol está bajo)” (Chile, 2012) (ver pág. 156).

Sistema mecánico que ayuda a la iluminación interior y exterior para el confort de las personas.

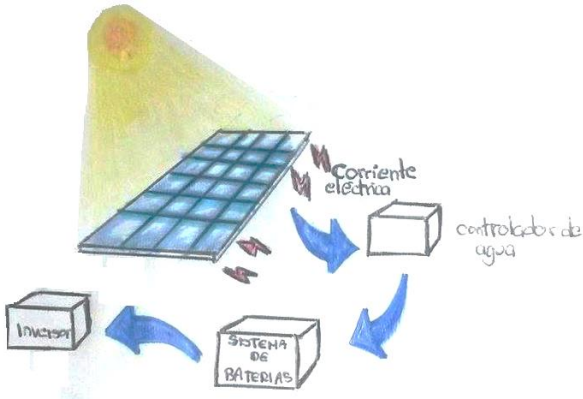
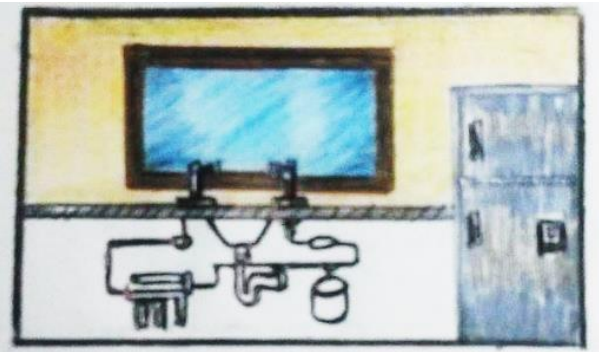
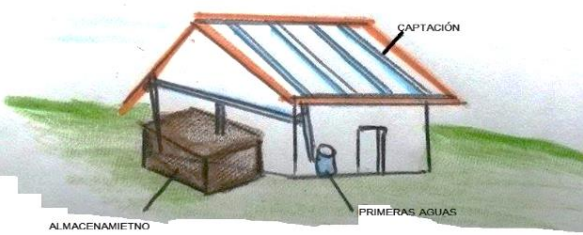
Cuadro 20. Resultados del confort acústico en el cantón Santa Isabel.

CONFORT ACÚSTICO	<p>“Se lo define al confort acústico como las sensaciones auditivas, tanto en contar con niveles sonoros adecuados, como contar con una adecuada calidad sonora”, para lo cual se trata de mitigar estos impactos con las siguientes estrategias.</p>	
	ESTRATEGIAS DE CLIMATIZACIÓN	DESCRIPCIÓN
	<p>PROTECCION SOLAR</p> 	<p>Una consideración importante es que “retienen las partículas en suspensión que arrastran los vientos entre su ramaje, las mejores pantallas son las de especies de hoja perenne tales como el abeto, el álamo negro, el cedro, el ciprés, el eucalipto, el olmo enano y el pino” (ecorresponsabilidad, 2015) (ver pág. 167)</p>
	<p>VIDRIO ACÚSTICO</p> 	<p>“Es un acristalamiento que está formado por 2 o más capas de vidrios, separados entre sí por una cámara de aire elaborada con un perfil separado.”</p> <p>“Exterior: todo tipo de cerramientos, ventanas, puertas, divisiones y ventanería (systemconst, s.f.)</p> <p>Interior: barandillas, huecos de ascensores, áreas acristaladas, suelos de vidrio, mamparas, paneles acústicos” (indusvít, 2015)</p>
<p>USO DE MATERIALES AISLANTES</p> 	<p>“Consideramos a un material como aislante acústico cuando tiene la propiedad de ser absorbente sonoro, ya que posee un elevado coeficiente de absorción acústica en todo o en parte del espectro de frecuencias de sonidos audibles por el ser humano, que van en un rango desde los 20 Hz hasta los 20 KHz” (Repositorio Digital, 2013)</p>	

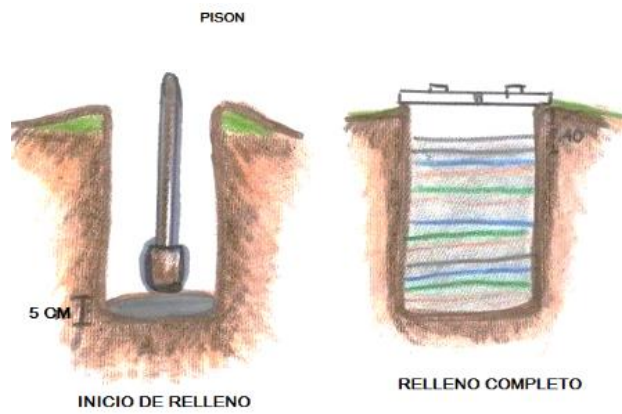
Cuadro 21. Resultados del confort olfativo en el cantón Santa Isabel.

CONFORT OLFATIVO	<p>“Hace referencia a la utilización de olores agradables con el fin de producir una cierta sensación psicológica en el individuo.” (Arquitectura Bioclimática, s.f.).</p>	
	ESTRATEGIAS DE CLIMATIZACIÓN	DESCRIPCIÓN
	<p>VENTILACIÓN COMO ELIMINACION DE MALOS OLORES</p> 	<p>Al crear ductos por debajo de la vivienda se genera una ventilación lo cual beneficia al ingreso de aire fresco generando así una ventilación y un control de olor para la vivienda.</p>
	<p>EXTRACTOR DE OLORES</p> 	<p>“Se la denomina también campana extractora, es un aparato electrodoméstico de línea blanca, que tiene un ventilador (extractor) inserto en la carcasa; se coloca encima de la cocina, un elemento sencillo para la eliminación de malos olores en la vivienda” (Wikipedia, 2016).</p>
<p>VEGETACIÓN COMO SISTEMA DE DEPURACIÓN</p> 	<p>“Su funcionamiento se basa en los procesos biológicos, que se desarrolla en el movimiento del agua a través de un medio filtrante (ver pág. 172). Las fito-depuradoras utilizan un proceso de tratamiento de agua mediante vegetación, sin consumo energético y con bajo mantenimiento” (4-construction, s.f.)</p>	

Cuadro 22. Resultados del manejo y control de agua, control de energía en el cantón Santa Isabel.

MANEJO Y CONTROL DE AGUA , CONTROL DE ENERGÍA	Tratan de generar una eficiencia energética a través de recursos mecánicos que ayudan al confort en la vivienda	
	ESTRATEGIAS DE CLIMATIZACIÓN	DESCRIPCIÓN
	<p>GENERACIÓN FOTOVOLTAICA</p>  <p>El diagrama ilustra un sistema de energía solar. Un panel solar recibe radiación solar (representada por un cono de luz amarilla) y genera corriente eléctrica (flechas rojas). Esta corriente fluye a un controlador de agua (caja blanca con 'controlador de agua' escrito). Desde allí, la energía pasa a un inversor (caja blanca con 'Inversor' escrito) y luego a un sistema de baterías (caja blanca con 'SISTEMA DE BATERIAS' escrito).</p>	<p>“Es la transformación de la radiación solar en electricidad a través de paneles, celdas, conductores o módulos fotovoltaicos” (buenas tareas, 2014) (ver pág. 181).</p>
	<p>ÓSMOSIS INVERSA</p>  <p>El diagrama muestra un sistema de ósmosis inversa instalado en un baño. El agua del lavamanos fluye a través de un sistema de tuberías y filtros hacia un tanque de almacenamiento de agua limpia.</p>	<p>“Permite reutilizar las aguas grises de duchas y lavamanos, mediante el uso de tecnologías de limpieza y filtrado” (ver pág. 174).</p>
<p>CAPTACIÓN EN TECHO</p>  <p>El diagrama muestra un sistema de captación de agua de lluvia. El agua cae desde el techo (etiquetado como 'CAPTACIÓN') a través de un canal hacia un tanque de almacenamiento (etiquetado como 'ALMACENAMIENTO'). El agua almacenada es etiquetada como 'PRIMERAS AGUAS'.</p>	<p>“Gracias a la instalación de un sistema de recuperación de agua de lluvia, puede ahorrar fácilmente hasta un 50% del consumo de agua potable en su casa” (SlideShare, 2016) (ver pág. 196).</p>	

MANEJO Y CONTROL DE DESECHOS



De una manera amigable con el ambiente se debe almacenar los residuos sólidos en una fosa de tratamiento de residuos (ver pág. 200).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En síntesis tras la investigación desarrollada se generan las siguientes conclusiones:

Primera:

La temperatura media para el clima del cantón Santa Isabel oscila entre los 22° C, con muy poca discrepancia entre los meses de verano e invierno. Dos estaciones secas, la una muy marcada entre junio y septiembre, por la presencia de lluvias anuales de 814,24 mm., con una presión atmosférica de 857.12 HPa. La humedad relativa del cantón es del 72% y el cielo esta generalmente poco nublado con una nubosidad de 7/8 octas, siendo la insolación mayor a 1603.3 horas anuales, este tipo de clima se acantona en las hoyas interandinas bien abrigadas ya que dentro de los factores del clima su latitud es de 3275820°, su longitud de 79.314378°, y su altitud de 1596 msnm., hacen que se ubique en la zona ecuatorial, con ríos que cruzan al cantón y sirven como ventiladores naturales para refrescar al sector, el suelo del cantón es de tipo IV considerado un suelo arcilloso, la vegetación existente y propicia para que se de en el cantón es la caña de azúcar la palma entre otros, propicios para un clima ecuatorial meso térmico seco.

Segunda:

Con el análisis de confort para los habitantes del cantón Santa Isabel, es necesario el estudio de comodidad y bienestar tanto fisiológico como psicológico que desempeña el cuerpo humano, con el estudio del confort higrotérmico, se obtuvo un muestreo del tipo de población que habita en el lugar y se determinó un población mestiza con una altura promedio 1.70 m, aplicando los métodos de confort higrotérmico se deduce que la mayoría de los habitantes sienten calor la mayor parte del tiempo, en el análisis del confort lumínico existen lugares en donde el ingreso de luz natural no es el óptimo para la zona, en el confort lumínico se recomienda conocer el lugar a emplazar la vivienda y su entorno, en el confort olfativo se recomienda utilizar una

arquitectura de paisaje dependiendo de la proximidad a la fuente de olor, con el confort psicológico se pretende aplicar estrategias de diseño adecuado para la habitabilidad del usuario, con dichas recomendaciones se aplica para lograr un confort y una sustentabilidad al lugar.

Tercera:

Con la aplicación de las herramientas bioclimáticas se determinó las directrices para la toma de decisiones al momento de diseñar una vivienda bioclimática, con la aplicación correcta de estrategias necesarias al momento de construir, por ende con el presente estudio para el cantón Santa Isabel se concluye que es necesario un enfriamiento pasivo en la vivienda, generalmente en el día ya que por la noche alcanza los límites de confort adecuado para el lugar.

Cuarta:

Para el diseño de viviendas bioclimáticas en el cantón Santa Isabel se pretende aplicar estrategias de ventilación y enfriamiento pasivo, los cuales mantengan los rangos de confort en los usuarios, y que generen a su vez un ahorro energético siendo proyectos sostenibles y sustentables a la vez.

Conclusión general

Se genera las recomendaciones bioclimáticas relacionando el medio construido con el medio natural, para el clima ecuatorial meso térmico seco, permitiendo generar soluciones arquitectónicas, que brinden confort y bienestar a los habitantes del cantón Santa Isabel.

Recomendaciones

Se pretende sugerir tras el estudio realizado estrategias y recomendaciones que permitan a los habitantes del cantón Santa Isabel desarrollar viviendas bioclimáticas, con el fin de lograr habitabilidad y confort en los usuarios, de la siguiente manera:

Primera:

Conocer a plenitud el cambio climático del lugar elaborando un documento en donde conste las variables climatológicas del cantón Santa Isabel, con ello determinar las necesidades bioclimáticas a aplicar en el lugar; con la ayuda del GAD del cantón se recomienda elaborar un estudio meteorológico actualizado para el sector de esta manera que sirva de referencia y continuación al presente trabajo investigado.

Segunda:

Con el análisis del confort se recomienda analizar la sensación de habitabilidad y bienestar de las personas, aplicando las ecuaciones señaladas en el capítulo II a todos los habitantes del lugar que pretendan diseñar una vivienda bioclimática para lograr así una correcta aplicación técnica de diseño.

Tercera:

Se exhorta aplicar las recomendaciones bioclimáticas descritas en el capítulo III, que mediante el estudio analizado se debe seguir estos métodos de aplicación, para el desarrollo de los niveles de confort en las personas.

Cuarta:

Se recomienda seguir los diferentes métodos de ventilación y enfriamiento pasivo; mediante la metodología realizada por Víctor Armando Fuentes, regirse para próximos estudios de diseño bioclimático aplicando al cantón Santa Isabel.

BIBLIOGRAFÍA:

- Rountree, G. M. (2011). Arquitectura bioclimática. Guayaquil: Editorial de publicaciones de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Gabriel Gómez, G. B. (2007). EL CONFORT TÉRMICO: DOS ENFOQUES TEÓRICOS ENFRENTADOS. redalyc, 45-57.
- Chile, I. (2012). Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios públicos. Santiago de Chile: Impreso en Sociedad Impresora R&R Ltda.
- Gestión de la energía eléctrica generada con paneles solares. (s.f.). Obtenido de <http://virtual.cudi.edu.mx:8080/access/content/group/abe8c8c5-55bf-434d-9561->
- Vidal A, Rico H, Vásquez G, (2010). Diseño de un modelo de vivienda bioclimática y sostenible. Fase I, derechos Reservados © Copyright, El Salvador.
- Mozos, P (2009), Desarrollo, proyecto y estudio de un edificio bioclimático, Madrid. Universidad pontificia comillas.
- Barragán, E. (2014). Diseño de viviendas ambientales de bajo costo, Cuenca (Ecuador), MASKANA, Vol. 5, No. 1, 2014.
- Varios Autores (2011) Sostenibilidad Energética de la Edificación en Canarias. Manual de Diseño. Instituto Tecnológico de Canarias, 460 pp.
- El clima. (Sábado 6 de agosto de 2014). Obtenido de <http://elclimaa.blogspot.com/>
- Globedia. (10 de Mayo de 2012). Obtenido de <http://ec.globedia.com/salvar-elefantes-tagua-marfil-vegetal>
- Rubio., C. J. (s.f.). Agro notas. Obtenido de Información técnica para el campo: http://www.agronotas.es/A55CA3/Agronotas.nsf/titulo/tipos_plantaciones
- Wikipedia. (22 de Marzo de 2016). Wikipedia. Obtenido de Wikipedia :https://es.wikipedia.org/wiki/Ecuaci%C3%B3n_de_Harris-Benedict
- Hábitat. arq . (22 de 7 de 1998). Obtenido de http://habitat.aq.upm.es/ub/a003_1.html
- Aguilar, C. G. (s.f.). arquinstal. Obtenido de Clima y Arquitectura: <http://www.arquinstal.com.ar/atlas/climayarq.html>

- Hidalgo, U. M. (2007). Saber más. Obtenido de <http://www.sabermas.umich.mx/archivo/secciones->
- Agua, R. s. (s.f.). Regala salud ofrece agua. Obtenido de Osmosis inversa: <http://aguaviva.eu/blog/osmosis-inversa/>
- 09CN14-5706, P. I. (s.f.). Manual de Diseño Pasivo y eficiencia energética en edificios públicos. Santiago de Chile.
- ARQHYS. (2016). Obtenido de <http://www.arqhys.com/arquitectura/sistemas-pasivos-luz.html>
- CEI, I. C. (2005). Guía Técnica Aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios. Madrid.
- VILSSA FORMACIÓN. (s.f.). Obtenido de <http://vilssa.com/ventilacion-natural-ventilacion-cruzada>
- Waste. (s.f.). Obtenido de <http://waste.ideal.es/anagyrisfoetida.htm>
- Wikipedia. (s.f.). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81rea_de_superficie_corporal
- Networks, F. (2001-2013). Obtenido de <http://www.feedbacknetworks.com/cas/experiencia/sol-preguntar-calcular.html>
- Tu diario físico. (s.f.). Obtenido de <https://tudiariofisico.wordpress.com/category/el-sonido/>
- UNAM. (2013). Obtenido de <http://www.iingen.unam.mx/es-mx/Publicaciones/GacetaElectronica/GacetaMarzo2013/Paginas/Eliminacionbiotecnologiademalosolores.aspx>
- Ambientalistas, F. a. (s.f.). Fundación azul ambientalistas. Obtenido de Relleno sanitario: <http://www.azulambientalistas.org/rellenosanitario.html>
- Sol Arq. (s.f.). Obtenido de <http://www.sol-arq.com/index.php/ventilacion-natural/ventilacion-cruzada>
- ASOCIACIÓN PARA LA PROMOCIÓN Y EL DESARROLLO DE LA COMUNIDAD, C. (s.f.). EL LOMBRICOMPOST.

LINKOGRAFÍA

- https://es.wikipedia.org/wiki/Humedad_del_aire
- <http://www.ciclohidrologico.com/precipitacin>
- <http://www.plantasmedicinales10.com/articulo/chilca-del-campo.html>
- <http://waste.ideal.es/anagyrisfoetida.htm>
- <http://ec.globedia.com/salvar-elefantes-tagua-marfil-vegetal>
- <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/41/A.vera-suzana-1.jpg>
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bf/Dodonaea_viscosa_var_angustifolia%2C_habitus%2C_Schanskop.jpg
- <http://www.arquitectura-inocua.com/?p=1140>
- <http://www.feedbacknetworks.com/cas/experiencia/sol-preguntar-calculador.html>
- <http://www.surastronomico.com/not-561-la-vision-y-la-adaptacion-a-la-oscuridad.html>
- http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_358.pdf
- <https://es.scribd.com/doc/64489370/Aplicacion-de-Tablas-de-Mahoney>
- <http://bibliotecas.unam.mx/>
- <http://www.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/actualidad-laboral/metodofanger-o-de-indice-pmd-ppd/>
- <http://www.casasrestauradas.com/diseño-de-una-vivienda-sostenible-situación-y-orientación/>
- <http://www.urbanarbolismo.es/blog/10-formas-de-integrar-la-vegetación-en-arquitectura/>
- <http://www.sol-arq.com/index.php/ventilación-natural/ventilación-cruzada>
- <http://vilssa.com/ventilación-natural-ventilación-cruzada>
- <http://es.slideshare.net/saser3000/ventilación-cruzada>
- <https://www.unila.edu.br/sites/default/files/files/18%20-%20Modelo%20de%20ventilaci%C3%B3n%20inducida%20para%20la%20vivienda%20en%20clima%20c%C3%A1lido%20h%C3%BAmedo%20sistema%20chimenea%20sol-ar.pdf>
- <http://www.arqhys.com/arquitectura/sistemas-pasivos-luz.html>
- http://arquitectura.mop.cl/centrodokumental/Documents/Manual-de-diseño-pasivo-y-eficiencia-energetica-en-edif%20Publicos_Parte2.pdf
- <http://www.sol-arq.com/index.php/factores-ambientales/temperatura>
- http://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/1697/0241_Covarrubias.pdf?sequence=1
- <http://www.sol-arq.com/index.php/modelos-confort/modelos-simples>
- <https://pedrojherandez.com/2014/03/03/diagrama-bioclimatico-de-olgyay/>
- <https://prezi.com/jqpmnzlz7d8q/sistemas-pasivos-de-climatización/>
- <http://www.fau.ucv.ve/idec/racionalidad/Paginas/Manualventanas.html>
- <http://abioclimatica.blogspot.com/>
- http://habitat.aq.upm.es/ub/a003_1.html
- <http://phi-nitoarquitecturabiologica.blogspot.com/2009/01/jardin-vertical.html>
- <http://www.iingen.unam.mx/es-mx/Publicaciones/GacetaElectronica/GacetaMarzo2013/Paginas/Eliminacionbiotecnologiacademalosoalores.aspx>

- <http://www.urbanarbolismo.es/blog/10-formas-de-integrar-la-vegetacion-en-arquitectura/>
- <http://www.terra.org/categorias/articulos/refrigeracion-ecologica>
- http://virtual.cudi.edu.mx:8080/access/content/group/abe8c8c5-55bf-434d-9561-135cb8546df8/2011_10_25/roberto_morales.pdf
- http://www.probicosl.com/index.php?option=com_content&view=article&id=176:arquitectura-solar-el-invernadero&catid=24:arquitectura-bioclimatica&Itemid=146&lang=es
- <http://trip-ecuador.com/es/blog/9-climas-del-ecuador>
- <http://ogordillo.blogspot.com/2008/09/ecologia-para-estudiantes-de-turismo.html>
- <http://moondoreyes.com/M5.58.html>
- <http://www.sabermas.umich.mx/archivo/secciones-antteriores/tecnologia/133-numero-17/268-paneles-solares-generadores-de-energia-electrica.html>
- <http://www.cener.com/documentacion/zaragoza2008.pdf>
- <http://hidropluviales.com/captacion-agua-de-lluvia/>
- <http://verosanort.blogspot.com/2008/04/captacion-de-aguas-pluviales.html>
- <http://www.bvsde.paho.org/bvsasv/fulltext/hogar/tema4.pdf>
- <http://www.disaster-info.net/desplazados/documentos/saneamiento01/2/dispsanbasuras.htm>

ANEXOS

ANEXO I

RADIACIÓN SOLAR

RADIACIÓN MÁXIMA DIRECTA	W/m ²	550,1	605,0	672,0	650,0	662,0	553,0	574,0	610,0	632,0	605,0	585,0	560,0	604,8
RADIACIÓN MÁXIMA DIFUSA	W/m ²	160,0	172,0	195,0	182,0	201,0	215,0	225,0	233,0	246,0	232,0	210,0	186,0	204,8
RADIACIÓN MÁXIMA TOTAL	W/m ²	680,0	792,0	853,0	845,0	867,0	789,0	801,0	815,0	826,0	806,0	795,0	705,0	797,8
INSOLACIÓN TOTAL	hr	333,0	310,0	302,0	290,0	285,0	291,0	315,0	350,0	355,0	360,0	350,0	343,0	3.884,0

FENOMENOS ESPECIALES

LLUVIA APRECIABLE	días	20,0	21,0	22,0	20,0	15,0	11,0	10,0	10,0	12,0	16,0	13,0	10,0	180,0
LLUVIA INAPRECIABLE	días	1,4	1,6	2,0	2,7	5,2	3,2	4,9	4,0	4,1	3,4	1,7	1,7	36,0
DÍAS DESPEJADOS	días													0,0
MEDIO NUBLADOS	días													0,0
DÍAS NUBLADOS	días	7	7	7	7	6	6	5	5	5	6	6	7	74,7
DÍAS CON ROCÍO	días	8,0	3,5	5,3	5,5	7,0	6,7	7,8	9,3	6,4	8,4	11,6	10,4	89,8
DÍAS CON GRANIZO	días	1,4	1,1	1,0	1,8	3,4	4,4	6,1	5,3	3,9	2,2	1,5	0,8	32,9
DÍAS CON HELADAS	días	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3
DÍAS CON TORM. ELÉCTRICA	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DÍAS CON NIEBLA	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DÍAS CON NEVADA	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
VISIBILIDAD DOMINANTE	días	5	5	5	7	7	7	5	5	5	5	5	7	5

VIENTO

DIRECCIÓN DOMINANTE		S	SW	S	SW	SW	SW	S	SW	N	S	S	S	SO
CALMAS	%	3,0	3,3	4,8	9,5	10,7	9,1	9,8	8,8	9,2	8,6	7,0	7,3	7,6
VELOCIDAD MEDIA	m/s	6,0	5,2	6,0	6,0	4,3	6,4	6,8	5,9	5,9	6,4	6,5	5,2	5,9
VELOCIDAD MÁXIMA	m/s													
MÁXIMO DIARIO	m/s	2,9	3,3	3,5	3,7	3,1	3,1	3,0	3,1	3,1	3,0	2,7	2,8	3,1

ANEXO II

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN



ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA		Encuestas dirigida a los habitantes del cantón Santa Isabel	
RECOMENDACIONES BIOCLIMÁTICAS PARA EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR EN EL CLIMA ECUATORIAL MESOTÉRMICO SECO, UBICADO EN EL CANTÓN SANTA ISABEL, PROVINCIA DEL AZUAY.			
<i>Instrucciones: Sr/a. encuestado/a sírvase contestar las siguientes preguntas con la mayor precisión posible que tiene como objetivo obtener información sobre los horarios de utilización de los espacios en la vivienda y el balance térmico de sus habitantes</i>			
DATOS GENERALES			
Nombre:.....			
Edad:	Sexo: M <input type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/>	Fecha: Sábado, 14 de Mayo del 2016
<i>Sr./Srta. encuestador/a marque con una x la opción escogida/</i>			
- MATERIALES			
1.- Como considera usted que es la temperatura en el interior de su vivienda es:		2.- De cuantos miembros está integrada su familia:	
Fria <input type="checkbox"/>		1 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Cálido <input type="checkbox"/>		2 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
Templado <input type="checkbox"/>			5 <input type="checkbox"/>
			otros <input type="checkbox"/>
3. Su vivienda cuenta con los siguientes espacios:			
Sala <input type="checkbox"/>	Comedor <input type="checkbox"/>	Estudio <input type="checkbox"/>	
Cocina <input type="checkbox"/>	Dormitorio <input type="checkbox"/>	Desayunador <input type="checkbox"/>	
4. En que horarios frecuentemente utiliza su cocina:			
06:00 a 08:00 <input type="checkbox"/>	10:00 a 12:00 <input type="checkbox"/>	14:00 a 16:00 <input type="checkbox"/>	
08:00 a 10:00 <input type="checkbox"/>	12:00 a 14:00 <input type="checkbox"/>	16:00 a 18:00 <input type="checkbox"/>	
18:00 a 20:00 <input type="checkbox"/>	20:00 a 22:00 <input type="checkbox"/>	22:00 a 24:00 <input type="checkbox"/>	
5. En que horarios frecuentemente utiliza su comedor:			
06:00 a 08:00 <input type="checkbox"/>	10:00 a 12:00 <input type="checkbox"/>	14:00 a 16:00 <input type="checkbox"/>	
08:00 a 10:00 <input type="checkbox"/>	12:00 a 14:00 <input type="checkbox"/>	16:00 a 18:00 <input type="checkbox"/>	
18:00 a 20:00 <input type="checkbox"/>	20:00 a 22:00 <input type="checkbox"/>	22:00 a 24:00 <input type="checkbox"/>	
6. En un día común a qué hora utiliza la sala?			
06:00 a 08:00 <input type="checkbox"/>	10:00 a 12:00 <input type="checkbox"/>	14:00 a 16:00 <input type="checkbox"/>	
08:00 a 10:00 <input type="checkbox"/>	12:00 a 14:00 <input type="checkbox"/>	16:00 a 18:00 <input type="checkbox"/>	
18:00 a 20:00 <input type="checkbox"/>	20:00 a 22:00 <input type="checkbox"/>	22:00 a 24:00 <input type="checkbox"/>	
7. Habitualmente a qué hora hacen uso de la habitación en su hogar?			
18:00 en adelante <input type="checkbox"/>	21:00 en adelante <input type="checkbox"/>		
19:00 en adelante <input type="checkbox"/>	22:00 en adelante <input type="checkbox"/>		
20:00 en adelante <input type="checkbox"/>	23:00 en adelante <input type="checkbox"/>		
8. En que horarios frecuentemente utiliza su estudio:			
06:00 a 08:00 <input type="checkbox"/>	10:00 a 12:00 <input type="checkbox"/>	14:00 a 16:00 <input type="checkbox"/>	
08:00 a 10:00 <input type="checkbox"/>	12:00 a 14:00 <input type="checkbox"/>	16:00 a 18:00 <input type="checkbox"/>	
18:00 a 20:00 <input type="checkbox"/>	20:00 a 22:00 <input type="checkbox"/>	22:00 a 24:00 <input type="checkbox"/>	

ANEXO III

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN



ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Encuestas dirigida a los habitantes del cantón Santa Isabel

RECOMENDACIONES BIOCLIMÁTICAS PARA EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR EN EL CLIMA ECUATORIAL MESOTÉRMICO SECO, UBICADO EN EL CANTÓN SANTA ISABEL, PROVINCIA DEL AZUAY

Instrucciones: Sr/a encuestador/a sírvase contestar las siguientes preguntas con la mayor precisión posible que tiene como objetivo obtener información sobre los horarios de utilización de los espacios en la vivienda y el balance térmico de sus habitantes

DATOS GENERALES

Nombre: Yolanda Osorioz Brito

Edad: 50

Sexo: M F

Fecha: Sábado, 14 de Mayo del 2016

Sr./Srta. encuestador/a marque con una x la opción escogida/

- MATERIALES

1.- Como considera usted que es la temperatura en el interior de su vivienda es:

Fria
 Calido
 Templado

2.- De cuantos miembros está integrada su familia:

1 3 5
 2 4 otros

3. Su vivienda cuenta con los siguientes espacios:

Sala Comedor Estudio
 Cocina Dormitorio Desayunador

4. En que horarios frecuentemente utiliza su cocina:

06:00 a 08:00 10:00 a 12:00 14:00 a 16:00
 08:00 a 10:00 12:00 a 14:00 16:00 a 18:00
 18:00 a 20:00 20:00 a 22:00 22:00 a 24:00

5. En que horarios frecuentemente utiliza su comedor:

06:00 a 08:00 10:00 a 12:00 14:00 a 16:00
 08:00 a 10:00 12:00 a 14:00 16:00 a 18:00
 18:00 a 20:00 20:00 a 22:00 22:00 a 24:00

6. En un día común a qué hora utiliza la sala?

06:00 a 08:00 10:00 a 12:00 14:00 a 16:00
 08:00 a 10:00 12:00 a 14:00 16:00 a 18:00
 18:00 a 20:00 20:00 a 22:00 22:00 a 24:00

7. Habitualmente a qué hora hacen uso de la habitación en su hogar?

18:00 en adelante 21:00 en adelante
 19:00 en adelante 22:00 en adelante
 20:00 en adelante 23:00 en adelante

8. En que horarios frecuentemente utiliza su estudio:

06:00 a 08:00 10:00 a 12:00 14:00 a 16:00
 08:00 a 10:00 12:00 a 14:00 16:00 a 18:00
 18:00 a 20:00 20:00 a 22:00 22:00 a 24:00

ANEXO IV

CAP.:	Autor: <u>Murillo Ponce, Gabriel</u>	Título: <u>Métodos de análisis de confort</u>	Pag.: <u>92</u>	FICHA
#	Obra: <u>Arquitectura Bioclimática</u>	Tema: <u>Confort</u>		No
	Contenido: <u>Métodos de análisis del confort</u>	Fecha: <u>02 de Abril</u>		1

FICHA NEMOTÉCNICA

Existen dos enfoques teóricos, cada uno con fortalezas y debilidades: el enfoque cuantitativo o de aproximación racional y el enfoque cualitativo o de adaptación, a los que pertenecen los diferentes modelos o índices térmicos.

Plantel: Universidad Católica de Cuenca
 Alumno: Santiago Zúñiga
 Asignatura: _____ Esp.: _____

Curso: _____
 Sección: _____
 N° de Orden: _____

Biblioteca: _____
 Lugar y Fecha: _____

Autor: MURILLO, Gabriel

Año: 2011

N° 3

Título: Arquitectura bioclimática

Ciudad: Guayaquil, Ecuador

- Balace térmico del cuerpo humano. 82-84
- Aclimatación, Métodos de análisis de Confort Climático 91-109
- Estrategias de diseño de Iluminación natural, sistemas de diseño de Iluminación natural. 279-295.

Lugar: Santa Isabel, Azuay

Sector: Sol y Agua

Fecha: 12 de Marzo del 2016

Nombre: Santiago Zhenia

Título: Análisis de Vegetación.

Descripción:

Caña de Azúcar: Utilizada para productos con lo que se produce panela, miel, licor propio para el turismo y economía del sector.

Penco. Parecido a la sábila, produce en suelos áridos

Palma. Utilizado para la decoración, y sombra.

Firma:

