



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE ARQUITECTURA

RECOMENDACIONES BIOCLIMÁTICAS PARA EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR EN EL CLIMA ECUATORIAL DE ALTA MONTAÑA, UBICADO EN EL CANTÓN CHORDELEG, PROVINCIA DEL AZUAY.

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PREVIO
A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTO

AUTOR:

ANDRÉS SANTIAGO LAZO TIGRE

DIRECTOR:

ARQ. MARCO BENIGNO AVILA CALLE

2016

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
CARRERA DE ARQUITECTURA

**RECOMENDACIONES BIOCLIMÁTICAS PARA
EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE VIVIENDA
UNIFAMILIAR EN EL CLIMA ECUATORIAL DE
ALTA MONTAÑA, UBICADO EN EL CANTÓN
CHORDELEG, PROVINCIA DEL AZUAY.**

DIRECTOR: ARQ. MARCO BENIGNO AVILA CALLE
AUTOR: ANDRÉS SANTIAGO LAZO TIGRE

2016



DECLARACIÓN

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

Andrés Santiago Lazo Tigre

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Andrés Santiago Lazo Tigre, bajo mi supervisión.

Arq. Marco Benigno Ávila Calle

DERECHOS DE AUTOR

Yo, Andrés Santiago Lazo Tigre con cédula de ciudadanía 0104629506 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

Andrés Santiago Lazo Tigre

c.c. 0104629506

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a toda mi familia especialmente a mis padres Italo y Rosa que gracias a su apoyo, ánimo, ayuda económica y confianza hoy puedo ser un profesional, a mis hermanos Xavier y Pamela, a mi esposa Katherine y al pequeño fruto de nuestro amor que viene en camino, quienes con su amor y cariño iluminan mi vida.

A la venerada memoria de mi abuelita Mariana.

Andrés Lazo T.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por permitirme ser útil y culminar un sueño más, a la Universidad Católica de Cuenca por permitirme ser un profesional, al Arq. Marco Avila por toda su colaboración en todo este largo proceso de asesoramiento para el presente trabajo de investigación, a mis compañeros y amigos incondicionales; Byron, César, Lilia, Hortensia, Nube y Cristian, que gracias a su apoyo, puedo terminar una meta más en mi vida y a todo el cuerpo docente y administrativo de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción.

Andrés Lazo T.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	XXII
ANTECEDENTES	XXIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	XXIII
OBJETIVOS	XXIV
JUSTIFICACIÓN	XXV
ALCANCES	XXVI
METODOLOGÍA	XXVI
BASES TEÓRICAS	XXII

CAPITULO 1. EL CLIMA

1.1.Introducción.....	33
1.2.Elementos y Factores del clima.....	33
1.2.1.Factores del clima en Ecuador.....	34
1.2.2.Elementos del clima en Ecuador.....	37
1.3. Clasificación Climática.....	38
1.3.1.Clasificación Climática de köppen.....	38
1.3.2.Clasificación Climática de Morillón.....	44
1.3.3.Clasificación Climática de Pourrut (INAMHI).....	48
1.4.Análisis Comparativo para el clima Ecuatorial de Alta Montaña en el Cantón Chordeleg.....	51
1.5.Conceptualización del clima Ecuatorial de Alta Montaña.....	53
1.6.Análisis de Elementos para el Clima Ecuatorial de Alta Montaña.....	53
1.6.1.Temperatura.....	55
1.6.2.Presión Atmosférica.....	57
1.6.3.Vientos.....	57
1.6.4.Humedad.....	60
1.6.5.Precipitación pluvial.....	61
1.6.6.Nubosidad.....	64
1.6.7.Radiación solar.....	65
1.7.Análisis de Factores para el clima Ecuatorial de Alta Montaña.....	67

1.7.1. Altitud.....	67
1.7.2. Longitud.....	68
1.7.3. Latitud.....	69
1.7.4. Orografía.....	70
1.7.5. Tipo de Suelo.....	73
1.7.6. Agua.....	74
1.7.7. Vegetación.....	75
1.8. Resultados capítulo clima.....	76
1.9. Conclusiones.....	78

CAPÍTULO 2. CONFORT

2.1. Introducción.....	81
2.2. Confort Higo – Térmico.....	82
2.2.1. Mecanismos de regulación térmica o Termorregulación.....	83
2.2.2. Variables Independientes que influyen en el confort térmico.....	86
2.2.2.1. Factores físicos o climáticos.....	86
2.2.2.1.1. <i>Temperatura del aire.</i>	86
2.2.2.1.2. <i>Radiación.</i>	86
2.2.2.1.3. <i>Humedad del aire.</i>	87
2.2.2.1.4. <i>Movimiento del aire.</i>	87
2.2.2.2. Factores individuales.....	88
2.2.2.2.1. <i>Vestimenta.</i>	88
2.2.2.2.2. <i>Edad.</i>	88
2.2.2.2.3. <i>Capacidad física.</i>	89
2.2.2.2.4. <i>Forma y dimensiones corporales.</i>	89
2.2.2.2.5. <i>Grasa subcutánea.</i>	89
2.2.2.2.6. <i>Alimentos y bebidas.</i>	89
2.2.2.2.7. <i>Etnicidad.</i>	90
2.2.2.2.8. <i>Estado de salud.</i>	90
2.2.2.2.9. <i>Aclimatación.</i>	90
2.2.3. Balance Térmico del Cuerpo Humano.....	91
2.2.3.1. Metabolismo (M).....	92

2.2.3.2. Radiación (R).....	94
2.2.3.3. La convección (Cv).....	97
2.2.3.4. La conducción (Cd).....	98
2.2.3.5. La evaporación (E).....	102
2.2.4. Modelos de confort térmico.....	103
2.2.5. Esquema de mecanismos de adaptación al clima.	104
2.2.6. Relación entre los factores de balance térmico y las variables independientes que influyen en el confort.....	104
2.2.7. Balance térmico aplicado a la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.....	105
2.2.8. Cálculo de la Muestra.	106
2.2.8.1. Cálculo.	107
2.2.9. Modelo de encuesta.	108
2.2.10. Tabulación de las encuestas.....	108
2.2.11. Balance Térmico de los miembros familiares de la Parroquia Principal.....	115
2.2.12. Confort y bienestar de los usuarios mediante el confort higro térmico.....	119
2.3. Confort lumínico.....	121
2.3.1. Calidad de luz.	122
2.3.2. Cantidad de luz.	123
2.3.3. Parámetros del confort lumínico.....	124
2.3.3.1. Intensidad Luminosa.	124
2.3.3.2. Iluminancia.	124
2.3.3.3. Luminancia.	125
2.3.3.4. Contraste y Deslumbramiento.....	126
2.3.3.5. Color de la luz.....	126
2.4. Confort acústico.....	129
2.4.1. Efectos del ruido.....	131
2.4.1.1. Interferencia en la comunicación.	131
2.4.1.2. Pérdida de la audición.	131
2.4.1.3. Perturbación del sueño.	131
2.4.1.4. Estrés.....	132
2.4.1.5. Efectos en el rendimiento.....	132
2.4.1.6. Problemas psicológicos.....	132
2.4.2. Parámetros del confort acústico.....	132

2.4.2.1. Tono.....	133
2.4.2.2. Presión sonora (p).....	133
2.4.2.3. Intensidad acústica.....	133
2.4.2.4. Tipos de ruido.....	134
2.4.2.5. Fuentes de ruido externas.....	135
2.4.2.6. Fuentes de ruido internas.....	135
2.4.3. Decibelio (dB).....	135
2.4.3.1. Decibelio ponderado A (dBA).....	136
2.5. Confort Olfativo.....	138
2.5.1. Principales fuentes contaminantes de olores.....	139
2.5.2. Características de un olor.....	140
2.5.2.1. Intensidad del olor.....	140
2.5.2.2. La calidad del olor.....	141
2.5.2.3. Aceptabilidad o tono edónico de un olor.....	141
2.5.2.4. Umbral de olor.....	142
2.6. Confort Psicológico.....	144
2.6.1. La psicología del color.....	145
2.7. Parámetros de Confort.....	147
2.8. Resultados de Confort.....	149
2.9. Conclusiones.....	150

CAPÍTULO 3. HERRAMIENTAS BIOCLIMÁTICAS

3.1. Introducción.....	152
3.2. Métodos de Análisis del Confort Climático.....	152
3.3. Enfoque Cuantitativo.....	153
3.3.1. Carta Bioclimática.....	154
3.3.1.1. Carta Bioclimática de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.....	157
3.3.2. Carta Psicrométrica.....	157
3.3.2.1. Carta Psicrométrica de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.....	161
3.3.3. Triángulo de Confort.....	162
3.3.3.1. Triángulo de Confort de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.....	164

3.3.4. Método Mahoney.....	165
3.3.4.1. Método de Mahoney en la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.....	166
3.3.5. Temperatura Efectiva Corregida (TEC).....	169
3.3.5.1. Temperatura Efectiva Corregida en el Cantón Chordeleg.....	171
3.3.6. Índice de Fanger o Índice PMV.....	171
3.3.6.1. Índice PMV en la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.....	174
3.3.7. Índice de Temperatura Operativa.....	175
3.3.8. Sensación Térmica e Índice de Confort.....	176
3.3.8.1. Temperatura aparente (Ta).....	177
3.3.8.2. Temperatura efectiva (Te).....	177
3.3.8.3. Humidex.....	178
3.4. Enfoque cualitativo.....	179
3.4.1. Modelos de Adaptación o Confort Adaptable.....	180
3.4.1.1. Confort Adaptable en la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.....	183
3.5. Resumen de Estrategias.....	183
3.6. Conclusiones.....	185

CAPÍTULO 4. ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO

4.1. Introducción.....	187
4.2. Sistemas Pasivos de climatización.....	188
4.3. Estrategias básicas de climatización pasiva.....	189
4.4. Sistemas de Calentamiento Solar Pasivo.....	191
4.4.1. Sistema de captación directa.....	191
4.4.2. Sistema de captación semi – directo.....	192
4.4.3. Sistema de captación indirecto.	193
4.4.3.1. Muro acumulador térmico/ Muro invernadero.	194
4.4.3.2. Muro Trombe.....	194
4.5. Parámetros que intervienen en el calentamiento solar pasivo.....	196
4.5.1. Orientación.	196
4.5.2. Geometría exterior e interior.	198
4.5.3. Comportamiento de la masa del edificio: Inercia Térmica.....	201
4.5.3.1. Enterramiento Total o Parcial del Edificio.	201

4.5.3.2. Cubierta Piscina.	202
4.5.3.3. Cubiertas Vegetales.	203
4.5.4. La envolvente del edificio: Aislamiento y Reflectividad.	205
4.5.4.1. Aislamiento.	206
4.5.4.1.1. Aislamiento en Muros.	210
4.5.4.1.2. Aislamiento en Cubiertas.	210
4.5.4.1.3. Aislamiento en pisos.	212
4.5.4.2. Reflectividad.	212
4.5.5. Obstáculos Externos: La Vegetación.	214
4.5.5.1. Beneficios del uso de la Vegetación.	214
4.5.5.2. Vegetación de hoja caduca.	216
4.6. Sistemas pasivos de iluminación natural.	218
4.6.1. Estrategias de diseño de iluminación natural.	218
4.6.2. Sistemas de Iluminación Natural.	220
4.6.2.1. Aberturas laterales sobre el plano vertical.	221
4.6.2.1.1. Ventanas.	221
4.6.2.1.2. Repisas de luz.	224
4.6.2.1.3. Louvers reflectivos.	224
4.6.2.1.4. Prismas.	225
4.6.2.2. Aberturas Cenitales.	226
4.6.2.2.1. Lucernarios (tragaluces horizontales).	226
4.6.2.2.2. Losas translucidas.	227
4.6.2.2.3. Atrios.	227
4.6.2.2.4. Pozos de luz.	228
4.6.2.2.5. Conductos de sol.	229
4.6.2.2.6. Patios interiores.	230
4.6.2.3. Aberturas Verticales sobre el Plano Horizontal.	230
4.6.2.3.1. Cubiertas diente de sierra (tragaluces verticales).	230
4.6.2.3.2. Lucernarios de cuerpo elevado.	231
4.6.2.3.3. Cúpulas.	231
4.6.3. Luz exterior reflejada.	232
4.7. Sistemas pasivos para el control de ruidos.	233
4.7.1. Clasificación de las técnicas de control de ruido.	233

4.7.1.1. Reducción del ruido en la fuente:	233
4.7.1.2. Control del ruido en el medio transmisor.	233
4.7.1.3. Medidas protectoras contra el ruido en el receptor.	234
4.7.2. Procedimientos pasivos.	234
4.7.2.1. Reducción del ruido en el medio de propagación.	234
4.7.3. Protección contra ruidos.	235
4.8. Sistemas pasivos para el control de olores y residuos.....	236
4.9. Sistemas activos de climatización.....	237
4.9.1. Tipos de Sistemas.	238
4.9.2. Vulnerabilidad de los sistemas.	239
4.9.3. Guía de proyecto de afuera hacia adentro.	240
4.9.4. Bombas de calor geotérmicas.	241
4.9.5. Bombas de calor sin conductos de distribución.....	242
4.9.6. Sistemas de calentadores.	243
4.9.7. Sistemas de estufas.	243
4.9.8. Sistemas combinados.....	243
4.9.9. Sistemas con biomasa.	244
4.10. Sistemas activos de generación y control de la energía.....	245
4.10.1. Energía solar.	246
4.10.1.1. Sistemas solares fotovoltaicos.	246
4.10.1.2. Sistemas solares térmicos.	247
4.10.2. Energía eólica.	248
4.11. Sistemas activos manejo y control del agua.....	250
4.11.1. Reducir el consumo.	250
4.11.2. Agua caliente sanitaria.....	251
4.11.3. Reciclaje de agua y calor.	252
4.11.4. Recuperación de la condensación.....	252
4.11.5. Recogida de aguas pluviales.....	252
4.11.6. Separación de aguas negras y grises.....	254
4.11.7. Tratamiento de aguas residuales: aguas grises.	255
4.11.8. Tratamiento de aguas negras.	255
4.12. Sistemas activos manejo de desechos líquidos y sólidos.....	255
4.12.1. Incineración.	256

4.12.2. Compostación.....	256
4.12.3. Lombricompost.....	257
4.12.4. Uso constructivo y transformación.....	257
4.12.5. Disposición final.....	258
4.12.6. Relleno sanitario.....	258
4.13. Resumen de estrategias de diseño bioclimático.....	259
4.14. Resultados.....	265
4.15. Recomendaciones bioclimáticas para el diseño de vivienda en el clima ecuatorial de alta montaña ubicado en la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.....	278
4.16. Conclusiones.....	290
4.17. Recomendaciones.....	292

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Grupo A. Clasificación Climática de Köppen.....	39
Cuadro 2. Grupo B. Clasificación Climática de Köppen.....	40
Cuadro 3. Grupo C. Clasificación Climática de Köppen.....	42
Cuadro 4. Grupo D. Clasificación Climática de Köppen.....	43
Cuadro 5. Grupo E. Clasificación Climática de Köppen.....	44
Cuadro 6. Descripción del bioclima cálido seco.....	45
Cuadro 7. Descripción del bioclima cálido semihúmedo.....	45
Cuadro 8. Descripción del bioclima cálido húmedo.....	46
Cuadro 9. Descripción del bioclima templado húmedo.....	46
Cuadro 10. Descripción del bioclima templado.....	47
Cuadro 11. Descripción del bioclima templado seco.....	47
Cuadro 12. Descripción del bioclima semifrío seco.....	47
Cuadro 13. Descripción del bioclima semifrío.....	48
Cuadro 14. Descripción del bioclima semifrío húmedo.....	48
Cuadro 15. Clasificación Climática de Pourrut, 1983.....	49
Cuadro 16. Análisis comparativo del clima de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.....	52
Cuadro 17. Clasificación de la intensidad de la precipitación pluvial.....	62
Cuadro 18. Relieve del Cantón Chordeleg.....	71
Cuadro 19. Suelos del Cantón Chordeleg.....	73
Cuadro 20. Tipo de vegetación de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.....	76

Cuadro 21. Resumen del clima de alta montaña.	76
Cuadro 22. Sensaciones subjetivas de acuerdo a la velocidad del viento.	87
Cuadro 23. Metabolismo por actividades.	93
Cuadro 24. Tipos de piel y características.	95
Cuadro 25. Clo de diferentes prendas de vestir.	99
Cuadro 26. Combinaciones de vestuario.	101
Cuadro 27. Relación entre los factores de balance térmico y las variables independientes que influyen en el confort.	105
Cuadro 28. Valores k más utilizados y sus niveles de confianza.	107
Cuadro 29. Resultados de las encuestas.	108
Cuadro 30. Resultado del balance térmico de los habitantes de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.	116
Cuadro 31. Resultados Confort higro térmico.	120
Cuadro 32. Valores de Iluminancia.	125
Cuadro 33. Factores de Iluminancia.	125
Cuadro 34. Valores de Luminancia.	126
Cuadro 35. Índice de deslumbramiento.	126
Cuadro 36. Color de la luz.	127
Cuadro 37. Resultados de confort lumínico.	128
Cuadro 38. Rango de intensidad de ruido.	130
Cuadro 39. Decibelio Ponderado A.	136
Cuadro 40. Resultados Confort acústico.	137
Cuadro 41. Principales fuentes de contaminación de olores.	140
Cuadro 42. Características de un olor.	140
Cuadro 43. Intensidad del olor.	140
Cuadro 44. Escala irritante del olor.	142
Cuadro 45. Resultados Confort olfativo.	143
Cuadro 46. Psicología del color.	146
Cuadro 47. Resultados y tipos de confort.	149
Cuadro 48. Sensaciones a distintos valores de TEC.	170
Cuadro 49. Efectos del clima de las regiones en la forma de la vivienda.	200
Cuadro 50. Propiedades termofísicas de algunos materiales de construcción.	208
Cuadro 51. Propiedades de algunos materiales de construcción ante la radiación.	213
Cuadro 52. Tipos de vegetación caduca a ser implementada en la Parroquia Principal. ...	217
Cuadro 53. Requerimientos de diseño de ventanas de acuerdo a su uso.	221

Cuadro 54. Resumen de estrategias pasivas de climatización.	260
Cuadro 55. Resumen de estrategias activas de climatización.	261
Cuadro 56. Resumen de estrategias pasivas de iluminación natural.....	262
Cuadro 57. Resumen de estrategias activas de manejo de desechos líquidos y sólidos....	263
Cuadro 58. Listado de Provincias, Cantones y Parroquias.	265
Cuadro 59. Metodología bioclimática aplicada.....	275
Cuadro 60. Criterios y recomendaciones bioclimáticas para el diseño de vivienda con el clima ecuatorial de alta montaña.	278

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Mapa del clima del Cantón Chordeleg.....	54
Mapa 2. Mapa orográfico del Cantón Chordeleg.....	71

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Datos generales de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.....	55
Tabla 2. Parámetros de temperatura de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.	56
Tabla 3. Parámetros de presión atmosférica de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.	57
Tabla 4. Parámetros de viento de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.	59
Tabla 5. Parámetros de humedad de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.....	61
Tabla 6. Parámetros de precipitación pluvial de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.	63
Tabla 7. Parámetros de nubosidad de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.....	65
Tabla 8. Parámetros de radiación solar de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg...	67
Tabla 9. Entrada de datos climáticos. Tabla 1 y 2. Temperatura del aire y humedad.....	166
Tabla 10. Análisis de los datos climáticos. Tabla 3. Diagnostico.....	167
Tabla 11. Análisis de los datos climáticos. Tabla 4. Indicadores.....	167
Tabla 12. Recomendaciones para el anteproyecto. Tabla 5. Recomendaciones.	168
Tabla 13. PMV para diferentes temperaturas y humedades de acuerdo a la formula estadística.	172
Tabla 14. PPD para diferentes temperaturas y humedades de acuerdo a la formula estadística de PMV.....	173
Tabla 15. Índice PMV, Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.	174

Tabla 16. Índice PPD, Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.	175
Tabla 17. Confort Adaptativo, Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.	183

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Gráfica de la temperatura de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.	56
Gráfico 2. Gráfica de vientos de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.....	60
Gráfico 3. Gráfica de humedad de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.	61
Gráfico 4. Gráfica de precipitación y evaporación de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.	64
Gráfico 5. Gráfica de nubosidad de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.....	65
Gráfico 6. Gráfica de radiación solar de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.	67
Gráfico 7. Parámetros de Confort.	148
Gráfico 8. Resultado de estrategias bioclimáticas para la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.....	184
Gráfico 9. Estereográfica solar del sector de estudio.	198

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Longitud geográfica del planeta Tierra.	69
Imagen 2. Latitud geográfica del planeta Tierra.	70
Imagen 3. Topografía y Cuencas visuales del Cantón Chordeleg.....	72
Imagen 4. Diagrama de regulación térmica.	85
Imagen 5. Medios físicos de intercambio de calor, radiación.....	95
Imagen 6. Medios físicos de intercambio de calor, Convección.....	98
Imagen 7. Medios físicos de intercambio de calor, Conducción.	102
Imagen 8. Calculo de la muestra.	107
Imagen 9. Tabla de Humidex.	178
Imagen 10. Metodología de diseño bioclimático.	274

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1.	91
Ecuación 2.	95
Ecuación 3.	96

Ecuación 4.	96
Ecuación 5.	97
Ecuación 6.	97
Ecuación 7.	97
Ecuación 8.	97
Ecuación 9.	101
Ecuación 10.	103
Ecuación 11.	171
Ecuación 12.	172
Ecuación 13.	173
Ecuación 14.	177
Ecuación 15.	178
Ecuación 16.	181
Ecuación 17.	182
Ecuación 18.	182

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Carta Bioclimática.	154
Figura 2. Carta Bioclimática – Ajuste de temperatura neutra de confort.	155
Figura 3. Carta Bioclimática – Graficación de temperatura y humedad relativa.	155
Figura 4. Carta Bioclimática – Graficación de una línea mensual.	156
Figura 5. Carta Bioclimática – Graficación de líneas mensuales.	156
Figura 6. Carta Bioclimática Parroquia Principal - Cantón Chordeleg.	157
Figura 7. Carta Psicrométrica de acuerdo a Givoni – Estrategias de diseño.	158
Figura 8. Carta Psicrométrica de acuerdo a Szokolay – 96 kPa.	159
Figura 9. Carta Psicrométrica. Graficación de puntos mensuales.	160
Figura 10. Carta Psicrométrica. Graficación de líneas mensuales.	160
Figura 11. Carta Psicrométrica. Graficación anual.	161
Figura 12. Carta Psicrométrica Parroquia Principal - Cantón Chordeleg.	161
Figura 13. Triángulos de Confort – Zonas de Confort.	162
Figura 14. Triángulos de Confort – Zonas de Estrategias.	162
Figura 15. Triángulos de Confort – Graficación de dato mensual.	163
Figura 16. Triángulos de Confort – Graficación de datos anuales.	163
Figura 17. Triángulo de Confort Parroquia Principal - Cantón Chordeleg.	164

Figura 18. Triángulo de Confort Parroquia Principal - Cantón Chordeleg.....	164
Figura 19. Nomograma para el cálculo de la TEC para personas normalmente vestidas (0,50 clo) y en actividad ligera (1 met)	170
Figura 20. Temperatura Efectiva Corregida, Parroquia Principal – Cantón Chordeleg....	171
Figura 21. Relación entre PMV y PPD.....	174
Figura 22. Valores óptimos del índice de Temperatura Operativa para HR= 50%.....	176
Figura 23. Morfología de las plantas en diferentes climas.....	187
Figura 24. Estrategias de Control Climático en función de los mecanismos de transferencia de calor. Basado en: Watson, D & Labs K. Climatic Design, nMcGraw-Hill Book Co. New York. USA 1983.....	190
Figura 25. Principios de captación directa.	192
Figura 26. Comportamiento térmico de invernadero adosado en invierno, período neutral y verano.....	193
Figura 27. Funcionamiento de Muro Trombe(a) y Muro acumulador (b).	194
Figura 28. Funcionamiento de un Muro Trombe.	195
Figura 29. Esquema de una edificación enterrada.....	202
Figura 30. Vivienda enterrada- Nueva Zelanda.	202
Figura 31. Casa <i>Skytherm</i> construida en California bajo el sistema de terrazas piscinas en base a bolsas de agua para lograr climatización sin electricidad.....	202
Figura 32. Sección de una cubierta vegetal.....	204
Figura 33. Cubiertas vegetales.	205
Figura 34. Muro con aislamiento de Poliestireno Expandido (EPS).....	210
Figura 35. Cubierta con aislamiento de Poliuretano Proyectado.	211
Figura 36. Piso con aislamiento de Poliuretano Proyectado.	212
Figura 37. Beneficios de la vegetación.	216
Figura 38. Sistemas de iluminación natural.	220
Figura 39. Ejemplos de muros translúcidos.	223
Figura 40. Ejemplos de muros cortina vidriados.....	223
Figura 41. Difusión de la luz mediante repisas de luz.	224
Figura 42. Dimensiones de Louvers horizontales.	225
Figura 43. Ejemplos de sistema de prisma.....	225
Figura 44. Influencia de la iluminación cenital.....	226
Figura 45. Ejemplos de lucernarios.....	227
Figura 46. Ejemplos de atrios en edificios.	228
Figura 47. Ejemplos de pozos de luz.....	229
Figura 48. Conducto de sol.....	229

Figura 49. Ejemplos de patios interiores	230
Figura 50. Ejemplos de cubierta diente de sierra.....	231
Figura 51. Ejemplos de lucernario elevado.....	231
Figura 52. Ejemplos de cúpulas.....	232
Figura 53. Método de propagación.....	234
Figura 54. Control del ruido pasivo.....	235
Figura 55. Climatización de la vivienda.....	237
Figura 56. Localizaciones dentro de la envolvente.....	241
Figura 57. Sistema de bomba de calor geotérmica.....	242
Figura 58. Sistema de combustión de biomasa.....	245
Figura 59. Sistema solar fotovoltaico.....	247
Figura 60. Sistema de agua caliente por energía solar.....	247
Figura 61. Sistema de Aerogeneración.....	249
Figura 62. Sistema de Incineración.....	256
Figura 63. Sistema de Compostaje.....	257
Figura 64. Sistema de Lombricompost.....	257
Figura 65. Sistema de un relleno sanitario.....	259

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se plantea una iniciativa de desarrollo para la población del Ecuador y en general para la población de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg de la provincia del Azuay, en donde se ha logrado determinar en base a investigación bibliográfica y de campo que no posee un documento técnico con recomendaciones bioclimáticas para el diseño arquitectónico de vivienda con el clima ecuatorial de alta montaña. El desarrollo teórico del documento se basa en investigar y describir los elementos y factores del clima, analizar los parámetros de bienestar y confort de los posibles usuarios, aplicar las herramientas bioclimáticas para establecer las estrategias generales de diseño y definir las recomendaciones bioclimáticas para el sector de estudio. En este trabajo se propone una metodología de investigación bibliográfica, una investigación de campo específicamente en el análisis de confort térmico de los usuarios, además la metodología desarrollada puede ser utilizada por otros territorios nacionales que presenten características climáticas similares a las del sector de estudio. En base a todo lo analizado se obtiene como resultado el presente documento con recomendaciones bioclimáticas con el objetivo de conseguir que la vivienda no solo sea confortable funcionalmente sino además que sea amigable con el medio ambiente, sin olvidar el confort de los usuarios dentro de la vivienda, siguiendo estas recomendaciones se puede generar proyectos responsables en donde los mismos nazcan, vivan y maduren bajo bases sólidas que garanticen ética profesional de arquitectos y planificadores, además de conseguir poco impacto al medio ambiente.

PALABRAS CLAVES: PARROQUIA PRINCIPAL, CLIMA ECUATORIAL, ALTA MONTAÑA, HERRAMIENTAS BIOCLIMÁTICAS, RECOMENDACIONES BIOCLIMÁTICAS, DISEÑO ARQUITECTÓNICO.

ABSTRACT

In this research an initiative of development for the people of Ecuador and in general for the population of the main Parish of Chordeleg in the province of Azuay is proposed, where it has been able to define on the basis of literature and field research that does not have a technical document for bioclimatic architectural design recommendations for housing in an Equatorial climate with high mountains. The theoretical development of the document is based on research and describes the elements and weather factors, analyzes the parameters of welfare and comfort of potential users, applies bioclimatic tools to establish general design strategies and defines bioclimatic recommendations for the study. This paper presents a bibliographic research methodology, field research specifically in the analysis of thermal comfort of users, also the developed methodology that can be used by other national locations that present similar climatic characteristics to those in the studied area. Based in the study, it is gotten a result for the present document with bioclimatic recommendations in order to ensure that housing is not only comfortable but also functionally and that is also friendly with the environment, without forgetting the comfort of users within the housing, following these recommendations it may be possible to generate responsible projects where they be born, live and grow on solid principles that ensure ethical professional architects and planners, while achieving less impact on the environment.

KEYWORDS: MAIN PARISH, EQUATORIAL CLIMATE, HIGH MOUNTAIN, BIOCLIMATIC TOOLS, BIOCLIMATIC RECOMMENDATIONS, ARCHITECTURAL DESIGN.

INTRODUCCIÓN

Desde sus orígenes la arquitectura tuvo como objetivo fundamental brindar refugio y protección a sus habitantes, protección ante las inclemencias del clima y contra los animales y enemigos potenciales. Estos principios se pueden observar en la arquitectura animal, nómada, primitiva y vernácula.

El objetivo de este trabajo de investigación es generar un documento con recomendaciones bioclimáticas para el diseño arquitectónico de vivienda unifamiliar con el clima Ecuatorial de Alta Montaña en la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg de la Provincia del Azuay, que sirva como soporte en la enseñanza académica a nivel superior dentro del área de la construcción tomando en cuenta las condiciones del entorno donde el clima, el microclima, la orientación, los vientos y la humedad, den como resultado una solución particularizada y sobretodo más integrada al medio ambiente del cual forma parte.

En el capítulo 1, se realizó un análisis de los factores y elementos del clima que intervienen en el sector de estudio, para conocer las características del bioclima ecuatorial de alta montaña. En el capítulo 2, se elaboró un cuadro sobre los diferentes tipos de confort, y se aplicó la ecuación del balance térmico de los usuarios al interior de la vivienda. En el capítulo 3, se aplicó las herramientas bioclimáticas con base en los datos estadísticos obtenidos del capítulo 1, de temperatura y humedad, para establecer las posibles recomendaciones bioclimáticas. En el capítulo 4, se estudió los sistemas pasivos de climatización, iluminación y control de ruidos, y los sistemas activos de climatización, control de la energía, manejo y control de agua; manejo y control de desechos líquidos y sólidos, con la finalidad de generar un cuadro con las recomendaciones bioclimáticas para el diseño arquitectónico.

ANTECEDENTES

Un edificio sostenible se apega al ecosistema en donde se lo construye y no genera daños ambientales, hay que tener en cuenta el ecosistema donde se realiza, los sistemas energéticos, los materiales de construcción y el reciclaje de residuos. En la actualidad el impacto ambiental y el cambio climático son factores que generan problemas al medio ambiente, por eso hay que sensibilizarse con el medio ambiente para generar una armonía entre la arquitectura con su entorno social, cultural, económico y también con su entorno medioambiental, paisajístico y natural.

La construcción de los edificios está produciendo grandes impactos sobre el medio ambiente debido al consumo de recursos naturales como la energía, materiales, agua, etc.; produciendo emisiones y residuos. Por esto el diseño arquitectónico debe ser eficiente y la construcción disminuir los impactos ambientales. Ahora los edificios son verdaderos organismos vivos que tienen que ser eficientes en todo sentido para armonizar con las personas que lo habitan y así pensar en medidas que podemos aplicar para una vida óptima en el futuro.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema ambiental de nuestro planeta, es algo que ya nadie puede obviar, el deterioro de la capa de ozono, la deforestación, el calentamiento global, el deterioro ambiental, social, político, económico y en todos los órdenes, ha puesto a la humanidad ante una encrucijada: mantener la posición actual, enfrentando, sobrellevando y dando soluciones parciales a los numerosos problemas que enfrentamos, o buscar soluciones.

En la actualidad dentro de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg perteneciente a la provincia del Azuay, se logra determinar que no existe un documento técnico con recomendaciones bioclimáticas que nos permita conocer criterios de diseño y construcción con respecto al clima y confort de los usuarios dentro del sector de estudio.

Debido al crecimiento de las ciudades, la falta de vivienda, la situación socioeconómica, el excesivo crecimiento demográfico, se suscita la necesidad de adquirir una vivienda digna, es por ello de que muchos diseños y construcciones se desarrollan sin tener ningún criterio técnico y profesional además no se toma en consideración la incidencia del sol, el confort térmico, el ahorro energético y factores similares, que se encuentran relacionados con los conceptos bioclimáticos.

Con el presente trabajo de investigación se pretende lograr un documento base con recomendaciones bioclimáticas para el diseño arquitectónico en el clima ecuatorial de alta montaña en el sector de estudio y lugares geográficos del Ecuador con un clima similar.

OBJETIVOS

GENERAL

Establecer las recomendaciones bioclimáticas para el diseño arquitectónico de vivienda unifamiliar en el clima Ecuatorial de Alta Montaña, mediante el análisis climatológico y de los parámetros de confort de los usuarios en el sector de estudio.

ESPECÍFICOS

- Analizar los elementos y factores climáticos que influyen en el diseño arquitectónico bioclimático de viviendas unifamiliares en la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg
- Analizar los parámetros de bienestar y confort de los posibles 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.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg, no cuenta con un documento técnico de recomendaciones bioclimáticas para realizar el diseño de vivienda unifamiliar, en donde en base a estos conceptos y análisis se logre aprovechar al máximo el recurso energético de la vivienda y no se altere en gran medida el espacio geográfico donde se emplazaría.

El documento se elabora en base a una investigación precisa en donde se analiza todos los elementos necesarios de clima, confort, bienestar, arquitectura, que estén inmersos dentro del diseño arquitectónico bioclimático, para lograr de esta manera un documento técnico que sirva de base a los futuros profesionales y que se lo pueda aplicar de manera segura para satisfacer las necesidades del usuario y el medio ambiente.

Se espera que con el paso del tiempo y la verificación del mismo, se pueda convertir en una herramienta de consulta, a fin de que permita mejorar la elaboración de proyectos urbano-arquitectónicos, de tal manera que: garantice un desarrollo sostenible y sustentable, considere innumerables valores agregados desde la estética, innovación y armonía, hasta la tecnología, ahorro energético, confort y mejora de la calidad de vida, contribuya a buscar la especialización del profesional en lo que se refiere al diseño bioclimático, utilizar, reutilizar los materiales de construcción en la zona a emplazar una construcción para que se adapte a las características medioambientales de la misma, para no generar un impacto ambiental en el sector.

Para la investigación se cuenta con el apoyo del director y los asesores de la Universidad Católica de Cuenca, fuentes bibliográficas que servirán de guía y base para la investigación, análisis de documentos que ya han sido realizados en otros países.

ALCANCES

Este documento proporciona los criterios de diseño bioclimático más importantes y está dirigida a profesionales de la arquitectura e ingeniería, que cuentan con conocimientos mínimos respecto al diseño bioclimático. Por lo tanto el documento no puede dar respuesta a todas las variables que se pueda dar en un proyecto. Siendo su alcance los siguientes parámetros:

- Este documento se orienta al diseño de nuevas edificaciones, aunque sus criterios pueden aplicarse a proyectos de rehabilitación con ciertos criterios técnicos que pueda dar un profesional de la rama.
- Este documento se desarrolla para el clima Ecuatorial de Alta Montaña. Al no existir un documento con recomendaciones bioclimáticas para el clima antes mencionado.
- Este documento se puede aplicar en diferentes lugares geográficos del Ecuador que tenga un clima similar al propuesto en este análisis.
- Los usuarios deben tener un conocimiento básico de acondicionamiento ambiental.

METODOLOGÍA

El universo de estudio para el trabajo de investigación fueron los climas del Ecuador, específicamente el clima Ecuatorial de Alta Montaña, la población base de este trabajo de investigación son los Cantones del Ecuador que tengan el clima anteriormente descrito, específicamente el Cantón Chordeleg, la muestra se obtiene por medio del Muestreo no Probabilístico, a través del cual se determina al Cantón de Chordeleg perteneciente a la Provincia del Azuay porque este Cantón al ser considerado un lugar turístico 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.

Para aplicar la técnica de la encuesta se realiza el muestreo que es el más importante porque se toma en la población del Cantón Chordeleg, aplicando 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 determinar la muestra exacta.

Se utiliza una investigación bibliográfica en donde se analiza los datos e información más relevantes de un libro o texto científico, como el P.D.O.T del Cantón Chordeleg, INEC, MAGAP, Arquitectura Bioclimática, Manual de Diseño Arquitectónico de Hernández, Recomendaciones Bioclimáticas para el diseño Urbano Arquitectónico de la ciudad de Santo Domingo, etc., que sirvieron para la búsqueda, recopilación, organización, valoración, crítica de información estadística del clima Ecuatorial de Alta Montaña que se aplica en el documento.

Se elabora la ficha de campo que sirve para recolectar información sobre la población a investigar anotando los hechos más significativos. Se emplea el uso del cuestionario de encuesta para recoger los datos que son las variables objeto de observación e investigación.

Para procesar la información se utiliza una hoja electrónica que permite obtener resultados mediante fórmulas, los datos se presentan en gráficos que arroja el mismo programa para el análisis de los factores y elementos del clima.

BASES TEÓRICAS

Se presenta conceptos y trabajos relacionados con el documento que sirven de base para desarrollar el mismo, se analiza tanto el marco conceptual como el marco referencial para el trabajo de investigación.

MARCO CONCEPTUAL. Para la comprensión del presente trabajo de investigación es necesario conceptualizar términos que se van a utilizar en los diferentes capítulos del documento.

Arquitectura Bioclimática. Es la búsqueda de una arquitectura eficiente cuyo objetivo final es mejorar la calidad de la vida.

López, María. (2003). Estrategias Bioclimáticas en la Arquitectura (Diplomado Internacional “Acercamiento a Criterios Arquitectónicos Ambientales para Comunidades Aisladas en Áreas Naturales Protegidas de Chiapas”). Universidad Autónoma de Chiapas, México.

Herramientas Bioclimáticas. Son instrumentos que permiten determinar las características climatológicas de un lugar en específico.

EDWARDS, Brian, Guía Básica de la Sostenibilidad, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2001.

Recomendaciones Bioclimáticas. Se basan en un análisis para realizar el diseño de edificaciones teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para disminuir los impactos ambientales, intentando reducir los consumos de energía de una vivienda.

MERCEDES, Claudia, R. (2001). Recomendaciones Bioclimáticas para el Diseño Urbano Arquitectónico de la Ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.(Tesis inédita de maestría en Arquitectura-Tecnología). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Confort. Es aquello que produce bienestar y comodidades en un espacio en específico.

LLOYD, David, Arquitectura y Entorno, Editorial Blume, España, 2002.

Bienestar. Es un estado de satisfacción personal, comodidad, sentirse bien consigo mismo y con la arquitectura bioclimática.

Niela, J.2004, Arquitectura Bioclimática. En un entorno sostenible. Editorial Munilla-Leria.

Clima Ecuatorial de Alta Montaña. Tipo de clima en el cual las temperaturas máximas rara vez sobrepasan los 20° C, las mínimas tienen sin excepción valores inferiores a 0 ° C y las medias anuales, aunque muy variables, fluctúan casi siempre entre 4 y 8 ° C.

ENRÍQUEZ, Humberto. 200. Climatología, INAMHI. Ecuador.

MARCO REFERENCIAL. Existen estudios internacionales, nacionales y locales relacionados con la investigación de estrategias bioclimáticas que permita establecer y conocer conceptos generales de diseño bioclimático que sirven de guía para la presente investigación.

Diseño y validación de vivienda bioclimática para la ciudad de Cuenca.

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

Este estudio de diseño y validación de vivienda bioclimática para la ciudad de Cuenca se dividió en dos secciones: En la primera parte se dan a conocer los resultados de un procesamiento de datos climatológicos de la ciudad, con lo cual se determina la influencia de cada uno de éstos hacia su entorno. Posteriormente se muestra su aplicación en el diagrama bioclimático de Givoni y finalmente se hace un breve análisis de otros factores ambientales que influyen en el confort de los espacios habitables. En la segunda parte se plantea el diseño de una vivienda bioclimática a nivel de anteproyecto, la misma que ha sido evaluada y validada mediante el uso de un software y cálculos matemáticos, basados en normas nacionales e internacionales.

Manual de Diseño Bioclimático Urbano.

HERNÁNDEZ, Agustín (coord.). Manual de diseño bioclimático urbano. Recomendaciones para la elaboración de normativas urbanísticas. Bragança Portugal: Instituto Politécnico de Bragança, 2013.

En un momento en el que el planeta se enfrenta a un problema nuevo como es el de haber alcanzado el límite de su crecimiento, la solución técnica para abordarlo es conseguir los mismos servicios, el mismo confort y los mismos equipamientos consumiendo y contaminando menos. Uno de los condicionantes más importantes para conseguirlo desde el punto de vista de la organización del territorio y la ciudad, es atender al clima. Pero los condicionantes ambientales no son sólo climáticos. También debemos considerar otros igualmente importantes como son los sociales, culturales, económicos y el propio territorio considerado como un soporte.

Recomendaciones Bioclimáticas para el Diseño Urbano Arquitectónico de la Ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

MERCEDES, Claudia, R. (2001). Recomendaciones Bioclimáticas para el Diseño Urbano Arquitectónico de la Ciudad de Santo Domingo, República Dominicana. (Tesis inédita de maestría en Arquitectura-Tecnología). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

El presente documento plantea una iniciativa de desarrollo para la población, 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 utilizan 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 México; la elaboración de una maqueta virtual donde se presenta el asoleamiento por horas para visualizar el comportamiento de la vivienda ante la exposición; y un tercer experimento, que es la construcción de un túnel de viento y de un modelo a escala para determinar cómo sería la circulación del viento dentro de la vivienda.

Estos marcos referenciales sirven de base para generar el análisis del clima del sector de estudio, tomando la metodología de diseño y validación de vivienda bioclimática para la ciudad de Cuenca, en donde el procesamiento de los datos climatológicos dan a conocer los resultados de influencia de cada uno de ellos hacia el sector de estudio. Pero además de esto sin olvidar el análisis de la población que interviene en este proceso y para quienes va dirigido el documento, se toma como referencia la organización del territorio y la población, las condiciones ambientales sin olvidar las sociales, culturales y económicas del área de influencia del proyecto. Para finalmente analizar los elementos de bioclimatización y sostenibilidad de un proyecto, tomando como fuente principal la energía solar para el calentamiento de la vivienda, con el fin de generar un proyecto amigable con el medio ambiente y lograr el confort de los potenciales usuarios al interior del mismo.

CAPÍTULO

1



EL CLIMA

1.1. Introducción

Etimológicamente la palabra Clima procede del vocablo griego Klima y se refiere a la inclinación de los rayos solares respecto a la superficie de la Tierra (Tudela, 1982). Otra definición dice que clima es el estado medio de la atmosfera sobre un lugar determinado (Tudela, 1982).

Podemos definir clima, bajo un concepto propio y genérico, como la inclinación que tiene la Tierra sobre su propio eje con respecto al horizonte, influenciados por factores como la latitud, altitud, relieve, distribución de las tierras, aguas y corrientes marinas, y por elementos que lo definen y clasifican como la radiación, temperatura, presión atmosférica, vientos, humedad y precipitaciones, estableciendo el estado más frecuente de la atmósfera en cada lugar y que le dan individualidad a los mismos.

El clima es una de las condiciones que más afecta directamente al confort del hombre, a sus condiciones de trabajo, físico y mental, a su capacidad para disfrutar, descansar, dormir y a toda su salud en general.

1.2. Elementos y Factores del clima

Los elementos del clima inciden en la conformación del bienestar humano, el diseño de las edificaciones y son entendidos como las variables o propiedades físicas de la atmosfera que son utilizadas para medir y describir el clima en un momento dado.

Dentro del diseño arquitectónico debe estudiarse y analizarse los elementos puesto que su conocimiento proporciona las características generales del lugar geográfico en donde se situará el proyecto, además de permitir establecer las características de la edificación en función de generar una armonía con el medio ambiente y prever el posible comportamiento de la misma.

Los elementos del clima son:

- La radiación solar
- La temperatura
- El viento
- La humedad del aire
- La lluvia
- La nubosidad y la heliofania
- La presión atmosférica

Además, el clima se modifica por los factores, que son las condiciones físicas, no variables, de un sitio que afectan de manera general al clima. Los factores del clima según el grado de intervención en el comportamiento de los edificios deben ser estudiados previamente al diseño arquitectónico pues pueden llegar a determinar en gran medida el buen comportamiento del edificio desde el punto de vista medioambiental y de confort del usuario.

Los factores del clima son:

- Latitud o situación geográfica
- Altura sobre el nivel del mar
- Factor de continentalidad
- Factor orográfico
- Topografía, exposición a la radiación solar y naturaleza de la superficie terrestre
- Corrientes oceánicas
- Urbanización y modificaciones del entorno

La combinación de factores y elementos determinan los diversos tipos de clima y su distribución sobre la superficie terrestre, determinan además las zonas climáticas.

Los factores en una situación urbana concreta pueden ser intervenidos por el ser humano, no así los elementos, el resultado de la intervención se lo conoce como microclima.

1.2.1. Factores del clima en Ecuador.

Las propiedades climatológicas del Ecuador responden a una gran variedad de factores que modifican su condición natural, como son: altitud, latitud geográfica, altitud del suelo, dirección de las cadenas montañosas, vegetación, acercamiento y alejamiento del océano,

corrientes marinas y vientos (Murillo, 2011).

Altitud. El que la temperatura descienda desde los 0 metros al nivel del mar y ascienda hasta los 6310 metros en su máxima altura en las cumbres del Chimborazo, ha logrado que el país goce del privilegio de poseer todos los tipos de clima, desde el cálido del litoral hasta el glacial de las alturas andinas (Murillo, 2011).

Latitud geográfica. Por su ubicación astronómica en el centro de la Zona Tropical, el Ecuador debería tener un clima completamente cálido de manera general, lo cual no se presenta en todas las regiones debido a la influencia de factores que modifican el clima.

Dirección de las cadenas montañosas. Gracias a la altura de las cordilleras tanto Occidental como Oriental del sistema montañoso de los Andes impide que los vientos cálidos y húmedos del Occidente ingresen en el interior de las hoyas de la región Andina modificando su clima.

Vegetación. En lugares donde existe más vegetación, como en la costa y el oriente, se genera mayor evaporación del suelo y de las plantas (evapotranspiración), provocando precipitaciones en mayor cantidad, modificando el clima en dichas regiones (Murillo, 2011).

Proximidad del mar. La región costa al estar en contacto directo con el Océano Pacífico recibe su acción térmica modificadora del clima (Murillo, 2011).

Corrientes marinas. La costa o litoral de Ecuador, recibe la influencia de dos corrientes marinas con distintas características, separándola en dos regiones. La primera corriente, conocida como la Corriente de Humboldt tiene gran influencia sobre la zona meridional de la costa ecuatoriana. La otra corriente conocida como la Corriente del Niño, tiene gran influencia sobre la zona central de la costa del país.

La Corriente de Humboldt adopta la forma de un gigantesco remolino, debido a la presencia en el Pacífico Sur, el cual impulsa las aguas superficiales del océano, desplazándose en torno a la gran cuenca, a manera de un gigantesco río (Murillo, 2011). Causando los siguientes efectos:

- Disminución de la temperatura ambiental de 25 o 26° C a solo 18° C y la ausencia de lluvias regulares en la costa.
- La formación del techo de nubes- estratos sobre la Costa, así como la formación de neblina y brumas.

La Corriente del Niño proveniente del norte que se presenta a menudo hacia fines del mes de Diciembre de cada año, se caracteriza por tener altas temperaturas, baja salinidad y ser pobre en nutrientes. Causando los siguientes efectos:

- Aumento de la temperatura de las aguas del mar, dando origen a las corrientes ascendentes.
- Origen de lluvias torrenciales en la Costa.
- Disminución de la intensidad de la Corriente de Humboldt.
- Períodos muy húmedos.
- Baja presión atmosférica.

Vientos. Los vientos que soplan desde los Andes disminuyen la temperatura de los suelos bajos de la Costa y Oriente. Los vientos predominantes en el Ecuador son los alisos del Noreste en el Hemisferio Norte y los del Sureste en el Hemisferio Sur.

La región costanera meridional y central, la mayor parte del tiempo está bajo la influencia de la corriente fría de Humboldt entre los meses de junio a septiembre corresponden al viento austral, en donde las masas de aire marítimo relativamente frío invaden la faja costanera dando lugar a neblinas y lloviznas con valores de precipitación muy débiles, determinando un clima seco.

La región de la Sierra, se encuentra bajo la influencia alterna de Masas de Aire Tropical Marítimo (MATM), y Masas de Aire Tropical Continental (MATC), dándose un régimen

lluvioso con dos picos, uno de septiembre a diciembre y otro a partir de marzo. Gracias a las hoyas interandinas, por estar más abrigadas y por recibir aire continental casi totalmente descargado de humedad, el total de precipitaciones es menor y el clima es más estable.

La región Oriental se encuentra fundamentalmente bajo la influencia de las MATC, las mismas que se originan en la Amazonia Central y que en la gran mayoría del año actúan como perturbaciones tropicales, también se logra determinar una ligera recesión de precipitaciones a fines de diciembre y en enero (Murillo, 2011).

1.2.2. Elementos del clima en Ecuador.

Radiación. En toda la llanura litoral hasta una altura de 500m en la ladera de la cordillera occidental de los Andes, el promedio anual de las horas de brillo solar fluctúa entre los 600 y 1700 horas, siendo desfavorable este número en las zonas más secas. En la región interandina, la insolación fluctúa entre las 1200 y 2000 horas anuales.

Temperatura. En la región Interandina la temperatura está vinculada con la altura con respecto al nivel del mar. Entre los 1500 y 3000 metros, los valores medios varían entre los 10° C y 16° C. En la región Oriental, litoral, la media anual se establece entre los 24° C y 26° C, con extremos que raramente sobrepasan los 36° C o bajan a menos de los 14° C.

Lluvias. La región Amazónica, al igual que el noreste de la provincia de Esmeraldas son las zonas más lluviosas con totales anuales que fluctúan entre los 3000 y 4000 mm. En la región Costa, las precipitaciones anuales aumentan de Oeste a Este.

En la región Interandina, se observan dos estaciones lluviosas claramente definidas, de febrero a mayo y de octubre a noviembre, los totales anuales fluctúan entre los 700 y 1500 mm generalmente. En las hoyas interandinas los valores anuales se ubican alrededor de los 500 mm.

Por otra parte, en las regiones situadas sobre los 3000 m de altura, se observan frecuentes neblinas y las lluvias son de larga duración pero de poca intensidad.

1.3. Clasificación Climática

Se presenta a continuación una breve descripción de los estudios disponibles que tratan sobre la clasificación del clima a nivel internacional tomando como referencia la clasificación de Köppen, a nivel regional tomando como referencia la clasificación de Morillón, a nivel local tomando como referencia la clasificación climática de Pourrut (INAMHI).

Se hace este análisis con la finalidad de elaborar una tabla comparativa e ilustrativa que sirva de base para el estudio del clima ecuatorial de alta montaña que es el producto del presente estudio.

1.3.1. Clasificación Climática de Köppen.

Se procederá con el análisis de la clasificación climática de Köppen con el fin de determinar el tipo de clima que se asemeje o se parezca al ecuatorial de alta montaña.

El sistema de Köppen se basa en que la vegetación natural tiene una clara relación con el clima, por lo que los límites entre un clima y otro se establecieron teniendo en cuenta la distribución de la vegetación. Los parámetros para determinar el clima de una zona son las temperaturas, precipitaciones medias anuales y mensuales, y la estacionalidad de la precipitación (Navarra, 2006).

Divide los climas del mundo en cinco grupos principales, identificados por la primera letra en mayúscula. Cada grupo se divide en subgrupos, y cada subgrupo en tipos de clima. Los tipos de clima se identifican con un símbolo de 2 o 3 letras.

A continuación se describe en detalle el procedimiento para determinar cada grupo, subgrupo y tipo de clima. Para cada grupo principal se muestran en una tabla los tipos de clima en que se subdivide, con su vegetación asociada y las regiones en que se encuentran, nombrando algunos ejemplos concretos de zonas representativas (Navarra, 2006).

- **Grupo de climas A: Tropical**

Ningún mes con temperaturas medias inferiores a 18 grados, y las precipitaciones anuales son superiores a la evaporación (no es un clima B). Es el clima de los bosques tropicales.

La segunda letra hace referencia al régimen de precipitaciones:

- f: Ecuatorial. Ningún mes con precipitación por debajo de 60 mm.
- m: Monzónico. Con algún mes por debajo de 60 mm y si la precipitación del mes más seco es superior a la fórmula $[100 - (\text{Precipitación anual}/25)]$.
- w: Sabana. Con algún mes por debajo de 60 mm y si la precipitación del mes más seco es inferior a la fórmula $[100 - (\text{Precipitación anual}/25)]$.

Cuadro 1. Grupo A. Clasificación Climática de Köppen.

GRUPO A: TROPICAL		Húmedo, ningún mes con temperaturas inferiores a 18°C
Af: Ecuatorial	Cálido y lluvioso todo el año, sin estaciones. Es el clima de la selva lluviosa.	Se da en el ecuador hasta los 10° de latitud, hasta los 25° en algunas costas orientales. Es el clima de la cuenca Amazónica, cuenca del Congo o parte de la zona Indo-Malaya en Asia.
Am: Monzónico	Cálido todo el año, con una estación seca corta seguida por una húmeda con fuertes lluvias. Es el clima de los bosques monzónicos.	En el oeste de África y sobre todo en el sudeste asiático es donde mejor está representado este clima: Tailandia, Indonesia.
Aw: Sabana	Cálido todo el año, con estación seca. Es el clima propio de la sabana.	Este clima aparece conforme nos alejamos del ecuador, a continuación de la zona Af: Es el clima de Cuba, de amplias zonas de Brasil, del África tropical y de gran parte de la India.

Fuente: (Navarra, 2006)

Elaboración: Lazo A.

- **Grupo de climas B: Seco**

En este clima las temperaturas medias anuales son inferiores a la evapotranspiración potencial. Es el clima de las estepas y desiertos.

Para determinar si un clima es seco, obtenemos un umbral de precipitación en mm: para calcularlo se multiplica la temperatura media anual por 20, entonces se le suma 280 si el 70% o más de la precipitación cae en el semestre en que el sol está más alto (de abril a septiembre en el hemisferio norte, de octubre a marzo en el hemisferio sur), o 140 si la precipitación que cae en ese periodo está entre el 30% y el 70% del total, o 0 si en ese periodo cae menos del 30% de la precipitación total. Si la precipitación total anual media es superior a ese umbral, no se trata de un clima B (Navarra, 2006).

La segunda letra indica el grado de aridez:

- s: Estepario. La precipitación total anual es menor que ese umbral pero superior a la mitad de ese umbral. Este clima es también llamado en algunas regiones, mediterráneo seco, ya que muchas veces se da en zonas de transición entre un clima mediterráneo y un clima desértico.
- w: Desértico. La precipitación total anual es menor que la mitad de ese umbral.

Una tercera letra indica el régimen de temperaturas:

- h: Cálido. La temperatura media anual es superior a 18°C
- k: Frío. La temperatura media anual no es superior a 18°C

Cuadro 2. Grupo B. Clasificación Climática de Köppen.

GRUPO B: SECO		Temperaturas inferiores a la evapotranspiración potencial
Bsh: Estepario cálido	Los inviernos son suaves y los veranos cálidos o muy cálidos. Las precipitaciones son escasas. La vegetación natural es la estepa.	Se da en los trópicos y subtropicos, en el límite de los desiertos subtropicales: Extremo sudeste de la Península Ibérica, Marruecos, costa del sur de California, Kalahari, zonas del interior de Australia.
Bsk: Estepario frío	Los inviernos son fríos o muy fríos, y los veranos pueden ser templados o cálidos. Las	Tienden a localizarse en latitudes templadas y lejos del mar. Zonas del interior de Norteamérica, interior del

	precipitaciones son escasas. La vegetación natural es la estepa.	Valle del Ebro, interior de Irán, estepas del centro de Asia.
Bwh: Desértico cálido	Los inviernos son suaves aunque en zonas del interior las temperaturas pueden acercarse por la noche a los cero grados. Los veranos son cálidos o muy cálidos. En algunas zonas con este clima las temperaturas en verano son extremadamente altas, y se han registrado las máximas del planeta. Las precipitaciones son muy escasas. Plantas del desierto, o sin vegetación.	Se da en las franjas subtropicales de ambos hemisferios: Desiertos del suroeste de Estados Unidos, Sahara, desierto de la península arábiga, costa del Perú y norte de Chile, desierto del Namib, desiertos de Australia.
Bwk: Desértico frío	Los inviernos son muy fríos y los veranos cálidos. Las precipitaciones son muy escasas. La vegetación es la propia del desierto, o inexistente.	Se encuentra en latitudes templadas: la Patagonia Argentina, desiertos del oeste de Estados Unidos o del interior de Asia.

Fuente: (Navarra, 2006)

Elaboración: Lazo A.

- **Grupo de climas C: Climas de latitudes medias**

No es un clima B, y la temperatura media del mes más frío está entre -3°C (en algunas clasificaciones 0°C) y 18°C , y la del mes más cálido supera los 10°C . En este clima se dan los bosques templados (Navarra, 2006).

La segunda letra explica el régimen de lluvias:

- s: Verano seco. El verano es seco con un mínimo de precipitaciones marcado: la precipitación del mes más seco del verano es inferior a la tercera parte de la precipitación del mes más húmedo, y algún mes tiene precipitación inferior a 30 mm.
- w: Invierno seco. El invierno es seco: la precipitación del mes más seco del invierno es inferior a una décima parte de la precipitación del mes más húmedo.
- f: Húmedo. No es ni s ni w. Precipitaciones constantes a lo largo del año, sin estación seca.

Una tercera letra indica el comportamiento de las temperaturas en verano:

- a: Subtropical. El verano es caluroso pues se superan los 22°C de media en el mes más cálido. Las temperaturas medias superan los 10°C al menos cuatro meses al año.

- b: Templado. El verano es fresco pues no se superan los 22 °C de media en el mes más cálido. Las temperaturas medias superan los 10 °C al menos cuatro meses al año.
- c: Frío. El verano es frío. Menos de cuatro meses al año con temperatura media superior a 10 °C.

Cuadro 3. Grupo C. Clasificación Climática de Köppen.

GRUPO C: CLIMAS DE LATITUDES MEDIAS		Húmedos con temperatura media del mes más frío entre -3°C (o 0°C) y 18°C, y temperatura del mes más cálido superior a 10°C.
Cfb: Marítimo de costa occidental (oceánico)	Inviernos fríos o templados, y veranos frescos. Las precipitaciones están bien distribuidas a lo largo del año. La vegetación natural son los bosques de frondosas.	Se da en la costa occidental de los continentes, entre los 45° y 55° de latitud, normalmente a continuación del clima mediterráneo. Es el clima de la fachada atlántica europea desde el sur de Noruega hasta el norte de Portugal, de la costa noroeste de Estados Unidos, sur de Chile, Nueva Zelanda.
Cfc: Marítimo Subártico (oceánico frío)	Inviernos fríos y sin un verdadero verano. Con lluvias todo el año. En algunos lugares los fuertes vientos hacen que la vegetación sea escasa.	Se da a continuación del clima Cfb, conforme nos acercamos a los polos. Es el clima de Islandia, del norte de Noruega o del sur de Argentina.
Csa: Mediterráneo	Inviernos templados y veranos secos y cálidos. La mayor parte de las lluvias caen en invierno o en las estaciones intermedias. La vegetación natural es el bosque mediterráneo.	Se da en la costa occidental de los continentes, entre las latitudes 30° y 40°, hasta 45° en Europa: cuenca mediterránea, zonas del interior de California, zonas del sur de Australia.
Csb: Mediterráneo de veranos frescos	Inviernos fríos o templados y veranos secos y frescos. La mayor parte de las lluvias caen en invierno o en las estaciones intermedias. La vegetación natural es el bosque mediterráneo.	Se da en las mismas zonas que el Csa. Es el clima del centro de Chile, de la costa central de California, de la región del Cabo en Sudáfrica, y de las tierras altas del interior de la Península Ibérica, a partir de los 900 o 1.000 metros.
Cfa: Subtropical húmedo	Inviernos fríos o templados y veranos húmedos y cálidos. Precipitaciones bien repartidas a lo largo del año. Se da el bosque siempre verde o el bosque templado.	Estos climas se dan en el interior y costa este de los continentes, entre los 20° y 30° de latitud (hasta los 48° en Europa). En Europa el clima Cfa aparece en el límite del clima oceánico, cuando la distancia al mar hace que los veranos comiencen a ser calurosos. Es el clima del sudeste de China, sur de Japón, sudeste de Estados Unidos, costa norte de Argentina, este de Australia, sudeste de la República de Sudáfrica.
Cwa: Subtropical con invierno seco	Inviernos fríos o templados y veranos cálidos. La estación seca es el invierno. Es clima de bosques templados.	Aparece en la costa este de Asia principalmente: zonas de China, costa este de Japón.
Cwb: Templado con inviernos secos	Inviernos fríos o templados y veranos frescos. Los veranos son lluviosos y los inviernos secos.	Este clima se da en los trópicos en zonas altas, también en el interior de Argentina.

Fuente: (Navarra, 2006)

Elaboración: Lazo A.

- **Grupo de climas D: Clima Continental (inviernos muy fríos)**

Se caracteriza porque la temperatura media del mes más frío es inferior a -3°C (o 0°C) y la del mes más cálido es superior a 10°C . Son climas con una gran amplitud térmica (muchas diferencias entre las temperaturas mínimas y las máximas). En estos climas las estaciones intermedias, otoño y primavera, tienden a ser muy cortas. Las precipitaciones exceden a la evaporación. Es el clima donde se dan los bosques microtéricos. Estos climas se dan raramente en el hemisferio sur, debido a que en él no existen grandes masas continentales en latitudes altas. La segunda y tercera letra tiene el mismo significado que en el grupo C. Además dentro de la tercera letra se añade un tipo más, d: Indica 3 o menos meses con temperaturas medias sobre 10°C y una temperatura media del mes más frío inferior a -38°C (Navarra, 2006).

Cuadro 4. Grupo D. Clasificación Climática de Köppen.

GRUPO D: CLIMAS CONTINENTALES O DE INVIERNOS MUY FRÍOS		Húmedos con temperatura media del mes más frío inferior a -3°C (o 0°C), y temperatura media del mes más cálido superior a 10°C .
Dfa, Dwa, Dsa: Climas continentales de verano cálido	Inviernos muy fríos y con nieve, veranos cálidos. La vegetación natural son los bosques caducifolios.	Se dan en el interior y costa este de los continentes, Dfa y Dwa entre las latitudes 30° y 40° (Dwa se extiende más al sur en el este de Asia). Dsa se da en el interior, a latitudes más bajas, en zonas altas. Estos climas se dan en el nordeste de Estados Unidos, nordeste de China, península de Corea, norte de Japón.
Dfb, Dwb, Dsb: Climas continentales de verano fresco	Inviernos muy fríos y con nieve, y veranos frescos. La vegetación es el bosque mixto de coníferas y planifolias.	Dfb y Dwb se dan al norte de los anteriores, entre las latitudes 40° y 50° , como el este de Canadá y el extremo norte de Japón. También se dan en el centro y este de Europa y en Rusia entre el clima marítimo y el continental subártico.
Dfc, Dwc: Continental subártico o boreal	Inviernos muy fríos y largos, con nieve, veranos fríos y muy cortos. Es el clima de la taiga, o bosque frío de coníferas.	Se dan entre los 50° y 60° de latitud norte, en algunos lugares hasta los 70° . Es el clima del interior de Canadá.
Dfd, Dwd: Climas continentales subárticos con inviernos extremadamente fríos	Con inviernos extremadamente fríos, los más fríos del hemisferio norte, que duran hasta nueve meses.	Estos climas sólo se dan en el nordeste de Siberia.

Fuente: (Navarra, 2006)

Elaboración: Lazo A.

- **Grupo de climas E: Polar**

Este clima se caracteriza por temperaturas medias que no superan los 10°C en ningún mes del año. Es un clima seco y siempre frío (Navarra, 2006).

Cuadro 5. Grupo E. Clasificación Climática de Köppen.

GRUPO E: CLIMAS POLARES	Ningún mes con temperatura media superior a 10°C.	
Et: Tundra	La temperatura media del mes más cálido está entre 0°C y 10°C. Sólo hay musgos y hierbas cuando la temperatura media supera los 0°C.	Se da en el extremo norte de Norteamérica y Eurasia, así como en las islas cercanas, y comienza a partir del límite norte de la Taiga.
Ef: Hielo	La temperatura media del mes más cálido es inferior a 0°C. No existe ningún tipo de vegetación. Es el clima de los hielos perpetuos.	Es el clima de la Antártida, del interior de Groenlandia, de las mayores alturas del Himalaya.

Fuente: (Navarra, 2006)

Elaboración: Lazo A.

1.3.2. Clasificación Climática de Morillón.

Luego de analizar la clasificación climática de Köppen, se analiza la clasificación climática de Morillón, con la finalidad de determinar el tipo de clima que se asemeje al ecuatorial de alta montaña.

Morillón expresa lo siguiente: si se desea ahorrar energía a partir del diseño, es necesario conocer cómo interactúan los habitantes con el clima (factores meteorológicos), las condiciones de confort térmico que requieren (frío, calor, humedad, etc.) y las formas en las que el calor se propaga en la vivienda. (Morillón, 2005)

Para conocer la interacción del clima, la fisiología humana y las formas de propagación del calor se realiza un estudio del bioclima, el cual consiste en determinar las condiciones o sensaciones térmicas para el ser humano como el frío, calor, humedad, etc., en cada zona ecológica del país, tomando como base el impacto del clima en las temperaturas y humedades

relativas para el confort. (Morillón, 2005)

De acuerdo con los estudios realizados para las diversas zonas ecológicas, se identifican tres tipos de bioclimas; semifrío, templado y cálido, los cuales derivan, en función de la humedad ambiente, en seco, semihúmedo y húmedo respectivamente (Morillón, 2005):

- Bioclima cálido seco
 - Bioclima cálido semihúmedo
 - Bioclima cálido húmedo
 - Bioclima templado húmedo
 - Bioclima templado
 - Bioclima templado seco
 - Bioclima semifrío seco
 - Bioclima semifrío
 - Bioclima semifrío húmedo
- **Bioclima cálido seco**

Cuadro 6. Descripción del bioclima cálido seco.

Bioclima cálido seco	
<p>Su temperatura media y mínima se encuentran por debajo de los rangos de confort, excepto en verano, cuando los sobrepasa; la máxima sobrepasa los rangos, excepto en invierno. La oscilación diaria es entre 10° y 20 °C. La humedad relativa es baja en primavera y permanece dentro de los rangos de confort en periodo de lluvias, con una precipitación pluvial menor a 600 mm anuales. Los vientos dominantes de son calientes en verano y fríos en invierno (Morillón, 2005).</p>	<p>En esta zona se encuentran las ciudades de Mexicali, Cd. Obregón, Hermosillo, Culiacán, La Paz, Cd. Juárez, Chihuahua, Gómez Palacios, Monterrey, Torreón, entre otras.</p>

Fuente: (Conafovi, 2006)

Elaboración: Lazo A.

- **Bioclima cálido semihúmedo**

Cuadro 7. Descripción del bioclima cálido semihúmedo.

Bioclima cálido semihúmedo	
La temperatura máxima sobrepasa los rangos de confort, excepto en invierno; la media permanece en los rangos de confort todo el año y la mínima por debajo. La oscilación diaria está entre los 8 y 12 °C durante todo el año. La precipitación anual entre 650 y 1000 mm. La humedad relativa máxima está por encima de los rangos durante todo el año; la media y la mínima se ubica entre los rangos de confort (Morillón, 2005).	En este bioclima se ubican Cd. Victoria, Mazatlán, Colima, Mérida, Tuxtla Gutiérrez, entre otras.

Fuente: (Conafovi, 2006)

Elaboración: Lazo A.

- **Bioclima cálido húmedo**

Cuadro 8. Descripción del bioclima cálido húmedo.

Bioclima cálido húmedo	
La temperatura media y máxima están por encima de los rangos de confort en verano. La humedad relativa permanece fuera de confort casi todo el año, con una precipitación pluvial de alrededor de 1500 mm anuales. Vientos huracanados, ciclones y nortes (Morillón, 2005).	Ciudades que se ubican en este bioclima son: Campeche, Manzanillo, Tapachula, Acapulco, Cozumel, Cancún, Chetumal, Villahermosa, Tampico, Veracruz, entre otras.

Fuente: (Conafovi, 2006)

Elaboración: Lazo A.

- **Bioclima templado húmedo**

Cuadro 9. Descripción del bioclima templado húmedo.

Bioclima templado húmedo	
La temperatura máxima está por encima de los rangos de confort en la época de primavera y verano; la mínima por debajo. La oscilación térmica diaria entre 11°C y 13°C. La humedad relativa, media y máxima, por encima de los rangos de confort, con una precipitación pluvial por encima de los 1000 mm anuales (Morillón, 2005).	Esta zona está presente en una parte muy pequeña del territorio nacional. Sin embargo en ella se encuentran localizadas ciudades como: Cuernavaca y Tepic, entre otras.

Fuente: (Conafovi, 2006)

Elaboración: Lazo A.

- **Bioclima templado**

Cuadro 10. Descripción del bioclima templado.

Bioclima templado	
<p>La temperatura máxima está por encima de los rangos de confort en primavera; la mínima permanece por debajo durante todo el año. Las oscilaciones de temperatura son entre 10° y 18 °C, la precipitación pluvial es de 900 mm anuales. La humedad relativa máxima sobrepasa los rangos de confort, la media y mínima se ubican dentro del confort. Los vientos dominantes son del norponiente (Morillón, 2005).</p>	<p>En este bioclima se ubican las ciudades de Guanajuato, Chilpancingo, Guadalajara, entre otras.</p>

Fuente: (Conafovi, 2006)

Elaboración: Lazo A.

- **Bioclima templado seco**

Cuadro 11. Descripción del bioclima templado seco.

Bioclima templado seco	
<p>De marzo a octubre, por las tardes, la temperatura máxima sobrepasa los rangos de confort; la mínima está por debajo por las noches y madrugadas de todo el año. La oscilación diaria esta entre 13 y 17°C. La precipitación pluvial es de aproximadamente 600 mm anuales y la humedad relativa máxima está por encima de los rangos de confort de julio a octubre, la media y mínima se ubican dentro de ellos (Morillón, 2005).</p>	<p>En dicho bioclima se localizan las ciudades de Durango, San Luis Potosí, Querétaro, Saltillo, León, Oaxaca, Tijuana, entre otras.</p>

Fuente: (Conafovi, 2006)

Elaboración: Lazo A.

- **Bioclima semifrío seco**

Cuadro 12. Descripción del bioclima semifrío seco.

Bioclima semifrío seco	
<p>Sus temperaturas media y mínima se encuentran por debajo de los rangos de confort durante todo el año; la máxima apenas sobrepasa los rangos en primavera. La oscilación diaria es de alrededor de 13°C. Los rangos de humedad relativa media y máxima están dentro del confort; la mínima es baja durante todo el año. La precipitación pluvial anual es de alrededor de 500 mm, con una máxima en 24 horas de 50 mm aproximadamente. Los vientos son fríos en invierno y por las noches (Morillón, 2005).</p>	<p>Ciudades en este bioclima: Zacatecas y Tulancingo.</p>

Fuente: (Conafovi, 2006)

Elaboración: Lazo A.

- **Bioclima semifrío**

Cuadro 13. Descripción del bioclima semifrío.

Bioclima semifrío	
Las temperaturas media y mínima se encuentran por debajo de los rangos de confort durante todo el año; la máxima sobre pasa ligeramente los rangos. La oscilación diaria es entre 10 y 15 °C. Los rangos de humedad relativa media y máxima están dentro del confort; la mínima es baja durante todo el año. La precipitación pluvial es de aproximadamente 900 mm. Los vientos son fríos en invierno y por la noche (Morillón, 2005).	Ciudades en este bioclima: Tlaxcala, Puebla, Morelia, México y Toluca.

Fuente: (Conafovi, 2006)

Elaboración: Lazo A.

- **Bioclima semifrío húmedo**

Cuadro 14. Descripción del bioclima semifrío húmedo.

Bioclima semifrío húmedo	
Las temperaturas media y mínima se encuentran por debajo de los rangos de confort durante todo el año; la máxima dentro de los rangos. La oscilación diaria es de 10 a 12 °C. Los rangos de humedad relativa mínima están dentro del confort; la media y máxima se ubican por encima del rango durante todo el año. La precipitación pluvial es de aproximadamente 1200 mm por año. Los vientos son fríos en invierno y las noches (Morillón, 2005).	Ciudades en este bioclima: Xalapa.

Fuente: (Conafovi, 2006)

Elaboración: Lazo A.

1.3.3. Clasificación Climática de Pourrut (INAMHI).

Analizado la clasificación a nivel internacional de Köppen, regional de Morillón, se analiza la clasificación a nivel local de Pourrut (INAMHI), para determinar las características del clima ecuatorial de alta montaña. Se propone una clasificación climática basada en los siguientes criterios:

- Régimen anual de las lluvias; es decir el número y distribución de los máximos pluviométricos:
 - a) “Ecuatorial” - cuando se observan dos picos pluviométricos más o menos vinculados con el movimiento aparente del sol;
 - b) “Tropical” - con un solo máximo lluvioso y una estación seca marcada; y,
 - c) “Uniforme” - cuando las precipitaciones están bien repartidas a lo largo del año.

- Altura (lámina) de precipitaciones anuales. Aunque los criterios puedan cambiar en función de la altitud por ejemplo, se pueden considerar las definiciones y los límites siguientes (Pourrut, 1983):
 - a) “Árido y semi-árido”: pluviometría inferior a 500 mm Anuales;
 - b) “Seco a semi-húmedo”: entre 500 y 1 000 mm;
 - c) “Húmedo”: entre 1 000 y 2 000 mm; y,
 - d) “Muy húmedo”: superior a 2 000 mm.

- Temperatura media anual:
 - a) “Megatérmico”: temperatura media superior a 22°C;
 - b) “Mesotérmico”: entre 12 y 22 °C; y,
 - c) “Frío”: inferior a 12 °C.

Cuadro 15. Clasificación Climática de Pourrut, 1983.

REGION ANDINA	REGION COSTANERA	REGION AMAZONICA	REGION INSULAR
<ul style="list-style-type: none"> • Clima ecuatorial Mesotérmico Semi-húmedo a húmedo. • Clima ecuatorial Mesotérmico seco. • Clima ecuatorial frío de alta montaña. • Clima tropical Megatermico muy húmedo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Clima tropical Megatermico Semi – árido. • Clima tropical Megatermico seco a Semi-húmedo. • Clima tropical Megatermico húmedo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Clima uniforme Megatermico muy húmedo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Clima ecuatorial insular.

Fuente: (Pourrut P. , 1983)

Elaboración: Lazo A.

- **Tropical Megatérmico Semi Árido.** La pluviometría anual es inferior a 500 mm recogidos entre enero y abril. El verano es muy seco y las temperaturas elevadas.
- **Megatérmico Lluvioso.** Se caracteriza por una temperatura media anual de 25°C, recibe anualmente más de 3000 mm de lluvia, distribuidos uniformemente durante todo el año.
- **Tropical Megatérmico Semi Húmedo.** Es tan caluroso como el clima anterior, pero posee una estación seca (junio a noviembre) y la lluvia total anual esta entre 1000 y 2000 mm.
- **Tropical Megatérmico Seco.** Es el clima donde se acentúa la escasez de humedad entre junio y noviembre. La lluvia anual es de 500 a 1000 mm.
- **Tropical Megatérmico Húmedo.** Las temperaturas son casi uniformes y varían muy poco. Las lluvias se presentan en todo el año con un predominio más marcado en invierno que en verano.
- **Ecuatorial de Alta Montaña.** Esta siempre ubicado sobre los 3000 m de altitud. La temperatura media depende de la altura, pero fluctúa alrededor de los 8°C. La pluviometría anual es variable, comprendida entre los 1000 y 2000 mm, según su altitud.
- **Ecuatorial Mesotérmico Seco y Semi Húmedo.** Son los climas más frecuentes de la región interandina. El clima mesotérmico semi húmedo se caracteriza por temperaturas irregulares, siendo más elevadas en los meses de marzo y septiembre, los meses de junio y julio coinciden con los promedios más bajos.

En el clima mesotérmico seco la temperatura fluctúa entre los 18 y 22°C con poca variación entre verano e invierno. Dos estaciones lluviosas recogen menos de 500 mm anualmente.

- **Nival.** Este clima se ubica sobre los 4500 m de altitud, correspondiente aproximadamente con la Isoterma de los 0°C.

Pero estas clasificaciones son solo aplicables a las grandes zonas o regiones del globo y simplemente se puede deducir que el clima del Ecuador corresponde al tórrido o tropical y tiene variedades pluviométricas, lo cual caracteriza muy insuficientemente a las diversas clases de climas que se registran en el país. Por tanto surge la necesidad de incluir un análisis de los tipos climáticos, basado en las variaciones térmicas y pluviométricas en relación con la altitud y tomando en cuenta la influencia de las corrientes marinas.

Se precisa que aún cuando solo se consideren dos variables como las precipitaciones y la temperatura, la clasificación climática del Ecuador es complicada, primeramente por su irregularidad topográfica, y luego por la escasa información meteorológica disponible.

1.4. Análisis Comparativo para el clima Ecuatorial de Alta Montaña en el Cantón Chordeleg

Luego de concluir con el análisis de la clasificación climática de Köppen, Morillon y del INAMHI, se presenta a continuación un cuadro comparativo con respecto al clima ecuatorial de alta montaña de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg, con la finalidad de establecer los elementos y factores que intervienen en el clima y que puedan influir en el confort de los potenciales usuarios.

Cuadro 16. Análisis comparativo del clima de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

KÖPPEN		MORILLÓN	POURRUT (INAMHI)
Zona Fundamental E	Clima nevado. <u>La temperatura de todos los meses es inferior a 10 °C (hekeistotérmico)</u>		
Tipos Fundamentales	<p>ET: Clima de tundra. Sin árboles. Temperatura del mes más caluroso superior a 0 °C.</p> <p>EF: Clima de nieve perpetua. Sin vegetación.</p> <p>EB: Clima seco de alta montaña. <u>De tundra o de nieve perpetua. Temperatura de todos los meses inferiores a 10 °C.</u></p>	<p>Bioclima semifrío húmedo:</p> <p><u>Las temperaturas media y mínima se encuentran por debajo de los rangos de confort durante todo el año; la máxima dentro de los rangos. La oscilación diaria es de 10 a 12 °C. Los rangos de humedad relativa mínima están dentro del confort; la media y máxima se ubican por encima del rango durante todo el año. La precipitación pluvial es de aproximadamente 1200 mm por año. Los vientos son fríos en invierno y las noches.</u></p>	<p>Bioclima ecuatorial de alta montaña:</p> <p><u>Esta siempre ubicado sobre los 3000 m de altitud. La temperatura media depende de la altura, pero fluctúa alrededor de los 8oC. La pluviometría anual es variable, comprendida entre los 1000 y 2000 mm, según su altitud.</u></p>
Símbolos, Vegetación /Clima	<p>S Estepa</p> <p>W Desierto</p> <p><u>B Alta montaña</u></p> <p>T Tundra</p> <p>F Hielo perpetuo</p>		

Fuente: (Morillón, 2005) (Pourrut, 1983)

Elaboración: Lazo A.

1.5. Conceptualización del clima Ecuatorial de Alta Montaña

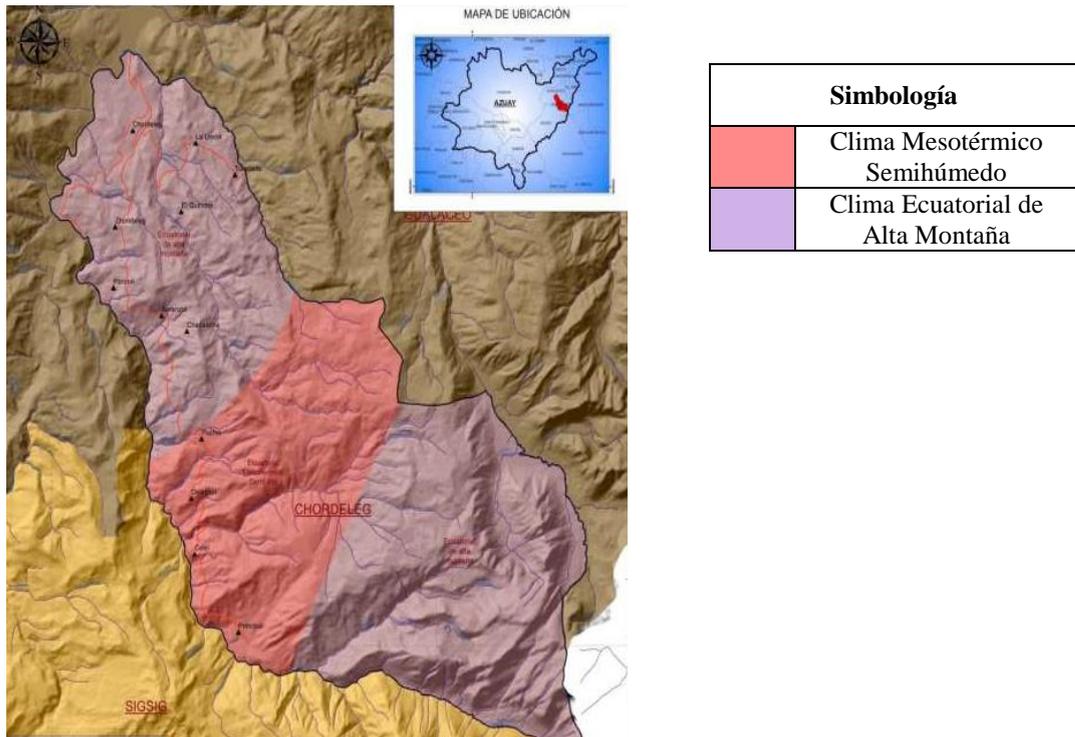
Luego de analizar las diferentes clasificaciones climáticas descritas anteriormente, se presenta el concepto del clima de alta montaña, tomando como referencia la conceptualización que realiza el INAMHI, y aumentando conceptos descritos por los autores anteriormente analizados que los podemos observar en el Cuadro 16.

La Parroquia Principal del Cantón Chordeleg; posee un clima de alta montaña, la oscilación diaria es de 10 a 12°C, las mínimas tienen sin excepción valores inferiores a 0°C y las medias anuales, aunque muy variables, fluctúan casi siempre entre 4 y 8 °C. La gama de los totales pluviométricos anuales es variable, comprendida entre los 1000 y 2000 mm, según su altitud y la mayoría de los aguaceros son de larga duración pero de baja intensidad. La humedad relativa siempre superior a 80%. La vegetación natural es de alta montaña. La humedad relativa media y máxima se encuentran por encima de los rangos de confort. Los vientos son fríos en invierno y por la noche.

1.6. Análisis de Elementos para el Clima Ecuatorial de Alta Montaña

El Cantón Chordeleg se ve influenciado por dos climas: el ecuatorial de alta montaña que influye en el 60% de territorio del Cantón, es de color morado como se puede observar en el Mapa 1. Y el clima ecuatorial mesotérmico semihúmedo en un 40%, es de color marrón como se observa en el Mapa 1.

Mapa 1. Mapa del clima del Cantón Chordeleg.



Fuente: MAE 2012

Elaboración: Equipo consultor 2014.

Para el presente análisis de los elementos del clima se ha considerado los datos del bioclima de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg. Utilizando hojas de cálculo de Excel, programas de tabulación de datos estadísticos y climáticos; los mismos que fueron proporcionados mediante oficio a las oficinas del INAMHI (Quito), dichos datos fueron obtenidos con un rango de 10 años consecutivos desde el año 2004 hasta el año 2014, con la finalidad de poseer datos que nos sirva para la tabulación de los diferentes elementos del clima ecuatorial de alta montaña. A continuación se presenta los datos para los elementos climáticos como son:

Tabla 1. Datos generales de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

Chordeleg-Cuenca - Ecuador		2004-2014		
I	CLIMA	(A)Ca (w0)(w)(e)g	Ecuatorial de alta montaña	
J	BIOCLIMA	FRIO		
A	LATITUD	3°,10'0800	3,17	decimal
A	LONGITUD	78°,44'0100	78,73	decimal
A	ALTITUD	3.205 msnm		

Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal – Cantón Chordeleg

Elaboración: Lazo A.

1.6.1. Temperatura.

Es la transferencia de calor o frío entre cuerpos. Determina el clima de un sector o de un cuerpo mediante la medición de la cantidad de grados (Fahrenheit, centígrados, kelvin) que éstos presenten (García, 1986).

Para determinar la agrupación bioclimática en función de la temperatura se considera la temperatura media del mes más caluroso del año, ya que esta determinara los requisitos de enfriamiento, confort o calentamiento para la estación más cálida. Los rangos de agrupación desde el punto de vista térmico son: (García, 1986).

- Temperatura menor de 21 °C para requerimientos de calentamiento
- Temperatura entre 21 y 26 °C para Zona de Confort Térmico
- Temperatura mayor a 26 °C para requerimientos de enfriamiento.

La temperatura depende de diversos factores, por ejemplo, la inclinación de los rayos solares. También depende del tipo de sustratos (la roca absorbe energía, el hielo la refleja), la dirección y fuerza del viento, la latitud, la altura sobre el nivel del mar, la proximidad de masas de agua. Sin embargo, hay que distinguir entre temperatura y sensación térmica. Aunque el termómetro marque la misma temperatura, la sensación que percibimos depende de factores como la humedad del aire y la fuerza del viento.

Según la Tabla 2, la temperatura media anual de la Parroquia Principal del Cantón

Chordeleg es de 7.5°C. Oscila entre 9.6 y 5.0°C como máximo y mínimo respectivamente, por lo que se considera un sector muy frío, como se observa en el Gráfico 1. Se encuentra bajo la zona de confort definida, lo cual indica que todas las mañanas de todo el año son frías. Los meses comprendidos entre Junio y Septiembre son los más fríos al tener una temperatura entre los 7°C.

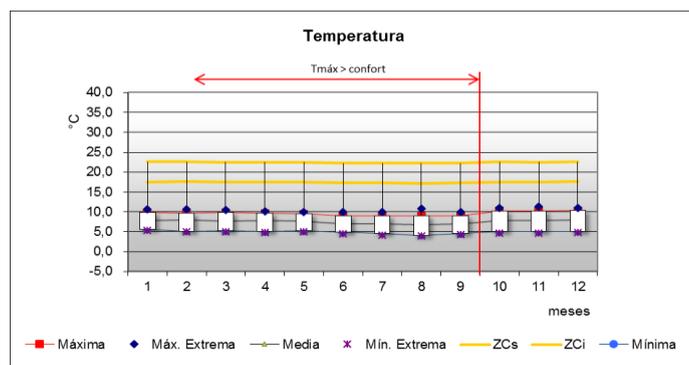
A continuación se presenta tablas y gráficas que ayudan a comprender y analizar los parámetros de la temperatura de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

Tabla 2. Parámetros de temperatura de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

fte	PARÁMETROS	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	Mínima	Máxima	Oscilación anual
TEMPERATURAS																		
A	MÁXIMA EXTREMA	°C	10,7	10,7	10,5	10,1	10,0	10,0	10,0	10,8	10,0	11,0	11,4	11,1	11,4	10,0	11,4	1,5
A	MÁXIMA	°C	9,8	9,7	9,8	9,7	9,5	9,1	9,0	9,0	9,1	10,3	10,3	10,4	9,6	9,0	10,4	1,4
A	MEDIA	°C	7,9	8,0	7,7	7,8	7,6	7,0	6,9	6,9	7,0	7,9	7,9	8,1	7,5	6,9	8,1	1,2
A	MÍNIMA	°C	5,7	5,2	5,2	5,0	5,2	4,9	4,6	4,1	4,6	5,1	5,0	5,1	5,0	4,1	5,7	1,6
A	MÍNIMA EXTREMA	°C	5,4	5,1	5,1	4,8	5,0	4,5	4,1	4,0	4,4	4,7	4,7	4,9	4,7	4,0	5,4	1,5
E	OSCILACION	°C	4,2	4,6	4,6	4,7	4,3	4,2	4,4	4,9	4,6	5,2	5,3	5,3	4,7	4,2	5,3	1,1

Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal – Cantón Chordeleg
Elaboración: Lazo A.

Gráfico 1. Gráfica de la temperatura de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.



Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal – Cantón Chordeleg
Elaboración: Lazo A.

La temperatura media anual de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg, se apega a la definición establecida anteriormente en donde la temperatura media anual del clima ecuatorial de alta montaña es de 8°C.

1.6.2. Presión Atmosférica.

La presión atmosférica en un punto dado es el peso de una columna de aire que se eleva verticalmente desde un punto dado hasta el límite superior de la atmósfera, en otras palabras, la presión es la fuerza que ejerce el aire sobre una cierta unidad de área, por lo tanto la presión depende de la altitud del lugar (García, 1986).

Con una presión alta nos sentimos más cansados, por ejemplo, en un bochornoso día de verano. Con una presión demasiado baja (por ejemplo, por encima de los 3.000 metros) nos sentimos más ligeros, pero también respiramos con mayor dificultad. Las diferencias de presión atmosférica entre distintos puntos de la corteza terrestre hacen que el aire se desplace de un lugar a otro, originando los vientos. (García, 1986).

Según la Tabla 3. La presión atmosférica como promedio anual es de 686.9 hpa en la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg, lo que se considera como una presión alta en relación a la altura del sector de estudio.

A continuación se presenta tablas que ayudan a comprender y analizar los parámetros de la presión atmosférica de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

Tabla 3. Parámetros de presión atmosférica de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

fte	PARÁMETROS	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
			PRESIÓN												
A	MEDIA	hPa	685,5	684,2	683,5	687,5	680,5	682,7	683,5	685,8	698,2	684,0	686,5	683,5	686,9

Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal – Cantón Chordeleg

Elaboración: Lazo A.

1.6.3. Vientos.

Es el movimiento del aire generado como consecuencia de la búsqueda del equilibrio de las presiones. Es un fenómeno de convección en el cual el aire que es calentado por el suelo que

previamente ha recibido radiación solar, se mueve de las zonas de altas presiones a las de baja produciendo viento (Ineti, 2005).

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

El rango de velocidad del viento para espacios interiores está comprendido entre 0.1 y 1.5 m/s. Por debajo de este rango se considera como viento escaso y por arriba como viento fuerte. Para espacios arquitectónicos semi-abiertos al rango puede ampliarse hasta un máximo de 2 m/s.

El viento arrastra las nubes, seca la humedad de una zona y la acumula en otra, provoca tormentas y huracanes, contribuye a la evaporación en mares y lagos. La atmósfera es caliente en los trópicos y fría en las regiones polares. El aire al calentarse pierde densidad y se eleva. El espacio que dejan las masas cálidas que ascienden es ocupado por otras más densas y frías. De esta manera, por la diferencia de temperatura entre los trópicos y los polos, se crea la circulación de los vientos. La geografía de cada región cambia las características locales de los vientos, creando variaciones que influyen en el clima y en los ecosistemas. (Garcia, 1986).

- En las zonas costeras la tierra se calienta durante el día, originando vientos que soplan hacia el mar, más frío. De noche, la tierra se enfría con más rapidez y los vientos invierten su dirección.
- En las zonas de montaña, la dirección de los vientos locales puede cambiar durante el día y la noche. El calentamiento de las laderas por el sol origina vientos que ascienden y a veces provocan tormentas de truenos. El enfriamiento que se produce durante la

noche produce vientos que descienden hacia el valle y ocasionan bolsones de frío que pueden perjudicar a los cultivos.

- En el océano Pacífico se forman nubes cargadas de humedad que los vientos arrastran hacia el continente. Al llegar a la cordillera de los Andes, las nubes ascienden bruscamente, se condensan y llueve en la vertiente occidental. Cuando los vientos llegan al altiplano ya no transportan nubes, son vientos secos y fríos.

Según la Tabla 4. La velocidad media de viento en la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg es de 2.4 m/s es por ello que se considera una zona con vientos fuertes, los vientos predominantes son de suroeste por las mañanas y sureste por las tardes, es por ello que en el Gráfico 2, se indica que los vientos se encuentran sobre la línea de confort debiendo crear las estrategias necesarias para combatir este factor climático desfavorable.

A continuación se presenta tablas y gráficas que ayudan a comprender y analizar los parámetros de viento de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

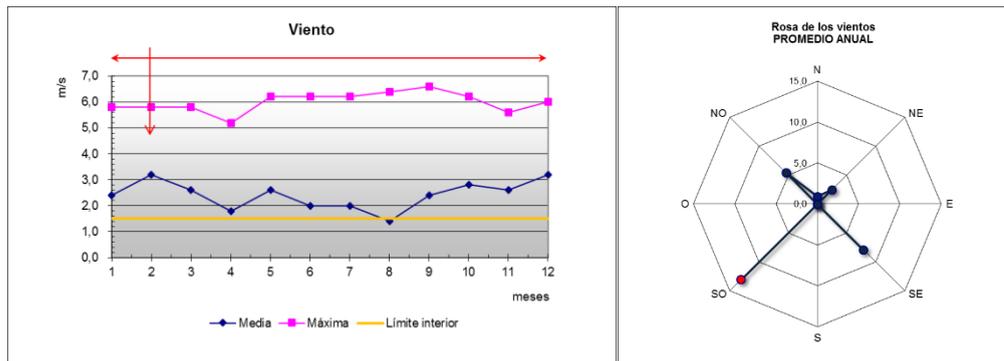
Tabla 4. Parámetros de viento de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

fte	PARÁMETROS	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
VIENTO															
D	DIRECCIÓN DOMINANTE		SW	SW	NW	SW	NW	NW	SW						
D	CALMAS	%	73,0	70,3	70,3	64,9	70,3	70,3	70,3	73,0	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3
D	VELOCIDAD MEDIA	m/s	2,4	3,2	2,6	1,8	2,6	2,0	2,0	1,4	2,4	2,8	2,6	3,2	2,4
D	VELOCIDAD MÁXIMA	m/s	5,8	5,8	5,8	5,2	6,2	6,2	6,2	6,4	6,6	6,2	5,6	6,0	6,6
A	MÁXIMO DIARIO	m/s	2,8	2,9	2,9	2,6	3,1	3,1	3,1	3,2	3,3	3,1	2,8	3,0	3,0

Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal – Cantón Chordeleg

Elaboración: Lazo A.

Gráfico 2. Gráfica de vientos de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.



Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal – Cantón Chordeleg
Elaboración: Lazo A.

1.6.4. Humedad.

Cantidad de Agua o de Vapor de agua existente en la atmósfera, se puede expresar la cantidad real de vapor existente por unidad de volumen de aire (humedad absoluta), o la cantidad de vapor existente por unidad de volumen de aire pero expresada como porcentaje de la cantidad que podría contener (humedad relativa) (Ineti, 2005).

La humedad es clave en la precipitación y en la presencia de nubes, e influye en la temperatura, porque la presencia de humedad en el aire afecta a la disipación del calor, contribuyendo a estabilizar la temperatura y al mismo tiempo porque las nubes apantallan tanto la luz solar y como la radiación infrarroja procedente del calor del suelo, contribuyendo también a estabilizar la temperatura.

Según la Tabla 5. La humedad de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg, oscila entre 96.1% y 73.8% como máximo y mínimo respectivamente. Se considera un sector con tendencia a humedad, como se puede observar en los Gráfico 3, la humedad se encuentra por encima de los límites de confort.

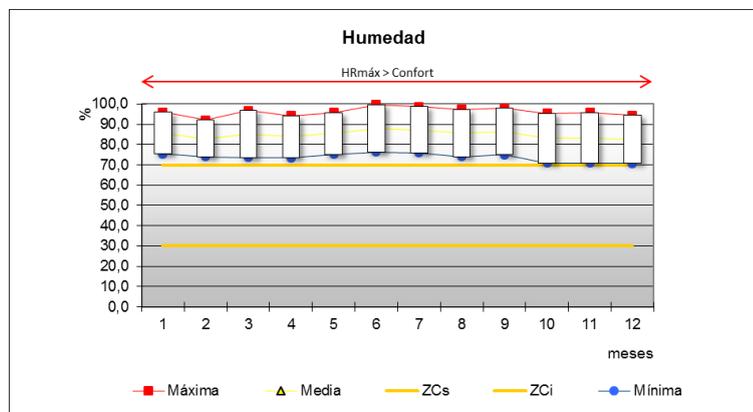
A continuación se presenta tablas y gráficas que ayudan a comprender y analizar los parámetros de humedad de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

Tabla 5. Parámetros de humedad de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

ite	PARÁMETROS	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	Mínima	Máxima	Oscilación anual
HUMEDAD																		
A	TEMP.BULBO HÚMEDO	°C	6,93	6,81	6,66	6,64	6,64	6,22	6,11	5,94	6,14	6,73	6,69	6,81	6,53			
E2	H.R. MÁXIMA	%	95,9	92,0	96,7	94,2	95,8	99,6	98,6	97,3	97,9	95,4	95,7	94,4	96,1	92,0	99,6	7,6
A	H.R. MEDIA	%	85,6	83,0	85,2	83,8	85,5	87,9	87,2	85,7	86,4	83,2	83,3	82,5	85,0	82,5	87,9	5,4
E2	H.R. MÍNIMA	%	75,3	74,0	73,7	73,5	75,2	76,2	75,9	74,0	75,0	71,0	70,8	70,7	73,8	70,7	76,2	5,6
E	PRESIÓN DE VAPOR MEDIA	hPa	0,91	0,89	0,89	0,88	0,89	0,88	0,87	0,85	0,87	0,89	0,88	0,89	0,88	0,89	0,88	
A	EVAPORACIÓN	mm	108,8	132,6	186,0	199,2	203,5	167,9	153,1	149,7	133,2	134,6	116,3	100,9	1785,8			

Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal – Cantón Chordeleg
Elaboración: Lazo A.

Gráfico 3. Gráfica de humedad de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.



Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal – Cantón Chordeleg
Elaboración: Lazo A.

1.6.5. Precipitación pluvial.

Registra el volumen, frecuencia y variabilidad de la lluvia en las distintas zonas de interés el recurso pluvial puede ser considerado, no sólo por estar relacionado con las épocas de máxima humedad, si no que pueden ser consideradas integralmente en el diseño medidas de captación o infiltración (García, Modificación al sistema de Clasificación Climática de Köppen, 1964).

El rango definido para una precipitación moderada está comprendido entre los 650 y 1000 mm. Por debajo de esta cifra la localidad será seca y por arriba será húmeda. Generalmente con lluvias anuales inferiores a 400 mm el clima se puede considerar como desértico. Se

considera lluvia fuerte cuando se sobrepasan los 150 mm de precipitación total mensual y poca lluvia cuando no se alcanzan los 40 mm.

- **Precipitación máxima en 24 horas**

Considerando la precipitación máxima (puntual) en 24 horas, el INAMHI define los siguientes rangos:

- **Lluvia apreciable e inapreciable**

Se llama lluvia apreciable cuando la precipitación sea superior a 0.1 mm, e inapreciable cuando esta se presente por debajo de esta cantidad.

- Mayor a 70mm. intensas
- 50-70 muy fuerte
- De 20 a 50 fuertes
- De 10 a 20 moderadas
- De 5 a 10 ligeras
- Menores de 5 escasas

- **Precipitación máxima en 1 hora**

La intensidad de lluvia se determina de acuerdo a los siguientes criterios:

Cuadro 17. Clasificación de la intensidad de la precipitación pluvial.

Intensidad	mm/h	Criterios
Ligera	< 2.5	Las gotas son fácilmente identificables, unas de otras, las superficies expuestas secas tardan más de dos minutos en mojarse completamente.
Moderada	2.5 – 7.5	No se pueden identificar gotas individuales, los charcos se forman rápidamente. Las salpicaduras de la precipitación se observan hasta cierta altura del suelo o de otras superficies planas.
Fuerte	> 7.5	La visibilidad es bastante restringida y las salpicaduras que se producen sobre la superficie se levantan varios cm del piso.

Fuente: INAMHI

Elaboración: Andrés Lazo T.

La precipitación es una parte importante del ciclo hidrológico, llevando agua dulce a la parte emergida de la corteza terrestre y por ende, favoreciendo la vida en nuestro planeta, tanto de animales como de vegetales, que requieren agua para vivir. La precipitación se genera en las nubes cuando 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.

Según la Tabla 6. La Precipitación pluvial en la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg, oscila entre 1027.08 y 298.8mm como máximo y mínimo respectivamente, por lo que se considera un sector lluvioso sobre todo en los primeros meses del año. Entre los meses de febrero y mayo se incrementa la precipitación, baja en los meses comprendidos entre julio y septiembre y se presenta otro incremento en los meses de octubre en adelante como se puede observar en el Gráfico 4.

A continuación se presenta tablas y gráficas que ayudan a comprender y analizar los parámetros de precipitación pluvial de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

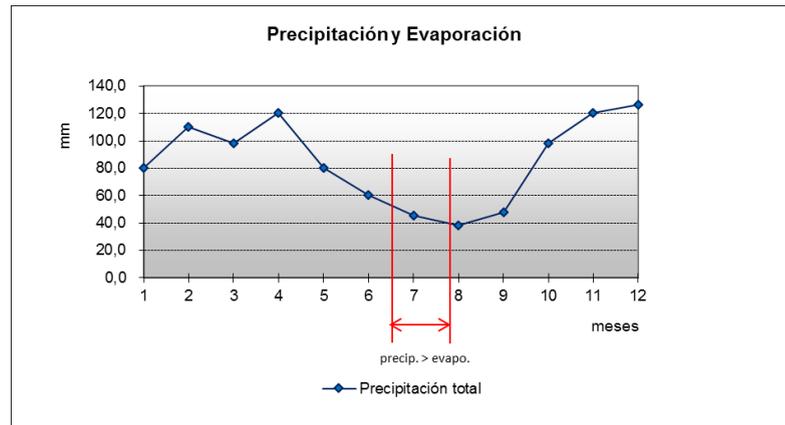
Tabla 6. Parámetros de precipitación pluvial de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

Ítem	PARÁMETROS	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	Mínima	Máxima	Oscilación anual
PRECIPITACIÓN																		
A	MEDIA (TOTAL)	mm	80,5	110,2	98,5	120,3	80,5	60,2	45,7	38,2	47,9	98,5	120,5	126,3	1.027,08	38,2	126,3	88,1
A	MÁXIMA	mm	134,8	157,7	172,9	183,9	130,0	96,3	103,8	60,0	81,0	147,5	201,2	363,3	363,3	60,0	363,3	303,3
A	MÁXIMA EN 24 HRS.	mm	39,1	87,2	52,8	48,4	38,1	35,9	29,3	31,8	38,4	39,7	48,0	61,7	87,2	29,3	87,2	57,9
A	MÁXIMA EN 1 HR.	mm	11,4	8,1	12,8	3,0	26,2	53,5	50,0	30,0	24,5	20,7	15,8	3,9	53,5	3,0	53,5	50,5
B	MÍNIMA	mm	20,3	12,4	43,5	24,8	26,4	33,0	12,0	15,0	8,9	43,2	39,2	42,3	321,0			

Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal – Cantón Chordeleg

Elaboración: Lazo A.

Gráfico 4. Gráfica de precipitación y evaporación de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.



Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal – Cantón Chordeleg
Elaboración: Lazo A.

1.6.6. Nubosidad.

La nubosidad se mide en décimos u octavos de cielo cubierto. El INAMHI utiliza octavos y en función de ellos establece tres estados del cielo:

- Cielo despejado, cuando las nubes cubren un máximo de 2/8 partes del cielo
- Cielo medio nublado, cuando las nubes cubren de 2/8 a 6/8 partes del cielo
- Cielo nublado, cuando las nubes cubren más de 6/8 partes del cielo

La nubosidad tiene un doble efecto en el clima en función de la altura de las nubes. Así las nubes bajas provocan un enfriamiento climático, mientras que las nubes altas implican un calentamiento. Así la nubosidad baja, formada por estratos y estratocúmulos, provoca una reflexión de la radiación solar cosa que da lugar a unas temperaturas más bajas, especialmente las máximas y durante el verano. No obstante en invierno la mayor parte de los días con cielo tapado con este tipo de nube son más cálidos que los días serenos. Esto es causado por la fuerte irradiación térmica que se da en la superficie durante las noches invernales, por este motivo se forman intensas inversiones térmicas a las llanuras y cuencas interiores que dan lugar a temperaturas mínimas mucho más bajas que con cielo cubierto de nubes.

Según la Tabla 7. Al ser una zona de constantes precipitaciones los días nublados son más representativos que los despejados o soleados, por lo general existen días más nublados entre los meses de mayo hasta agosto como se puede apreciar en el Gráfico 5. A continuación se presenta tablas y gráficas que ayudan a comprender y analizar los parámetros de nubosidad de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

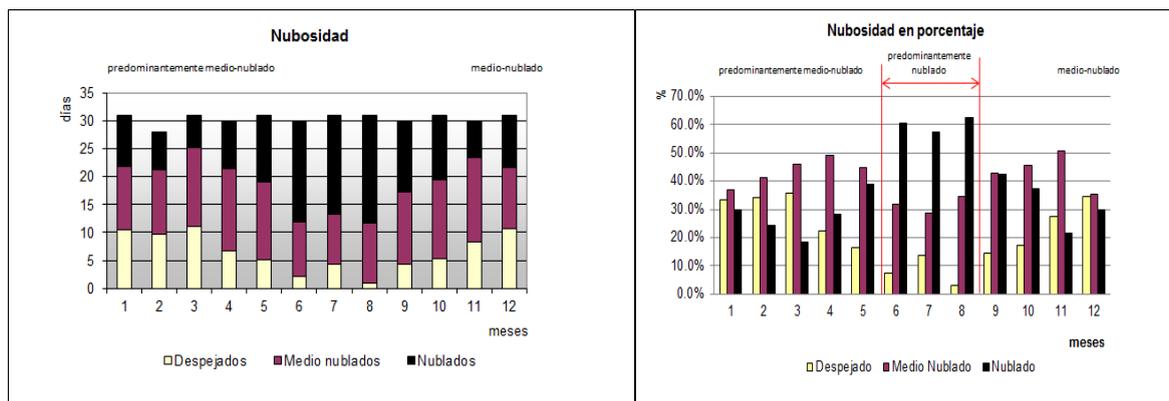
Tabla 7. Parámetros de nubosidad de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

fte	PARÁMETROS	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
A	DÍAS DESPEJADOS	días	10,4	9,6	11,1	6,7	5,1	2,2	4,3	0,9	4,4	5,3	8,3	10,7	79,0
A	MEDIO NUBLADOS	días	11,4	11,6	14,2	14,8	13,9	9,6	8,9	10,7	12,9	14,1	15,2	11,0	148,3
A	DÍAS NUBLADOS	días	9,2	6,8	5,7	8,5	12,0	18,2	17,8	19,4	12,7	11,6	6,5	9,3	137,7

Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal – Cantón Chordeleg

Elaboración: Lazo A.

Gráfico 5. Gráfica de nubosidad de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.



Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal – Cantón Chordeleg

Elaboración: Lazo A.

1.6.7. Radiación solar.

Es el flujo de energía que recibimos del sol en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias (luz visible, infrarroja y ultravioleta).

Los efectos de la radiación solar sobre el ser humano son térmicos, higiénicos y psicológicos. Es uno de los elementos básicos por estudiar en el diseño, debido a que representa

los condicionantes básicos para el confort en una habitación: iluminación natural y control térmico. Un diseño bien planeado tiene en consideración el aspecto de la radiación solar para determinar la orientación y ancho de las calles del conjunto, orientación y altura de las edificaciones y espacios libres y tipos de diseño de edificios. Por otro lado, representa una fuente de energía renovable que debe de ser aprovechada cuando sea posible, ya que contribuye a reducir el gasto energético y la contaminación urbana.

Acerca de la selección de sitios para la construcción bioclimática, (Olgay, 2002) recomienda que si se tienen dos territorios con el mismo índice de radiación, tomando en cuenta que las mañanas son más frescas que las tardes, debe dársele prioridad al que se encuentre hacia el este.

En cuanto al aspecto lumínico de la radiación solar, es esta la que ofrece uno de los más elevados rendimientos. Esto quiere decir que utilizando la iluminación natural logra reducirse la cantidad de calor que comparativamente produce la iluminación artificial, y se mejoran las condiciones de visibilidad al interior de una edificación, ya que como afirma el autor citado, la luz solar reproduce de la mejor manera posible los colores.

La Radiación Solar en nuestro país es casi constante debido a que estamos situados en la línea ecuatorial, es por ello que las radiaciones máximas directa se encuentra dentro de la línea de confort con un valor de 577.3 W/m^2 y la radiación máxima total se encuentra sobre la línea de confort con un valor de 760.1 W/m^2 como se muestra en la Tabla 8 y Gráfico 5. Sin embargo como se indicaba anteriormente esto favorece debido a que nuestra zona de análisis es frío.

A continuación se presenta tablas y gráficas que ayudan a comprender y analizar los parámetros de radiación solar de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

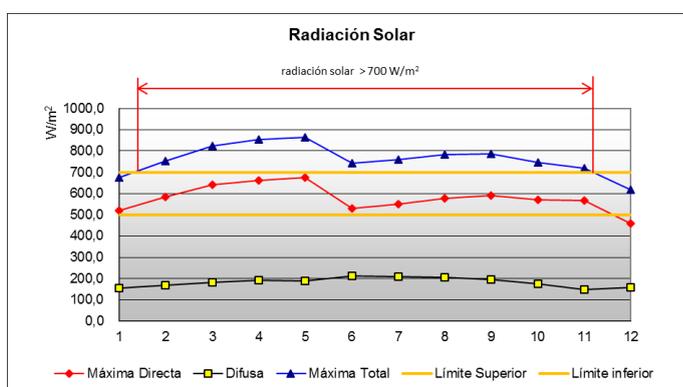
Tabla 8. Parámetros de radiación solar de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

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	521,0	585,0	642,0	661,0	676,0	530,0	549,0	576,0	591,0	570,0	568,0	459,0	577,3
E	RADIACIÓN MÁXIMA DIFUSA	W/m ²	155,0	167,0	181,0	192,0	189,0	212,0	210,0	206,0	195,0	177,0	150,0	159,0	182,8
C	RADIACIÓN MÁXIMA TOTAL	W/m ²	676,0	752,0	823,0	853,0	865,0	742,0	759,0	782,0	786,0	747,0	718,0	618,0	760,1
A	INSOLACIÓN TOTAL	hr	276,0	236,0	200,0	204,0	223,0	210,0	231,0	234,0	224,0	241,0	266,0	277,0	2.822,0

Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal – Cantón Chordeleg

Elaboración: Lazo A.

Gráfico 6. Gráfica de radiación solar de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.



Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal – Cantón Chordeleg

Elaboración: Lazo A.

1.7. Análisis de Factores para el clima Ecuatorial de Alta Montaña

1.7.1. Altitud.

Distancia vertical de un plano horizontal hasta el nivel del mar; se mide en metros sobre el nivel medio del mar (msnm) (Viqueiras, 2002).

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

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

La altitud influye de manera que a mayor altura la temperatura y la presión disminuyen, en cambio a menor altura aumentan, por lo tanto una localidad que esté a mayor altura tendrá un clima más frío que una a menor altura.

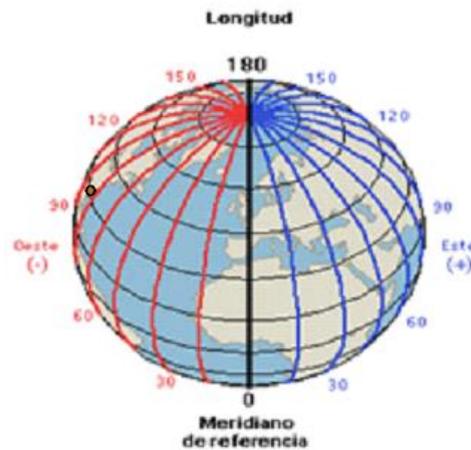
En el Cantón Chordeleg la altura varía desde 2.220 msnm en las playas del río Santa Bárbara hasta una altura máxima de 3.940 msnm en la zona más alta de páramo y que actualmente corresponde al Área de Bosque y Vegetación Protectora del río Zhío, en las parroquias de Principal y Delegsol.

De acuerdo al piso altitudinal Chordeleg tiene 3 clasificaciones: el piso montano, montano alto y el páramo. 51,07% corresponde al piso montano alto, 31,38% pertenece al piso montano y 17, 56% son territorios de páramo a más de 3.600 m.s.n.m. Además las pendientes son muy pronunciadas, el 38% del Cantón tiene pendientes mayores al 50% en las cuales es difícil hacer cualquier actividad agrícola o ganadera.

1.7.2. Longitud.

Es la distancia que existe entre un punto cualquiera de la superficie terrestre y el meridiano de Greenwich. Se mide sobre el paralelo que pasa por dicho punto. Aquellos puntos que se encuentran al Oriente del meridiano de Greenwich tienen longitud Oeste. La longitud se expresa en grados, minutos y segundos a partir de 0° (en el meridiano de Greenwich) hasta 180°, hacia el Este como hacia el Oeste. Los polos no tienen longitud.

Imagen 1. Longitud geográfica del planeta Tierra.



Fuente: <http://www.xn--elcaminoespaol-1nb.com/wp-content/uploads/2015/10/4.png>

La Parroquia Principal del Cantón Chordeleg está en la longitud $78^{\circ}44'01.00''$ O, como se observa en la Imagen 1.

1.7.3. Latitud.

Distancia Angular de un punto sobre la superficie terrestre al Ecuador; se mide en grados, minutos y segundos, determina la incidencia de los rayos solares sobre la Tierra en un punto determinado (Viqueiras, 2002).

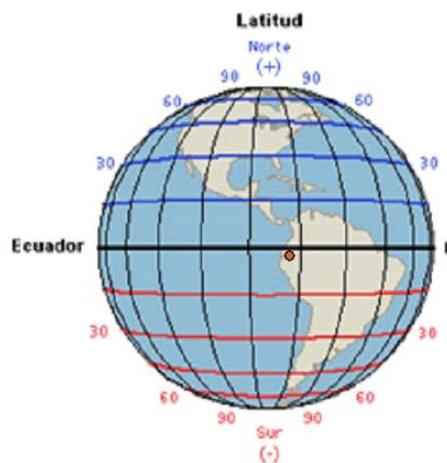
La Latitud de cada región determinará factores bioclimáticos específicos como la cantidad de horas sol, vegetación, sistema de vientos, entre otros.

La influencia de la latitud en la temperatura es muy grande. El ángulo de incidencia de los rayos solares determina la cantidad de calor que recibe una superficie. La latitud y la curvatura terrestre determinan ese ángulo. La zona intertropical (entre ambos trópicos) es la que recibe mayor cantidad de calor porque los rayos solares inciden más perpendicularmente sobre ella. A medida que nos alejamos del Ecuador, los rayos solares inciden con mayor oblicuidad sobre la superficie terrestre. Solsticio que tiene lugar en el mes de junio, los rayos solares llegan

muy verticales al trópico de Cáncer y, aunque el Ecuador celeste del planeta la Tierra está más alejado del Sol, empieza el verano en el hemisferio norte, que coincide con el comienzo del invierno en el hemisferio sur. En el solsticio de diciembre, los rayos solares llegan muy verticales al otro trópico, el de Capricornio, y entonces es cuando empieza el verano en el hemisferio sur y el invierno en el hemisferio norte.

La Parroquia Principal del Cantón Chordeleg se encuentra en la latitud de $3^{\circ}10'08.00''$ S, como se puede observar en la Imagen 2.

Imagen 2. Latitud geográfica del planeta Tierra.



Fuente: <http://www.xn--elcaminoespaol-1nb.com/wp-content/uploads/2015/10/4.png>

1.7.4. Orografía.

La orografía es la parte de la geografía física que se dedica a la descripción de montañas. A través de sus representaciones cartográficas (mapas), es posible visualizar y estudiar el relieve de una región (Viqueiras, 2002).

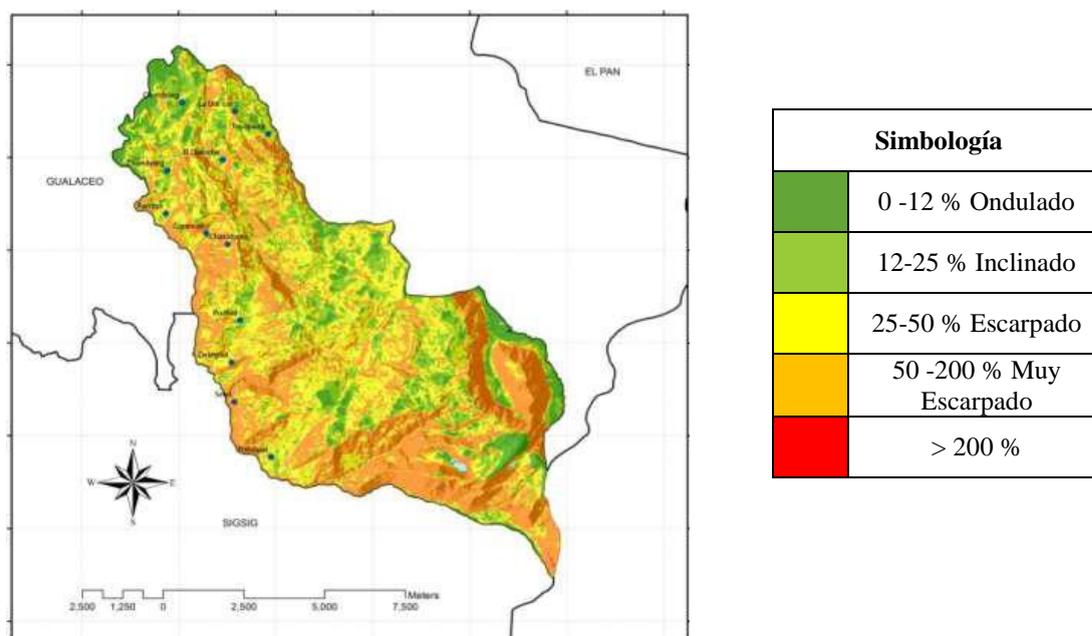
Los accidentes topográficos y geográficos son determinantes de pequeñas variaciones del clima que pueden ser aprovechadas, el mismo efecto que tienen los accidentes naturales, poseen los realizados por el hombre a lo largo de la historia, así un edificio, un embalse, una

ciudad, que genere el efecto de isla, una urbanización y distintas intervenciones a distintas escalas, influyen en el clima de una región y lo puede modificar radicalmente al compararlo con los datos estadísticos para una determinada zona climática.

El Cantón Chordeleg de acuerdo al piso altitudinal tiene 3 clasificaciones: el piso montano, montano alto y el páramo. 51,07% corresponde al piso montano alto, 31,38% pertenece al piso montano y 17,56% son territorios de páramo a más de 3.600 m.s.n.m.

Además las pendientes son muy pronunciadas, el 38% del Cantón tiene pendientes mayores al 50% en las cuales es difícil hacer cualquier actividad agrícola o ganadera.

Mapa 2. Mapa orográfico del Cantón Chordeleg.



Fuente: CRP 2008
Elaboración: Equipo consultor 2012.

Cuadro 18. Relieve del Cantón Chordeleg.

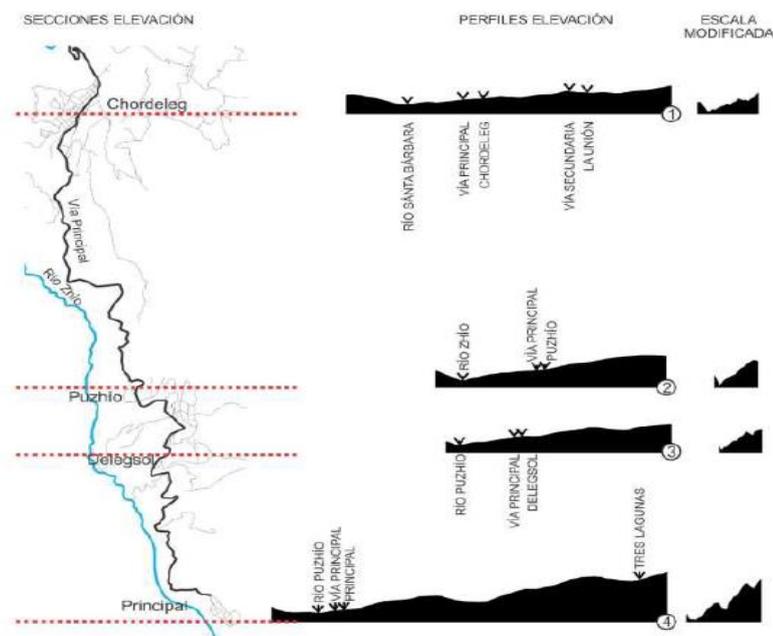
TIPO	RELIEVE	DESCRIPCION
FORMACIONES VEGETALES	Bosque húmedo montano bajo 36,61%	Un bosque siempre verde montano que tiene un aspecto húmedo.
	Bosque seco montano bajo 20,43%	Corresponden a los valles secos entre 1.400 y 2.500 msnm. Los árboles se encuentran dispersos y alcanzan máximo 8 a 10 m.

	Bosque muy húmedo montano 26,90%	Se extienden desde los 3.000 hasta los 3.400 msnm. Incluye la "Ceja Andina" o vegetación de transición entre los bosques montano altos y el páramo.
	Páramo pluvial subalpino 16,06%	Los páramos de pajonales ocupan la mayor parte de las tierras entre los 3.400 y 4.000 msnm
PISOS BIOCLIMÁTICOS	Montano 31,38%	Es propicio para el desarrollo de la agricultura y ganadería
	Montano alto 51,07%	Está considerado en su mayor parte como zona de protección.
	Páramo 17,56%	Debido a los servicios ecosistémicos que presta, el páramo, se lo debe considerar de conservación estricta
PENDIENTES	Ondulado 10 %	Pendientes entre 0 y 12%
	Inclinado 16 %	Pendientes entre 12,1 y 25%
	Escarpado 36 %	Pendientes entre 25,1 y 50%
	Muy escarpado 38%	Pendientes mayores al 50,1%

Fuente: CRP 2008
Elaboración: Lazo A.

A continuación se presenta la imagen de la topografía donde se puede notar y analizar la extensión y topografía del Cantón Chordeleg, desde distintos puntos focales.

Imagen 3. Topografía y Cuencas visuales del Cantón Chordeleg.



Fuente: Equipo consultor 2014
Elaboración: Equipo consultor 2014

1.7.5. Tipo de Suelo.

El suelo es la parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que proviene de la desintegración o alteración física y química de las rocas y de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre ella (Viqueiras, 2002).

Los suelos no siempre son iguales y cambian de un lugar a otro por razones climáticas y ambientales, de igual forma los suelos cambian su estructura, estas variaciones son lentas y graduales. El suelo está formado por varios componentes como rocas, arena, arcilla, humus (materia orgánica en descomposición), minerales y otros elementos en diferentes proporciones.

El suelo se ve afectado por el clima, por ejemplo, las lluvias destacan ya que lixivian las capas superficiales conforme las van infiltrando, lo que ocasiona que tenga una escasa fertilidad, cuando las lluvias son escasas, las sales de los minerales se concentran en la superficie, lo cual tampoco es de gran utilidad en el momento de la fertilidad de los suelos. Dentro del Cantón Chordeleg existen 8 tipos de suelos.

Cuadro 19. Suelos del Cantón Chordeleg.

CLASE TEXTURAL	DESCRIPCIÓN	EXTENSIÓN	%
DYSTROPEPTS	Suelos de clima húmedo, con excesiva percolación, negros y con exceso de lavado, muy ácidos.	2643,38 ha	25.2
DYSTROPEPTS - HISTIC HYDRANDEPT S y/o HISTIC CRYANDEPTS	Estos suelos son una mezcla de los excesivamente húmedos, con mucha hidratación y los que tienden a recibir heladas.	692,2 ha.	6.6
HISTIC HYDRANDEPTS y/o CRYANDEPTS	Suelo mal drenado con poco desarrollo. Algunos presentan pequeñas acumulaciones orgánicas en la superficie	5,8 ha.	0.1
HISTIC HYDRANDEPTS y/o HISTIC CRYANDEPTS	Asociado con suelos derivados de cenizas volcánicas con problemas de drenaje	3661,7 ha.	34.9
TROPOHEMIST CRYAQUEPTS y/o	Suelos rojos o pardos- amarillentos arcillosos (caolinita). Suelos negros con retención de agua de 100-200% franco a franco arenosos; derivados de materiales piroclásticos, presentes en el aturas superiores a 2400 msnm	419,27 ha.	4.0

TROPUDALFS y/o EUTROPEPTS	Suelos rojos o pardo amarillentos, arcillosos. Presencia de caolinitas en superficie y montmorillonita en profundidad. Saturación de bases >50% por la presencia de potasio (K)	926,88 ha.	8.8
UDERTS	Suelos que generalmente se encuentran en zonas con estación seca marcada y presentan un pH neutro.	1862,82 ha.	17.7
USTORTHENTS	Suelos erosionados muy poco profundos con abundante piedra, que presentan relieves homogéneos de disección fuerte, presentes en áreas secas con pH neutro.	286,93 ha.	2.7

Fuente: CRP 2008

Elaboración: Equipo consultor 2014

De acuerdo a la tabla anterior el suelo que predomina en el Cantón Chordeleg es la combinación de Histic Hydrandepts y/o Histic Cryandepts, que son suelos con buena humedad y materia orgánica, que teóricamente son buenos para el desarrollo agrícola.

1.7.6. Agua.

El agua es la sustancia líquida, transparente, inodora, incolora e insípida, fundamental para el desarrollo de la vida en la Tierra, cuya composición molecular está constituida por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, manifiesta en su fórmula química H₂O (Viqueiras, 2002).

Como tal, el agua es la sustancia más abundante del planeta, al punto de que ocupa más de 70% de la superficie terrestre en sus tres estados: líquido, sólido y gaseoso. De ella se forman las nubes, la lluvia, la nieve, los ríos, lagos y mares; y de ella además están constituidos todos los organismos vivos y muchos compuestos naturales.

Las corrientes marinas permiten que masas de agua cálidas o frías trasladen de un lugar a otro, debido a que la densidad del agua cálida es menor que la del agua fría, provocando que el agua cálida tienda a subir la superficie, provocando con ello cambios bruscos en las condiciones atmosféricas imperantes, sumándole a esto la influencia de vientos para el movimiento de dichas corrientes.

El Cantón Chordeleg abarca cuatro microcuencas: Gualaceo Bajo, San Francisco, Zhío e Ishpingo. Para conocer la oferta y demanda hídrica se necesita conocer la hidrometeorología de la zona en el Cantón Chordeleg, para lo cual se tendrá que analizar los principales parámetros que intervienen en el ciclo del agua, como son: temperatura, precipitación y evapotranspiración. Esto permite conocer los recursos hídricos superficiales disponibles a nivel del Cantón y sus microcuencas.

En la Tierra, el agua sirve de medio para transferencia de energía y materia, que es responsable del clima y las condiciones del tiempo la cual sirve como un ducto de desperdicios y controla su degradación. A la interacción entre la atmósfera, los océanos y la Tierra que controlan la temperatura del planeta se le llama ciclo hidrológico.

El vapor de agua es el gas invernadero en la Tierra más importante, los gases invernadero tienen un gran efecto sobre el clima; existen varios, los más importantes son: dióxido de carbono, vapor de agua, metano y óxido nitroso. Todos estos gases tienen moléculas con dos o más átomos los cuales se mantienen unidos con suficiente espacio entre sí para poder vibrar cuando absorben calor.

1.7.7. Vegetación.

La vegetación es la cobertura de plantas (flora) salvajes o cultivadas que crecen espontáneamente sobre una superficie de suelo o en un medio acuático (Viqueiras, 2002).

Contribuye a la estabilización de las pendientes, ayuda a controlar la erosión, influye en la cantidad y calidad del agua, contribuye a mejorar el microclima, actúa como filtro o barrera contra la radiación solar y los vientos, así como de varios tipos de contaminación (ambiental, de ruido, etc.) y sirve de hábitat para especies animales. Es por ello que deben emplearse siempre variedades de vegetación autóctona, porque ya está adaptada al medio; utilizar plantas trepadoras en paredes y arbustos en techos logra una mayor presencia de vegetación (Higueras,

2006). La vegetación natural es escuálida, es decir existen pocos matorrales, altamisas, zhiranes, manzanilla, sembríos de maíz, quiquyo, agaves, árboles de capulí, árboles de nogales guarangos, santa maría, chilcos, pencos, hierba del infante, etc. En el sector Principal se puede encontrar vegetación de pajonal, bosque de romerillo y humedales por estar sobre los 3000 m.s.n.m.

Cuadro 20. Tipo de vegetación de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Características	Altura (m)	Diámetro (m)	Crecimiento	Figura
Pajonal (paja de cerro)	Stipa Ichu	Se adapta bien desde los 2500 hasta los 3000 m.s.n.m. Soporta un clima del altiplano andino, árido, pedregoso, arenoso.	1.80	0.70	Rápido	
Bosque montano (romerillo)	Prumnopitys montana	Se adapta bien desde los 3000 m.s.n.m.	15-20	4-5	Lento	
Humedal	Plantago rígida	Se adapta bien desde los 2000 hasta los 2900 m.s.n.m.	0.5-0.6	1	Medio	

Fuente: Equipo consultor. MAE 2012, Torres, L. 2006

Elaboración: Lazo A.

1.8. Resultados capítulo clima

Cuadro 21. Resumen del clima de alta montaña.

<p>CLIMA ECUATORIAL DE ALTA MONTAÑA, PARROQUIA PRINCIPAL DEL CANTÓN CHORDELEG</p> <p>La Parroquia Principal del Cantón Chordeleg posee un clima de alta montaña, la oscilación diaria es de 10 a 12°C, las mínimas tienen sin excepción valores inferiores a 0°C y las medias anuales, aunque muy variables, fluctúan casi siempre entre 4 y 8°C. La gama de los totales pluviométricos anuales es variable, comprendida entre los 1000 y 2000 mm, según su altitud y la mayoría de los aguaceros son de larga duración pero de baja intensidad. La humedad relativa siempre superior a 80%. La vegetación natural es de alta montaña. La humedad relativa media y máxima se encuentran por encima de los rangos de confort. Los vientos son fríos en invierno y por la noche.</p>

ELEMENTOS DEL CLIMA	Temperatura	La temperatura media anual de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg es de 7.5 °C. Oscila entre 9.6 y 5.0 °C como máximo y mínimo respectivamente.
	Presión Atmosférica	La presión atmosférica en la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg tiene un promedio anual es de 686.9 hpa.
	Viento	La velocidad media de viento en la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg es de 2.4 m/s es por ello que se considera una zona vientos fuertes.
	Humedad	La humedad de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg oscila entre 96.1 % y 73.8 % como máximo y mínimo respectivamente.
	Precipitación Pluvial	La Precipitación pluvial en la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg oscila entre 1027.08mm y 298.8mm como máximo y mínimo respectivamente.
	Nubosidad	Al ser una zona de constantes precipitaciones los días nublados son más representativos que los despejados o soleados, por lo general existen días más nublados entre los meses de Mayo hasta Agosto.
	Radiación Solar	La Radiación Solar en nuestro país es casi constante debido a que estamos situados en la línea ecuatorial, es por ello que las radiaciones máximas directa se encuentra dentro de la línea de confort con un valor de 577.3 W/m ² y la radiación máxima total se encuentra sobre la línea de confort con un valor de 760.1 W/m ²
	Altitud	En el Cantón Chordeleg la altura varía desde 2.220 msnm en las playas del río Santa Bárbara hasta una altura máxima de 3.940 msnm en la zona más alta de páramo y que actualmente corresponde al Área de Bosque y Vegetación Protectora del río Zhío, en las parroquias de Principal y Delegsol
	Longitud	La Parroquia Principal del Cantón Chordeleg está en la longitud 78°44'01.00" O.
	Latitud	La Parroquia Principal del Cantón Chordeleg se encuentra en la latitud de 3°10'08.00" S.
	Orografía	El Cantón Chordeleg de acuerdo al piso altitudinal tiene 3 clasificaciones: el piso montano, montano alto y el páramo. 51,07% corresponde al piso montano alto, 31,38% pertenece al piso montano y 17, 56% son territorios de páramo a más de 3.600 m.s.n.m.

FACTORES DEL CLIMA	Tipo de Suelo	<p>Dentro del Cantón Chordeleg existen 8 tipos de suelos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - DYSTROPEPTS - DYSTROPEPTS- HISTIC HYDRANDEPT S y/o HISTIC CRYANDEPTS - HISTIC HYDRANDEPTS y/o CRYANDEPTS - HISTIC HYDRANDEPTS y/o HISTIC CRYANDEPTS - TROPOHEMIST y/o CRYAQUEPTS - TROPUDALFS y/o EUTROPEPTS - UDERTS
	Agua	<p>El cantón Chordeleg abarca cuatro microcuencas: Gualaceo Bajo, San Francisco, Zhío e Ishpingo</p>
	Vegetación	<p>La vegetación natural es escuálida, es decir existen pocos matorrales, altamisas, zhiranes, manzanilla, sembríos de maíz, quiquyo, agaves, árboles de capulí, árboles de nogales guarangos, santa maría, chilcos, pencos, hierba del infante, etc. En la Parroquia Principal se puede encontrar vegetación de pajonal, bosque de romerillo y humedales por estar sobre los 3000 m.s.n.m.</p>

Elaboración: Lazo A.

1.9. Conclusiones.

Conocer y respetar al clima como uno de los factores más importantes geográficamente en la morfología arquitectónica, es una tarea fundamental del diseñador, tan importante como la parte funcional, la estética o parte constructiva del proyecto. Adaptar la arquitectura al clima demanda examinar el potencial que este ofrece para lograr confort térmico en las edificaciones, es por ello, que el estudio del clima en la arquitectura es de gran importancia tanto por la gran influencia que ejerce sobre el hombre y sus actividades cotidianas.

En el presente capítulo que se concluye, se ha realizado una revisión de conceptos y clasificaciones a nivel Internacional, Regional y Local sobre el clima, además de revisar los

factores y elementos del clima Ecuatorial de Alta Montaña en la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg, se cumplió con la tarea de describir el entorno ambiental en el que se inserta y conjuga la arquitectura y con el que se establece sus relaciones de intercambio.

Queda planteada y descrita la base o soporte ambiental sobre la que se toma las decisiones climáticas para establecer las recomendaciones bioclimáticas basados en los factores y elementos del clima. Se utiliza los elementos como la temperatura, la humedad del clima ecuatorial de alta montaña, para el capítulo II de confort y para la elaboración de los diagramas bioclimáticos en el capítulo III.

CAPÍTULO

2



CONFORT

2.1. Introducción

El hombre capta el mundo externo e interno mediante órganos llamados receptores, sensibilizados para unos estímulos específicos y que son transmitidos al sistema nervioso central. Dentro de los sentidos receptores tenemos los endoperceptivos, que son los que perciben el mundo interno (su estado visceral y su equilibrio) y extraperceptivos, que son los que perciben el mundo exterior (vista, oído, tacto, olfato y gusto) (Murillo, 2011).

El confort se refiere de manera más puntual a un estado de percepción ambiental momentáneo (casi instantáneo), el cuál ciertamente está determinado por el estado de salud del individuo, pero además por muchos otros factores, los cuales se pueden dividir en forma genérica 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 (Organization, 2006):

- 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.

- Factores externos que determinan el confort:

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.

Si bien el confort se obtiene a través de la integración de todos los factores y estímulos recibidos por el cuerpo 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:

- Confort Térmico,
- Confort Lumínico,
- Confort Acústico,
- Confort Olfativo,
- Confort Psicológico.

2.2. Confort Hígro – Térmico

El confort térmico se refiere a la percepción del medio ambiente circundante que se da principalmente a través de la piel aunque en el intercambio térmico entre el cuerpo y el ambiente los pulmones intervienen de manera importante.

Para comprender el comportamiento térmico del cuerpo humano ante los factores ambientales es necesario conocer algunos aspectos fisiológicos. El cuerpo humano es un organismo sumamente complejo que tiene que desarrollar múltiples funciones para mantener su equilibrio e interactuar adecuadamente con su entorno. En oposición a los animales de sangre fría, cuya temperatura se adapta a la del medio ambiente, el hombre debe mantener constante su temperatura corporal (entre 36.5 °C y 37.5 °C) bajo cualquier condición climática. La energía necesaria para lograr ésta autorregulación se obtiene a través de la oxidación de los alimentos.

La mayoría de los procesos bioquímicos implicados en la formación de tejido, en la conversión de energía y el trabajo muscular (procesos metabólicos) son exotérmicos, es decir, producen calor. La producción total de calor metabólico puede dividirse en: metabolismo basal, es decir, la energía calorífica producida por todas las transformaciones implícitas en los procesos automáticos y vegetativos; y el metabolismo muscular que es la energía calorífica producida por los músculos al llevar a cabo un trabajo controlado de manera consciente (Murillo, 2011).

2.2.1. Mecanismos de regulación térmica o Termorregulación.

Todos los seres humanos poseen una temperatura corporal neutra, es decir una temperatura en que prefiere sentir el frío o calor del ambiente, a esto se le denomina una situación de neutralidad térmica sin necesidad de usar mecanismos de termorregulación. Una temperatura neutra es aquella que se encuentra entre los 36.5 grados y los 37.5 grados, siendo la temperatura de 37 grados la normal (Murillo, 2011).

Al comparar la temperatura interna corporal con la temperatura neutra podemos presentar las siguientes zonas de respuesta y comportamientos:

- 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 = Se inicia la sudoración.
- Temperatura del cuerpo mayor a 39° C = Se inicia la perdida de habilidad.
- Temperatura del cuerpo mayor a 43° C = Esta situación es letal.

Existen los siguientes tipos de termorregulación:

- **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 cardíaco 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 cardíaco 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.

Pero además el cuerpo hace uso de la energía metabólica interna y si es necesario provoca movimientos corporales involuntarios como el estremecimiento o fricción para generar más calor.

- **Regulación de comportamiento**

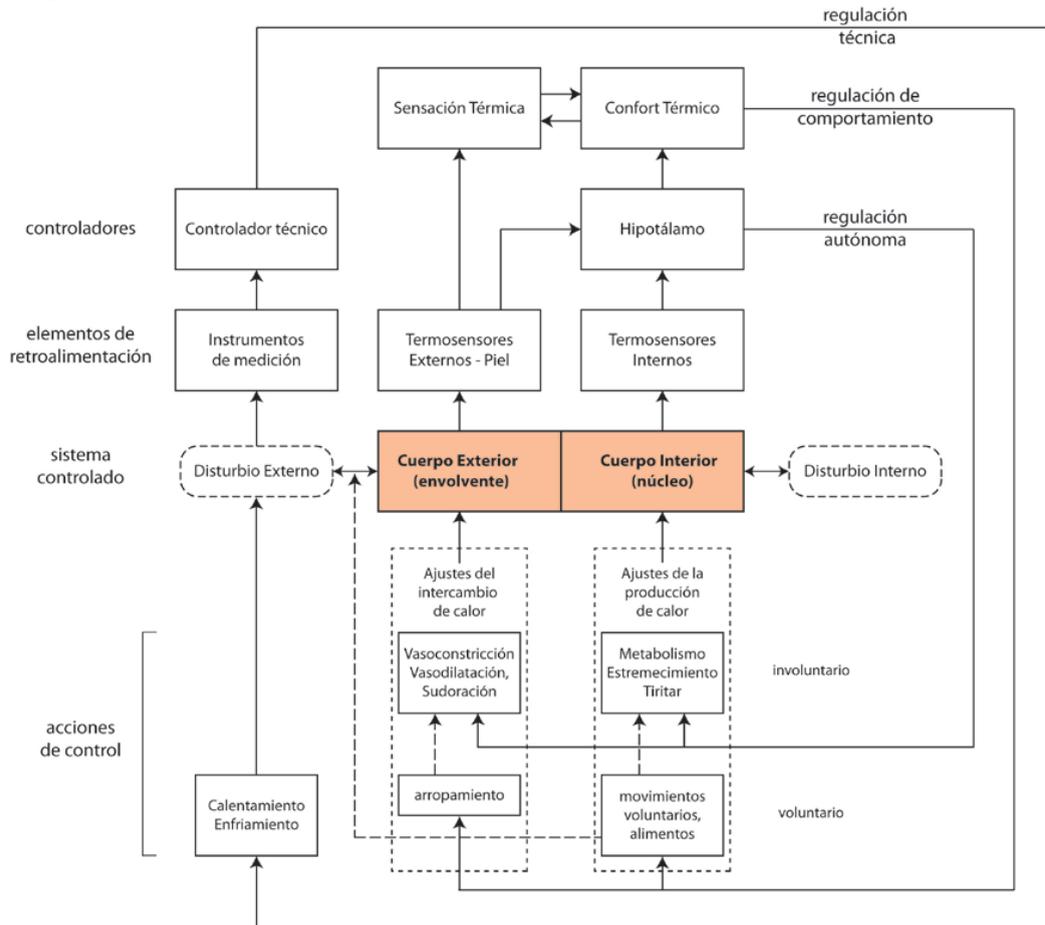
Además de la regulación autónoma involuntaria, el hombre también modifica su comportamiento de manera voluntaria para regular su sensación térmica y niveles de confort. Ante los estímulos externos el hombre establece su grado de confort (de manera consciente o no) y tratará de regular su ambiente por 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, períodos de siesta, forma de vestir, etc.

- **Regulación térmica**

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 que estén instalados dentro de un espacio interior.

Imagen 4. Diagrama de regulación térmica.



Fuente: (Hensel, 1981) y (Hensen, 1990).

- **Grado de arropamiento**

Un factor externo muy importante es el arropamiento. Dependiendo del grado de arropamiento, la transferencia de calor entre el cuerpo y el medio ambiente tendrá mayor o menor resistencia, es decir, el cuerpo podrá disipar mayor o menor cantidad de energía calorífica. La unidad para medir el grado de resistencia térmica de la ropa es el Clo. (Donde $1 \text{ Clo} = 0.155 \text{ m}^2\text{K/W}$). Un factor importante en el arropamiento es el porcentaje de piel descubierta, es decir el grado de exposición al medio ambiente sin arropamiento.

2.2.2. Variables Independientes que influyen en el confort térmico.

El confort térmico es variable con respecto al arreglo de una serie de factores que se los puede clasificar de la siguiente manera:

- **Factores físicos o climáticos:** temperatura del aire, radiación, humedad y movimiento del aire.
- **Factores individuales:** vestido, aclimatación, edad, sexo, forma del cuerpo, grasa subcutánea, alimentos y bebidas, color de la piel y estado de salud.

2.2.2.1. Factores físicos o climáticos.

2.2.2.1.1. 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. 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. En determinadas situaciones la sensación de disconformidad térmica no puede ser lograda aumentando o disminuyendo la temperatura del ambiente. Pueden darse situaciones que obedecen a causas tales como (Murillo, 2011):

- Corrientes de aire sobre las partes desnudas del cuerpo que envían señales de incomodidad.
- Enfriamiento o calentamiento de ciertas partes del cuerpo por asimetría de radiación.
- Diferencias verticales de la temperatura simultaneas en pies y cabeza.
- Pies en contacto con temperaturas del suelo incomoda que contraste con la temperatura del cuerpo.

2.2.2.1.2. 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 (Murillo, 2011).

2.2.2.1.3. Humedad del aire.

La humedad juega un papel importante en los mecanismos de intercambio térmico del cuerpo, tanto en la sudoración como en la evaporación e intercambio térmico pulmonar (evotranspiración). La falta de humedad o exceso de ella provoca alteraciones en el intercambio energético normal de los pulmones, interfiere con la capacidad de evaporación en la piel y provoca cambios en la forma normal de la piel, con la contaminación física, química y biológica del aire puede provocar enfermedades de las vías respiratorias o en la superficie cutánea o subcutánea (Murillo, 2011).

2.2.2.1.4. 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, 2011):

Cuadro 22. Sensaciones subjetivas de acuerdo a la velocidad del viento.

RANGO DE VELOCIDAD	SENSACIÓN
menor a 0.25 m/seg.	imperceptible
de 0.25 a 0.50 m/seg.	agradable
de 0.50 a 1.00 m/seg.	perceptible
de 1.00 a 1.50 m/seg.	desagradable
mayor a 1.50 m/seg.	molesto

Fuente: Datos basados en Szokolay

Elaboración: Lazo A.

La falta de condiciones térmicas adecuadas provoca falta de bienestar, comodidad o confort, lo cual ocasiona 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.

2.2.2.2. Factores individuales.

2.2.2.2.1. Vestimenta.

La cantidad y tipo de ropa y la discrecionalidad de su uso alteran de manera significativa los intercambios de calor entre el ambiente y la piel. De hecho una persona desnuda tendrá una sensación térmica diferente a la de otra vestida y resulta evidente el efecto aislante de la ropa en climas polares al permitir vivir en temperaturas muchos grados bajo cero.

En un clima frío es requerido el efecto aislante de la ropa para evitar las pérdidas de calor hacia el ambiente, en un clima cálido y húmedo la vestimenta conveniente es la que permite el aislamiento mínimo de manera de permitir las pérdidas por convección por el contacto de la piel con el aire y por la evaporación de la transpiración de la piel, en un clima cálido y seco, la vestimenta debe evitar la incidencia solar directa sobre la piel reduciendo la tasa de sudoración que sin esta protección sería muy alta por la poca humedad del aire.

2.2.2.2.2. Edad.

La tolerancia al calor se reduce en las personas de edad avanzada, quienes tardan más en sudar que las personas jóvenes y reaccionan con un mayor flujo sanguíneo periférico durante la exposición al calor, fundamentalmente por las variaciones en la producción metabólica.

La edad no parece reducir la tolerancia al calor ni la capacidad de aclimatación si la persona mantiene un alto nivel de acondicionamiento aeróbico. Con todo, el envejecimiento de la población se asocia a una mayor incidencia de enfermedades cardiovasculares y otras patologías que pueden reducir la tolerancia individual al calor (Murillo, 2011).

2.2.2.2.3. *Capacidad física.*

La capacidad aeróbica máxima es probablemente el principal determinante de la capacidad de una persona para realizar un trabajo físico prolongado en condiciones de calor.

2.2.2.2.4. *Forma y dimensiones corporales.*

La proporción entre la superficie de piel y volumen corporal también influye en la sensación de confort de las personas. Mientras más corpulenta es una persona la relación superficie corporal-peso será menor, es decir tiene menor superficie de piel expuesta por unidad de volumen, disminuyendo en consecuencia su capacidad de disipar calor. Al contrario una persona delgada que tiene mayor superficie expuesta en relación con su volumen puede disipar más calor y tolerar una temperatura más alta (Murillo, 2011).

2.2.2.2.5. *Grasa subcutánea.*

Un alto contenido 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 más cerca de la superficie de la piel que de la capa de grasa subcutánea.

Desde luego, las personas obesas están en desventaja por su exceso de peso corporal, ya que todos los movimientos les exigen un mayor esfuerzo muscular y por consiguiente, generan más calor que en las personas delgadas. Además, la obesidad suele reflejar un estilo de vida sedentario que reduce la capacidad aeróbica y dificulta la aclimatación al calor (Murillo, 2011).

2.2.2.2.6. *Alimentos y bebidas.*

La temperatura a que se ingiere las bebidas y alimentos, y su contenido de calorías, genera transferencias de calor entre la ingesta y el organismo en el primer caso y exigen en el segundo caso un trabajo visceral acelerado traduciéndose en su conjunto en una mayor contribución de calor metabólico.

2.2.2.2.7. *Etnicidad.*

Las diferencias étnicas en las respuestas al estrés térmico están probablemente más relacionados con las dimensiones corporales y el estado nutricional que con los rasgos intrínsecos de cada raza. Una posible excepción la puede constituir el color de la piel en cuanto a su capacidad de reflexión y resistencia a los efectos dañinos del sol. Así, la piel clara refleja en promedio tres veces más radiación que la piel oscura, pero al mismo tiempo es mucho más sensible a las quemaduras y cánceres provocados por el sol.

Por otro lado, la piel oscura se ve más afectada por la absorción de calor, pero esta situación se equilibra con su capacidad para emitir calor. La piel oscura además, contiene más pigmento de melanina, lo que disminuye de manera significativa la penetración de los rayos ultravioletas (Murillo, 2011).

2.2.2.2.8. *Estado de salud.*

La tolerancia al calor de una persona en un día cualquiera puede verse reducida por una serie de trastornos de la salud. Las afecciones cutáneas como quemaduras solares y eritemas, pueden reducir la capacidad de sudoración. Además, el riesgo de sufrir un trastorno por calor aumenta en ocasiones con la prescripción de algunos medicamentos.

2.2.2.2.9. *Aclimatación.*

La adaptación de los mecanismos sensoriales y termorreguladores del cuerpo a un determinado clima que conlleva una disminución de la intensidad con que se lo percibe. La aclimatación en ambientes calurosos, puede aumentar considerablemente la tolerancia del ser humano a este factor de estrés, de manera que una tarea que en un principio la persona no aclimatada es incapaz de realizar, se convierte en un trabajo más fácil al cabo de un período de ajuste gradual.

2.2.3. 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) (Murillo, 2011).

Ganancias:

- **Metabolismo:** del proceso basal, proceso digestivo, actividad y tensión muscular.
- **Radiación:** del sol, directa y reflejada, de radiadores incandescentes y de objetos calientes no incandescentes.
- **Conducción:** por contacto con cuerpos calientes.
- **Convección:** del aire con temperatura mayor que la piel.

Perdidas:

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

Existirá equilibrio térmico cuando el ambiente este térmicamente neutro, cuando la termogénesis se equilibra con la termólisis, no se almacena calor y la temperatura corporal se equilibra; es decir cuando la ecuación de balance térmico sea aplicada:

Ecuación 1. $M \pm R \pm Cd \pm Cv - E = 0$

Donde:

M= Metabolismo

R= Radiación

Cd= Conducción

Cv= Convección

E= Evaporación

Si la suma de la ecuación es mayor que cero el cuerpo se está calentando y se producirán regulaciones vasomotoras, si la suma de la ecuación es inferior que cero, la persona se está

enfriando, por tanto se reduce la circulación sanguínea hacia la piel cuya temperatura desciende y se retrasan los procesos de pérdida de calor (Murillo, 2011).

2.2.3.1. Metabolismo (M).

El ser humano tiene una temperatura interna propia e independiente del medio exterior, normalmente es de 37 °C aproximadamente, sin embargo el ser humano puede soportar temperaturas internas entre los rangos de 31 a 43 °C en casos de enfermedad, esto se da en períodos muy cortos de tiempo.

El cuerpo humano puede ser considerado como una máquina térmica que necesita una cierta cantidad de calor para su correcto funcionamiento. La principal fuente de calor para el organismo es la producción de calor metabólico (M), el cuerpo humano produce calor cuando está en reposo o en movimiento (Murillo, 2011).

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 esté desarrollando.

De este modo, del total de la energía producida solamente se utiliza alrededor del 20% para las necesidades internas del cuerpo, mientras que el 80% restante debe disiparse al medio ambiente; de hecho para que exista balance térmico, es necesario que la totalidad de éste calor restante sea disipada. Esta disipación se lleva a cabo a través de la piel y los pulmones.

El metabolismo es un factor interno importante que interviene en la obtención del confort. El metabolismo se mide en unidades met; $1 \text{ met} = 58 \text{ W/m}^2$, considerando que en nuestro medio el promedio de un ser humano es de 1.72 m^2 (Murillo, 2011).

Los datos de producción de calor por metabolismo, dependiendo del grado de actividad del individuo son enlistados a continuación en el siguiente cuadro.

Cuadro 23. Metabolismo por actividades.

ACTIVIDAD	W/m ²	Met	W/pers
Dormir	40	0,70	69
Estar Acostado	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 moderados	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 intensos	450	7,80	774
Correr (15km)	550	9,50	946

Fuente: (Murillo, 2011)

Elaboración: Lazo A.

El metabolismo de las personas entre 45 y 70 años es más bajo por lo que requieren temperaturas más altas, mientras que en los niños es más alto siendo más sensitivos a los

cambios del medio ambiente.

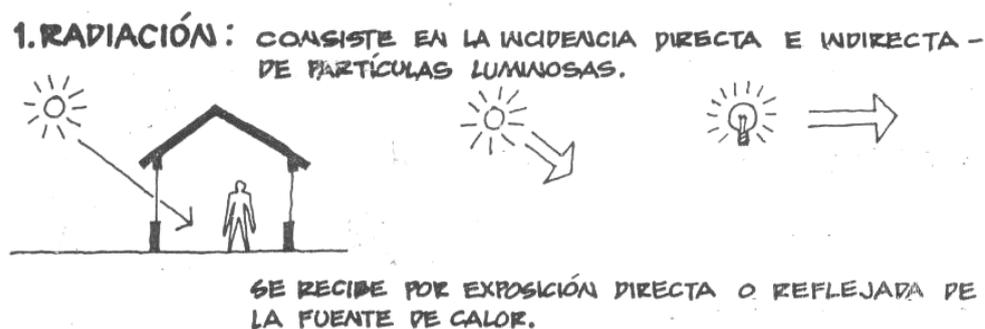
El metabolismo es muy importante en la sensación de confort. Al interactuar con el medio ambiente, el cuerpo humano puede también perder o ganar calor por radiación (R), convección (Cv) y conducción (Cd). La intensidad de estos procesos, y por lo tanto los índices de pérdidas y ganancias, dependen en gran medida de las condiciones ambientales particulares (Murillo, 2011).

Para el cálculo de la superficie corporal de una persona, inicialmente en 1916 se usó la fórmula de Dubois & Dubois, pero una de las más utilizadas es la de Mosteller, publicada en 1987 en donde: el área corporal de una persona se mide en m², el peso en kg, y la altura en centímetros. De donde la ecuación es: $x = \frac{\sqrt{\text{peso} \times \text{altura}}}{3600}$, para el cálculo para niños se utiliza la siguiente ecuación: $x = 0.024265 \times \text{peso (kg)}^{0.5378} \times \text{altura (cm)}^{0.3964}$.

2.2.3.2. Radiación (R).

Es el valor que corresponde a la transmisión de calor a través del medio ambiente, mediante radiaciones de onda corta y el cuerpo humano, sin influencia de la temperatura, humedad o velocidad del aire. La tasa de radiación es proporcional al poder de absorción de la piel: la piel blanca refleja un 50% de la onda larga y un 25% de la onda corta; la piel negra aún menos. El resto de la radiación lo absorbe la piel (Murillo, 2011).

Imagen 5. Medios físicos de intercambio de calor, radiación.



Fuente: Deffis Casso.

A continuación se establece un cuadro con los diferentes tipos de piel.

Cuadro 24. Tipos de piel y características.

TIPO	NOMBRE	CARACTERÍSTICAS	e estimado
TIPO I	Celtica	Piel muy pálida, cabello rojizo, muchas pecas	0,65
TIPO II	Palid	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, 2011)

Elaboración: Lazo A.

La ecuación que gobierna la radiación de los objetos calientes, se llama la ley de

Stefan – Boltzmann:

Ecuación 2.

$$P = e x \sigma x A (T^4 - T_c^4)$$

Donde:

P: net radiated power

A: radiating area

e: emissivity (=1 for ideal radiator)

σ : Stefan's constant = 5.6703×10^{-8} Watt/m²k⁴

T: temperature of radiator

T_c : temperature of surroundings

Acoplado a nuestro análisis la ganancia o pérdida por radiación sería:

Ecuación 3.
$$R = e \times \sigma \times A \times \Delta T$$

Donde:

R: Flujo de calor por radiación (W)

A: Área (m²)

e: Emisividad de absorbcencia de la piel

σ : 5.6703x10⁻⁸ W/m²k⁴

ΔT : Diferencia de temperatura (K⁴)

ΔT : $T_n^4 - T_a^4$

T_n: Temperatura Neutra (K⁴)

T_a: Temperatura Aparente (K⁴)

Se debe considerar las siguientes situaciones:

- 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.

La temperatura neutra (T_n), representa la temperatura a la que el cuerpo tiene menor esfuerzo para mantener el equilibrio térmico con el medio circundante. Esta temperatura es puntual en la escala térmica, es más recomendable definir un rango de temperatura de confort. Los estudios más actuales son de S. Szokolay a través del cual se tiene la siguiente formula:

Ecuación 4.
$$T_n: 17.6 + 0.31T_m ; Z_c = T_n \pm 2.5 \text{ oC}$$

Donde:

T_n: Temperatura Neutra

T_m: Temperatura media anual o mensual

Z_c: Zona de Confort

La Temperatura aparente (T_a). Es la temperatura en la cual se combina la temperatura del aire y humedad relativa; la T_a es una medida de cuanto calor siente o percibe una persona

promedio en varias temperaturas y humedades relativas.

Ecuación 5.
$$T_a = -9.93122 + 1.186145T + 0.122310HR$$

Donde:

T media: temperatura del aire (°C)

HR media: Humedad relativa (%)

2.2.3.3. La convección (Cv).

Es la transferencia de calor entre la piel y los elementos en contacto; a mayor diferencia de temperatura y velocidad de viento, más calor se transfiere de la piel al aire o viceversa. La transferencia de calor por convección se expresa con la Ley del enfriamiento de Newton:

Ecuación 6.
$$\frac{dQ}{dt} = hA_s (T_s - T_{inf})$$

Donde:

h: coeficiente de convección (o coeficiente de película)

A_s: el área del cuerpo en contacto con el fluido

T_s: es la temperatura en la superficie del cuerpo

T_{inf}: es la temperatura del fluido lejos del cuerpo

Integrándole a nuestro análisis la ganancia o pérdida por convección sería:

Ecuación 7.
$$Cv = hc \times A \times \Delta T$$

Donde:

Cv: flujo de energía calorífica por convección superficial (W)

hc: coeficiente de convección (w/m² C°)

A: área del cuerpo (m²) 10 % (Cubierto).

ΔT: diferencia de temperatura (°C)

Ecuación 8.
$$\Delta T = T_n - T_a$$

Donde:

T_n: temperatura neutra (°C)

T_a: temperatura aparente (°C)

Coefficiente h_c

Para ambientes interiores donde el flujo del aire es bajo:

- Convección natural, desde 5 hasta 10 $W/m^2\text{ }^\circ C$; 5 en climas cálidos; 10 en climas fríos.
- Para superficies expuestas a vientos exteriores $h_c = 5.8 + 4.1 v$. $V = m/s$

Imagen 6. Medios físicos de intercambio de calor, Convección.



Fuente: Deffis Casso.

2.2.3.4. La conducción (C_d).

Es la transmisión de calor entre la piel y los elementos en contacto, es decir en las partes cubiertas del cuerpo humano con ropa, el calor de la piel pasa la ropa a través del aire aprisionado. La ropa se opone al paso de calor por lo que el hombre se defiende del frío arropándose y del calor desnudándose. La integración de la vestimenta en el proceso de intercambio se realiza mediante la definición de una unidad de aislamiento, denominada clo (clothe=ropa), equivalente a 0,155 m^2 grado C/W (Murillo, 2011).

Clo: se define como el aislamiento térmico (resistencia térmica) necesario para mantener a una temperatura estable y cómoda a la piel durante 8 horas; a continuación se detallan estos valores en el cuadro:

Cuadro 25. Clo de diferentes prendas de vestir.

PRENDAS DE VESTIR	DESCRIPCION	CLO	m2grado 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
	Camisa normal 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 manga larga	0,30	0,047
	Camisón corto 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, 2011)

Elaboración: Lazo A.

Cuadro 26. Combinaciones de vestuario.

NIVEL DE VESTUARIO	CLO	RESISTIVIDAD TERMICA m ² grado C/W
Cuerpo desnudo	0	0
Bikini similar	0,05	0,008
Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	0,20	0,031
Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	0,50	0,078
Traje tropical	0,80	0,124
Traje formal de negocios incluido chaleco	1,00	0,155
Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	1,60	0,248
Ropa de esquimales	3,50	0,546

Fuente: (Murillo, 2011)

Elaboración: Lazo A.

Cuando se calculen los valores de Clo es importante recordar que la tapicería de los asientos y cubiertas de las camas deben ser incluidos en el cálculo pues también estos factores influyen en la pérdida de calor. Cabe indicar que la Conductancia (C) es inversa a la resistencia térmica (RT). $C = \frac{1}{RT}$. Se establece para efectos de cálculo la siguiente ecuación de Fourier:

Ecuación 9.

$$Cd = A \times Ct \times \Delta T$$

Donde:

Cd: flujo de energía calorífica por conducción (W)

A: área expuesta al flujo de calor (m²)

Ct: Conductancia total (W/m² °C)

ΔT: diferencia de temperatura (°C)

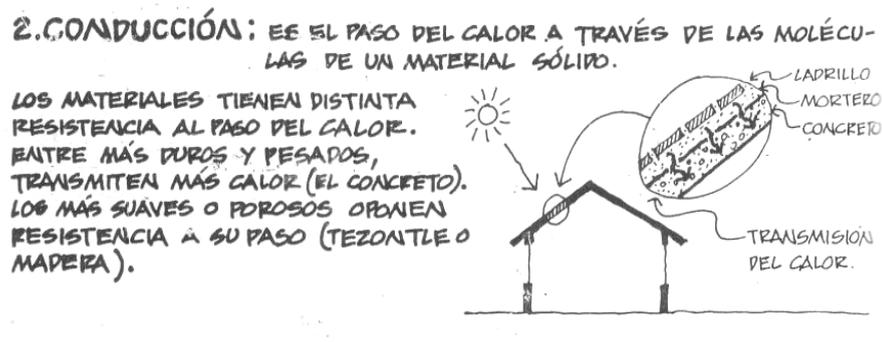
$$\Delta T = T_n - T_a$$

Donde:

T_n: temperatura neutra (°C)

T_a: temperatura aparente (°C)

Imagen 7. Medios físicos de intercambio de calor, Conducción.



Fuente: Deffis Casso.

2.2.3.5. La evaporación (E).

El calor latente de la evaporación del sudor es bastante elevado, aproximadamente 680 W h/l del sudor evaporado. Cuando la temperatura del aire es mayor a los 25° C, el cuerpo vestido no puede eliminar suficiente calor por intercambio (conducción o convección), ni por radiación, dando como resultado entonces que la única manera de perder calor es por la transpiración (Murillo, 2011).

Las pérdidas de calor por evaporación ocurren cuando el agua se evapora y se incorpora al aire del espacio interior. La pérdida total de calor por evaporación se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 10.

$$Q_e = 666.66 \times ev$$

Donde:

Q_e: pérdida total por evaporación en watts (W)

ev: tasa de evaporación en kg/h, este valor es una constante y es igual a 1,5 kg/h pero podría variar según las características de la persona.

La ecuación 10, se aplica siempre y cuando la persona esté realizando una actividad que lo haga sudar, o por las condiciones del espacio en el que se encuentre y tenga que sudar, en el caso que la persona no se encuentre sudando se utilizará como dato de evaporación 10,5 W puesto que todas las personas pierden este valor por respiración.

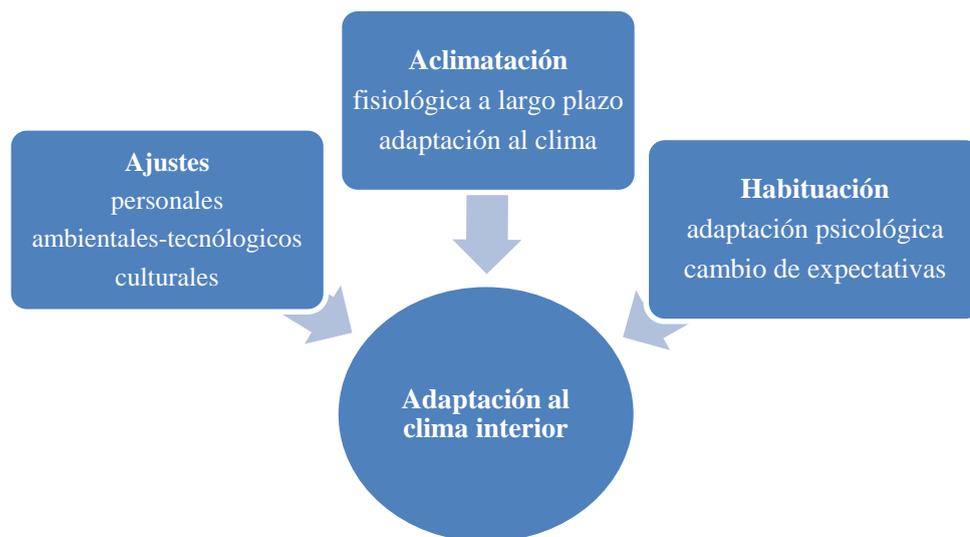
2.2.4. Modelos de confort térmico.

Cuando se habla de confort térmico es necesario considerar las relaciones que existen entre el medio ambiente térmico y las sensaciones fisiológicas y psicológicas que experimentan las personas frente las condiciones impuestas por ese ambiente. Los estudios de estas relaciones se han desarrollado bajo dos enfoques distintos (Szokolay, 1981):

- A partir modelos de balance térmico del cuerpo. Este método de cálculo se basa en el confort térmico en estado estable, obtenido a partir de investigaciones en cámaras climáticas de ambiente controlado. Es decir que estos estudios se basan, de manera preponderante, en las respuestas fisiológicas del organismo.
- A partir de modelos de adaptación. Los cuales se derivan de estudios “en campo” es decir en condiciones reales y en relación al confort térmico de estado estable. Este método asume que la gente se adapta o trata de adaptarse a las condiciones térmicas modificando su comportamiento o las condicionantes ambientales inmediatas; es decir que hace ajustes en su arropamiento, postura, horario de actividades, niveles de actividad, dieta, bebidas, ventilando, etc. Además de ajustes psicológicos inconscientes.

Se puede decir que las personas se adaptan a las condiciones climáticas del lugar en donde se encuentren en ese momento, ya sea modificando la actividad que estén realizando, o por medio de factores externos que permitan una regulación de la temperatura interior del individuo para permanecer en el lugar sin ningún tipo de problema.

2.2.5. Esquema de mecanismos de adaptación al clima.



Fuente: Richard de Dear.

Elaboración: Lazo A.

2.2.6. Relación entre los factores de balance térmico y las variables independientes que influyen en el confort.

En los estudios de confort térmico, como se ha mencionado, intervienen elementos de variables que dependen de factores ambientales y personales, los que se relacionan con las ganancias y pérdidas de calor para el organismo.

Cuadro 27. Relación entre los factores de balance térmico y las variables independientes que influyen en el confort.

Elementos del balance térmico	Variables Independientes					
	Temperatura del aire	Velocidad del aire	Humedad	Aislamiento del vestido	Edad - Sexo	Tipo de actividad
METABOLISMO M					X	X
RADIACIÓN R	X			X		
CONVECCIÓN Cv	X	X		X		
CONDUCCIÓN Cd	X	X		X		
EVAPORACIÓN POR LA PIEL	X	X	X		X	X
EVAPORACIÓN POR RESPIRACIÓN			X		X	X

Fuente: (Murillo, 2011)

Elaboración: Lazo A.

2.2.7. Balance térmico aplicado a la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

El universo de estudio para el trabajo de investigación son los climas del Ecuador que son los siguientes: 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 de investigación son los Cantones del Ecuador que tengan el clima Ecuatorial de Alta Montaña.

La muestra se obtuvo por medio del muestreo no probabilístico, a través del cual se determinó a la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg, perteneciente a la Provincia del Azuay, porque este Cantón al ser considerado un lugar turístico 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.

Dentro del muestreo no probabilístico se toma el muestreo por cuotas, que consiste en dividir a la población en ciertas partes o cuotas por diferentes características, en este caso se dividió a la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg por el número de personas, el número de familias y la composición familiar de cada uno, además por el clima ecuatorial de alta montaña.

La Parroquia Principal del cantón Chordeleg según el INEC, mediante el Censo del año 2010, tiene una población de 1331 habitantes, dividido en 735 mujeres y 596 hombres. Total de hogares 358. Promedio de personas por hogar 3.72.

Para aplicar la técnica de la encuesta se realiza el muestreo que es el más importante porque se tomará en la población de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg, aplicando la ecuación 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 determinar la muestra exacta del número de hogares a ser encuestados y tabulados, con el número de miembros familiares de 3.72.

2.2.8. Cálculo de la Muestra.

El cálculo del tamaño de la muestra se lo realiza en cuanto al número de familias de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg para determinar el número de familias que son encuestadas.

Se aplica la siguiente ecuación:

$$n = \frac{k^2 x P x Q x N}{e^2 x (N - 1) + k^2 x P x Q}$$

Donde:

N: es el tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados).

k: es una constante que depende 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%.

Cuadro 28. Valores k más utilizados y sus niveles 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: <http://www.feedbacknetworks.com/>

Elaboración: Lazo A.

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).

2.2.8.1. Cálculo.

Imagen 8. Cálculo de la muestra.

N:

k:

e: %

p:

q:

n: es el tamaño de la muestra

Fuente: <http://www.feedbacknetworks.com/>

El valor de N: se toma el número de familias de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg, el valor de K se toma el grado de confianza de la información del 90% que equivale al valor de 1.65, el valor de e se toma como error muestral del 10%, el valor de p y q es el valor

constante de 0.5. Resultado de aplicar la fórmula el tamaño de la muestra es de 65 encuestas que se realiza con la finalidad de determinar los datos de confort térmico.

2.2.9. Modelo de encuesta.

Se plantea la encuesta a 65 familias de la parroquia Principal del Cantón Chordeleg que tengan un número de cuatro miembros familiares, para de esta manera conocer el tipo de confort térmico que se tiene dentro de la vivienda, con el fin de establecer las recomendaciones bioclimáticas, que son analizados en los posteriores capítulos.

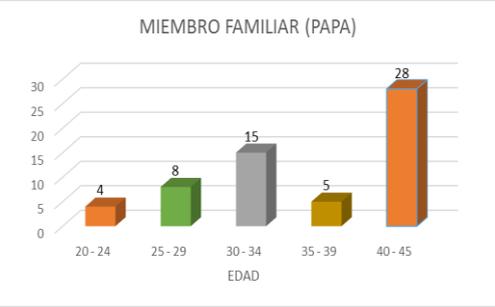
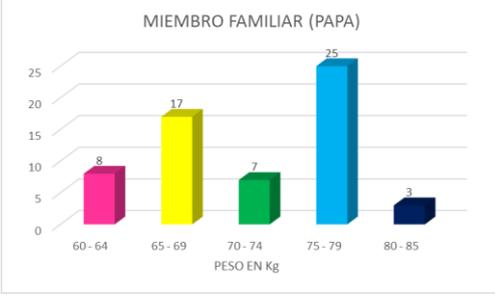
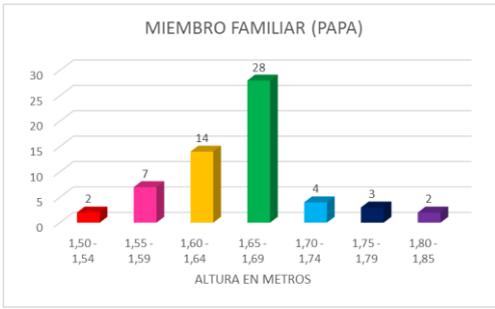
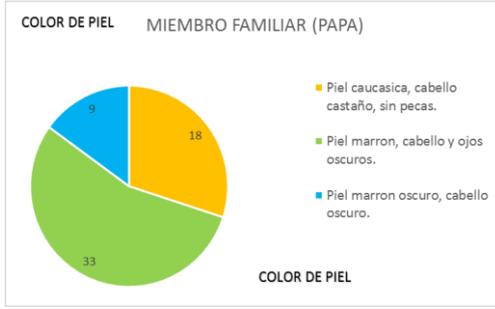
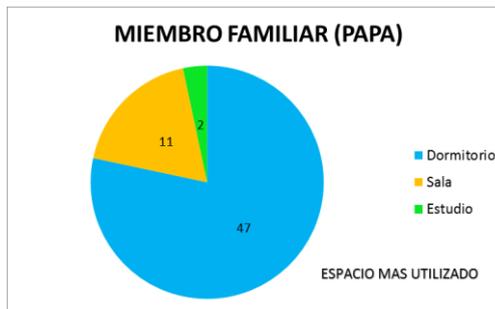
El modelo de encuesta se puede visualizar en el ANEXO 1.

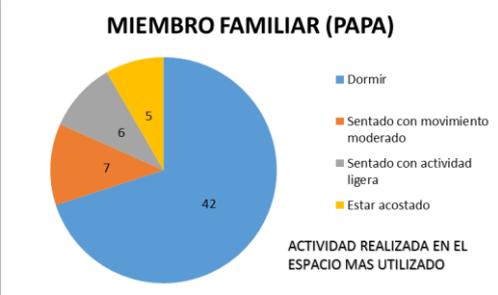
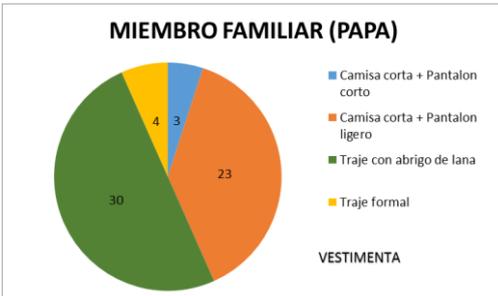
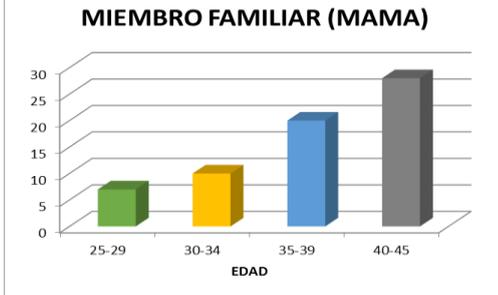
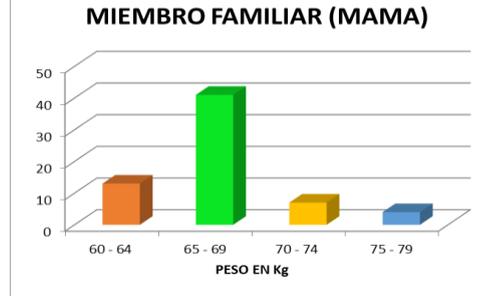
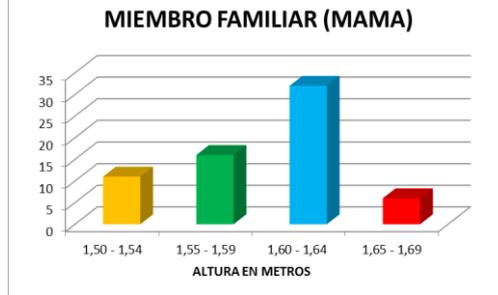
2.2.10. Tabulación de las encuestas.

Cuadro 29. Resultados de las encuestas.

Resultados																
Parámetros	Gráfico Tabulado	Datos a utilizar														
Temperatura al interior de la vivienda	<p>TEMPERATURA AL INTERIOR DE LA VIVIENDA</p> <p>TOTAL: 65</p> <table border="1"> <tr> <th>Categoría</th> <th>Valor</th> </tr> <tr> <td>Frío</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>Calido</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>Templado</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>65</td> </tr> </table>	Categoría	Valor	Frío	36	Calido	16	Templado	13	TOTAL	65	De las 65 personas encuestadas, 36 personas consideran que la temperatura al interior de la vivienda es frío.				
Categoría	Valor															
Frío	36															
Calido	16															
Templado	13															
TOTAL	65															
Miembros Familiares del Cantón Chordeleg	<p>MIEMBROS FAMILIARES DEL CANTON CHORDELEG</p> <p>TOTAL: 65</p> <table border="1"> <tr> <th>Numero de Miembros</th> <th>Valor</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>65</td> </tr> </table>	Numero de Miembros	Valor	1	0	2	5	3	13	4	40	5	7	TOTAL	65	Según datos del INEC, y de las encuestas planteadas se establece que la composición familiar es de 4 miembros
Numero de Miembros	Valor															
1	0															
2	5															
3	13															
4	40															
5	7															
TOTAL	65															

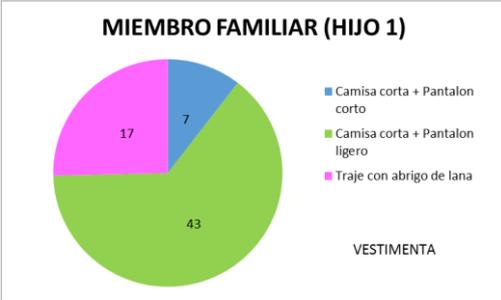
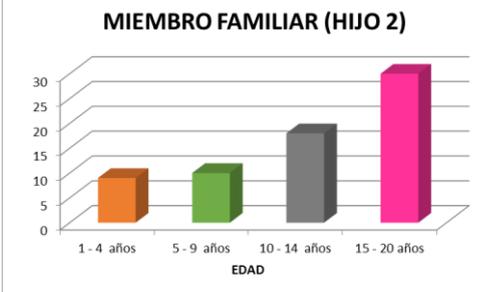
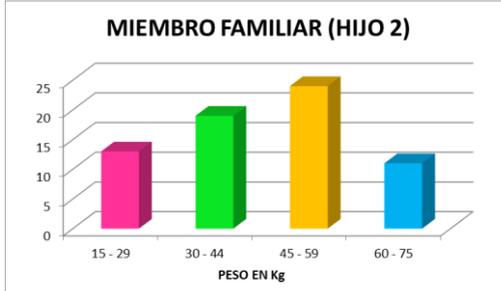
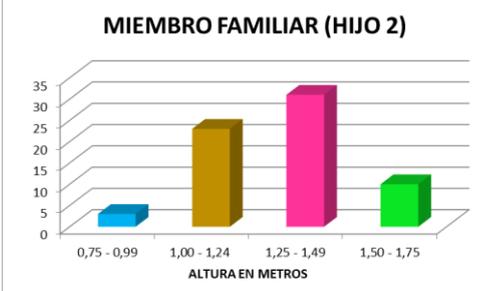
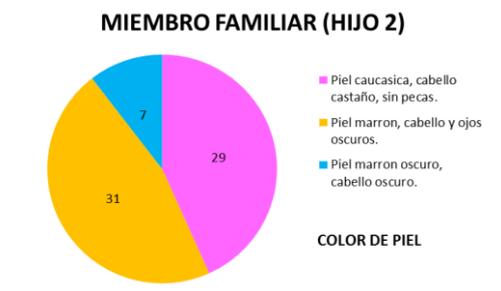
<p>Espacios con la que cuenta la vivienda</p>	<p>ESPACIOS CON LA QUE CUENTA LA VIVIENDA</p> <p>TOTAL: 65</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Espacio</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sala</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>Comedor</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>Cocina</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>Dormitorios</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>Patio/Lavandería</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>	Espacio	Cantidad	Sala	55	Comedor	65	Cocina	65	Dormitorios	65	Patio/Lavandería	30	<p>La vivienda según las encuestas cuentan con los siguientes espacios sala, comedor, cocina, dormitorio en su gran mayoría, y con patio/lavandería en menor proporción.</p>						
Espacio	Cantidad																			
Sala	55																			
Comedor	65																			
Cocina	65																			
Dormitorios	65																			
Patio/Lavandería	30																			
<p>Horario de uso de la sala</p>	<p>HORARIO DE USO DE LA SALA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Horario</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12:00-14:00</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>14:00-16:00</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>16:00-18:00</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>18:00-20:00</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>20:00-22:00</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>22:00-24:00</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Horario	Cantidad	12:00-14:00	0	14:00-16:00	4	16:00-18:00	40	18:00-20:00	12	20:00-22:00	9	22:00-24:00	0	<p>La sala según las encuestas es usada en el horario de 16:00 – 18:00 pm.</p>				
Horario	Cantidad																			
12:00-14:00	0																			
14:00-16:00	4																			
16:00-18:00	40																			
18:00-20:00	12																			
20:00-22:00	9																			
22:00-24:00	0																			
<p>Horario de uso del comedor</p>	<p>HORARIO DE USO DEL COMEDOR</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Horario</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>06:00-08:00</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>08:00-10:00</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>10:00-12:00</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>12:00-14:00</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>14:00-16:00</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>16:00-18:00</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>18:00-20:00</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>20:00-22:00</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Horario	Cantidad	06:00-08:00	40	08:00-10:00	10	10:00-12:00	43	12:00-14:00	3	14:00-16:00	5	16:00-18:00	38	18:00-20:00	2	20:00-22:00	0	<p>El comedor según las encuestas es usado en la mañana de 06:00-08:00, al medio día de 10:00-12:00 y en la tarde de 16:00-18:00.</p>
Horario	Cantidad																			
06:00-08:00	40																			
08:00-10:00	10																			
10:00-12:00	43																			
12:00-14:00	3																			
14:00-16:00	5																			
16:00-18:00	38																			
18:00-20:00	2																			
20:00-22:00	0																			
<p>Horario de uso de la cocina</p>	<p>HORARIO DE USO DE LA COCINA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Horario</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>06:00-08:00</td> <td>59</td> </tr> <tr> <td>08:00-10:00</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>10:00-12:00</td> <td>51</td> </tr> <tr> <td>12:00-14:00</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>14:00-16:00</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>16:00-18:00</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>18:00-20:00</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>20:00-22:00</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Horario	Cantidad	06:00-08:00	59	08:00-10:00	4	10:00-12:00	51	12:00-14:00	14	14:00-16:00	2	16:00-18:00	45	18:00-20:00	5	20:00-22:00	0	<p>La cocina según las encuestas es usada en la mañana de 06:00-08:00, al medio día de 10:00-12:00 y en la tarde de 16:00-18:00.</p>
Horario	Cantidad																			
06:00-08:00	59																			
08:00-10:00	4																			
10:00-12:00	51																			
12:00-14:00	14																			
14:00-16:00	2																			
16:00-18:00	45																			
18:00-20:00	5																			
20:00-22:00	0																			
<p>Horario de uso del dormitorio</p>	<p>HORARIO DE USO DEL DORMITORIO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Horario</th> <th>Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>14:00-16:00</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>16:00-18:00</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>18:00-20:00</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>20:00-en adelante</td> <td>53</td> </tr> </tbody> </table>	Horario	Cantidad	14:00-16:00	15	16:00-18:00	43	18:00-20:00	30	20:00-en adelante	53	<p>El dormitorio según la encuesta es utilizado de 20:00 en adelante</p>								
Horario	Cantidad																			
14:00-16:00	15																			
16:00-18:00	43																			
18:00-20:00	30																			
20:00-en adelante	53																			

<p>Miembro familiar (Papá) Edad</p>		<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Papá), bordea una edad entre los 40 – 45 años.</p>
<p>Miembro familiar (Papá) Peso en Kg</p>		<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Papá), bordea un peso corporal entre los 75-79kg.</p>
<p>Miembro familiar (Papá) Altura en metros</p>		<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Papá), bordea una altura entre el 1.65-1.69 m.</p>
<p>Miembro familiar (Papá) Color de piel</p>		<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Papá), tiene un color de piel marrón, cabello y ojos oscuros.</p>
<p>Miembro familiar (Papá) Espacio más utilizado</p>		<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Papá), ocupa el dormitorio como el espacio más utilizado.</p>

<p>Miembro familiar (Papá) Actividad que realiza</p>	<p>MIEMBRO FAMILIAR (PAPA)</p>  <p>ACTIVIDAD REALIZADA EN EL ESPACIO MAS UTILIZADO</p>	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Papá), duerme en el espacio más utilizado.</p>
<p>Miembro familiar (Papá) Vestimenta</p>	<p>MIEMBRO FAMILIAR (PAPA)</p>  <p>VESTIMENTA</p>	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Papá), usa la siguiente vestimenta Traje con abrigo de lana y ropa interior larga o ropa similar.</p>
<p>Miembro familiar (Mamá) Edad</p>	<p>MIEMBRO FAMILIAR (MAMA)</p>  <p>EDAD</p>	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Mamá), bordea una edad entre los 40 – 45 años.</p>
<p>Miembro familiar (Mamá) Peso en kg</p>	<p>MIEMBRO FAMILIAR (MAMA)</p>  <p>PESO EN Kg</p>	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Mamá), bordea un peso corporal entre los 65-69kg.</p>
<p>Miembro familiar (Mamá) Altura en metros</p>	<p>MIEMBRO FAMILIAR (MAMA)</p>  <p>ALTURA EN METROS</p>	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Mamá), bordea una altura entre el 1.60-1.64 m.</p>

<p>Miembro familiar (Mamá) Color de piel</p>	<p>MIEMBRO FAMILIAR (MAMA)</p> <p>■ Piel caucasica, cabello castaño, sin pecas. ■ Piel marron, cabello y ojos oscuros. ■ Piel marron oscuro, cabello oscuro.</p> <p>COLOR DE PIEL</p>	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Mamá), tiene un color de piel marrón, cabello y ojos oscuros.</p>
<p>Miembro familiar (Mamá) Espacio más utilizado</p>	<p>MIEMBRO FAMILIAR (MAMA)</p> <p>■ Cocina ■ Sala ■ Dormitorio</p> <p>ESPACIO MAS UTILIZADO</p>	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Mamá), ocupa la cocina como el espacio más utilizado.</p>
<p>Miembro familiar (Mamá) Actividad que realiza</p>	<p>MIEMBRO FAMILIAR (MAMA)</p> <p>■ Dormir ■ Sentado con movimiento moderado ■ Sentado con actividad ligera ■ De pie con movimiento moderado ■ De pie con actividad ligera ■ Estar acostado</p> <p>ACTIVIDAD EN EL ESPACIO MAS UTILIZADO</p>	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Mamá), se encuentra de pie con actividad ligera en el espacio más utilizado.</p>
<p>Miembro familiar (Mamá) Vestimenta</p>	<p>MIEMBRO FAMILIAR (MAMA)</p> <p>■ Camisa corta + Pantalón corto ■ Camisa corta + Pantalón ligero ■ Traje con abrigo de lana ■ Traje formal</p> <p>VESTIMENTA</p>	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Mamá), usa la siguiente vestimenta Traje con abrigo de lana y ropa interior larga o ropa similar.</p>
<p>Miembro familiar (Hijo 1) Edad</p>	<p>MIEMBRO FAMILIAR (HIJO 1)</p> <p>EDAD</p>	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Hijo 1), bordea una edad entre los 5-9 años.</p>

<p>Miembro familiar (Hijo 1) Peso en kg</p>	<p>MIEMBRO FAMILIAR (HIJO 1)</p> <table border="1"> <caption>MIEMBRO FAMILIAR (HIJO 1) - PESO EN Kg</caption> <thead> <tr> <th>Rango (Kg)</th> <th>Frecuencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01 - 14</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>15 - 29</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>30 - 44</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>45 - 59</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>60 - 75</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	Rango (Kg)	Frecuencia	01 - 14	10	15 - 29	21	30 - 44	25	45 - 59	17	60 - 75	3	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Hijo 1), bordea un peso corporal entre los 30-44kg.</p>		
Rango (Kg)	Frecuencia															
01 - 14	10															
15 - 29	21															
30 - 44	25															
45 - 59	17															
60 - 75	3															
<p>Miembro familiar (Hijo 1) Altura en metros</p>	<p>MIEMBRO FAMILIAR (HIJO 1)</p> <table border="1"> <caption>MIEMBRO FAMILIAR (HIJO 1) - ALTURA EN METROS</caption> <thead> <tr> <th>Rango (m)</th> <th>Frecuencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,50 - 0,74</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>0,75 - 0,99</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>1,00 - 1,24</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>1,25 - 1,49</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>1,50 - 1,75</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Rango (m)	Frecuencia	0,50 - 0,74	3	0,75 - 0,99	15	1,00 - 1,24	35	1,25 - 1,49	18	1,50 - 1,75	5	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Hijo 1), bordea una altura entre el 1.00-1.24 m.</p>		
Rango (m)	Frecuencia															
0,50 - 0,74	3															
0,75 - 0,99	15															
1,00 - 1,24	35															
1,25 - 1,49	18															
1,50 - 1,75	5															
<p>Miembro familiar (Hijo 1) Color de piel</p>	<p>MIEMBRO FAMILIAR (HIJO 1)</p> <table border="1"> <caption>MIEMBRO FAMILIAR (HIJO 1) - COLOR DE PIEL</caption> <thead> <tr> <th>Color de Piel</th> <th>Frecuencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Piel caucasica, cabello castaño, sin pecas.</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>Piel marron, cabello y ojos oscuros.</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>Piel marron oscuro, cabello oscuro.</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Color de Piel	Frecuencia	Piel caucasica, cabello castaño, sin pecas.	21	Piel marron, cabello y ojos oscuros.	36	Piel marron oscuro, cabello oscuro.	10	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Hijo 1), tiene un color de piel marrón, cabello y ojos oscuros.</p>						
Color de Piel	Frecuencia															
Piel caucasica, cabello castaño, sin pecas.	21															
Piel marron, cabello y ojos oscuros.	36															
Piel marron oscuro, cabello oscuro.	10															
<p>Miembro familiar (Hijo 1) Espacio más utilizado</p>	<p>MIEMBRO FAMILIAR (HIJO 1)</p> <table border="1"> <caption>MIEMBRO FAMILIAR (HIJO 1) - ESPACIO MAS UTILIZADO</caption> <thead> <tr> <th>Espacio</th> <th>Frecuencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Comedor</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Sala</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>Dormitorio</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table>	Espacio	Frecuencia	Comedor	5	Sala	11	Dormitorio	25	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Hijo 1), ocupa el dormitorio como el espacio más utilizado.</p>						
Espacio	Frecuencia															
Comedor	5															
Sala	11															
Dormitorio	25															
<p>Miembro familiar (Hijo 1) Actividad que realiza</p>	<p>MIEMBRO FAMILIAR (HIJO 1)</p> <table border="1"> <caption>MIEMBRO FAMILIAR (HIJO 1) - ACTIVIDAD REALIZADA EN EL ESPACIO MAS UTILIZADO</caption> <thead> <tr> <th>Actividad</th> <th>Frecuencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dormir</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Sentado con movimiento moderado</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>Sentado con actividad ligera</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>De pie con movimiento moderado</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>De pie con actividad ligera</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Estar acostado</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Actividad	Frecuencia	Dormir	9	Sentado con movimiento moderado	23	Sentado con actividad ligera	7	De pie con movimiento moderado	19	De pie con actividad ligera	8	Estar acostado	1	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Hijo 1), se encuentra sentado con movimiento moderado en el espacio más utilizado.</p>
Actividad	Frecuencia															
Dormir	9															
Sentado con movimiento moderado	23															
Sentado con actividad ligera	7															
De pie con movimiento moderado	19															
De pie con actividad ligera	8															
Estar acostado	1															

<p>Miembro familiar (Hijo 1) Vestimenta</p>	<p>MIEMBRO FAMILIAR (HIJO 1)</p>  <p>■ Camisa corta + Pantalón corto ■ Camisa corta + Pantalón ligero ■ Traje con abrigo de lana</p> <p>VESTIMENTA</p>	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Hijo 1), usa la siguiente vestimenta Traje con abrigo de lana y ropa interior larga o ropa similar.</p>
<p>Miembro familiar (Hijo 2) Edad</p>	<p>MIEMBRO FAMILIAR (HIJO 2)</p>  <p>EDAD</p>	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Hijo 2), bordea una edad entre los 15-20 años.</p>
<p>Miembro familiar (Hijo 2) Peso en kg</p>	<p>MIEMBRO FAMILIAR (HIJO 2)</p>  <p>PESO EN Kg</p>	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Hijo 2), bordea un peso corporal entre los 45-59kg.</p>
<p>Miembro familiar (Hijo 2) Altura en metros</p>	<p>MIEMBRO FAMILIAR (HIJO 2)</p>  <p>ALTURA EN METROS</p>	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Hijo 2), bordea una altura entre el 1.25-1.49 m.</p>
<p>Miembro familiar (Hijo 2) Color de piel</p>	<p>MIEMBRO FAMILIAR (HIJO 2)</p>  <p>■ Piel caucásica, cabello castaño, sin pecas. ■ Piel marrón, cabello y ojos oscuros. ■ Piel marrón oscuro, cabello oscuro.</p> <p>COLOR DE PIEL</p>	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Hijo 2), tiene un color de piel marrón, cabello y ojos oscuros.</p>

<p>Miembro familiar (Hijo 2) Espacio más utilizado</p>	<p style="text-align: center;">MIEMBRO FAMILIAR (HIJO 2)</p> <p style="text-align: right;">■ Estudio ■ Sala ■ Dormitorio</p> <p style="text-align: center;">ESPACIO MAS UTILIDAZO</p>	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Hijo 2), ocupa el dormitorio como el espacio más utilizado.</p>
<p>Miembro familiar (Hijo 2) Actividad que realiza</p>	<p style="text-align: center;">MIEMBRO FAMILIAR (HIJO 2)</p> <p style="text-align: right;">■ Dormir ■ Sentado con movimiento moderado ■ Sentado con actividad ligera ■ De pie con movimiento moderado ■ De pie con actividad ligera ■ Estar acostado</p> <p style="text-align: center;">ACTIVIDAD REALIZADA EN EL ESPACIO MAS UTILIZADO</p>	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Hijo 2), se encuentra sentado con movimiento moderado en el espacio más utilizado.</p>
<p>Miembro familiar (Hijo 2) Vestimenta</p>	<p style="text-align: center;">MIEMBRO FAMILIAR (HIJO 2)</p> <p style="text-align: right;">■ Camisa corta + Pantalón corto ■ Camisa corta + Pantalón ligero ■ Traje con abrigo de lana</p> <p style="text-align: center;">VESTIMENTA</p>	<p>Según el resultado de las encuestas el miembro familiar (Hijo 2), usa la siguiente vestimenta Traje con abrigo de lana y ropa interior larga o ropa similar.</p>

Fuente: Tabulación de Encuesta de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

Elaboración: Lazo A.

2.2.11. Balance Térmico de los miembros familiares de la Parroquia Principal.

Se aplica la ecuación 1. Del balance térmico: $M \pm R \pm Cd \pm Cv - E = 0$, para todos los integrantes del grupo familiar del resultado de la tabulación de las encuestas, para de esta manera determinar el grado de equilibrio térmico del cuerpo humano con respecto a los espacios de la vivienda que están utilizando los usuarios.

Cuadro 30. Resultado del balance térmico de los habitantes de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

Resultados: $M \pm R \pm Cd \pm Cv - E = 0$						
Miembro Familiar	Metabolismo	Radiación	Convección	Conducción	Evaporación	Total
Papá	<p>Fórmula del Equilibrio en función de W: Masa Corporal</p> $X = \frac{\sqrt{\text{peso} \times \text{altura}}}{3600}$ $X = \frac{\sqrt{75\text{kg} \times 169\text{cm}}}{3600}$ <p>$X = 1.87 \text{ m}^2$ 69W 1.87 m^2 X 1.72 m^2 Actividad Dormir. $X = 63.46 \text{ W}$ 103W 1.87 m^2 X 1.72 m^2 Actividad sentado con movimiento moderado. $X = 94.73 \text{ W}$</p>	<p>Acoplado a nuestro análisis sería: $R = e \times \sigma \times A \times \Delta T$ $R = 0.80 \times 5.6703 \times 10^{-8} \times 0.19 \times 149148.47$ $\Delta T = T_n^4 - T_a^4$ $T_n = 19.9$ $T_a = 9.36$ $\Delta T = (19.9)^4 - (9.36)^4$ $\Delta T = 149148.47$ Actividad dormir $R = 1.29 \times 10^{-3} \text{ W}$ Actividad sentado con movimiento moderado. $R = 1.29 \times 10^{-3} \text{ W}$</p>	<p>Integrándole a nuestro análisis la ganancia o pérdida por convección sería: $Cv = hc \times A \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(T_m)$ $T_n = 19.9$ $T_a = -9.93122 + 1.186145T + 0.122310HR$ $T_a = 9.36$ $\Delta T = 10.54$ $Cv = 10\text{W/m}^2 \times 0.19 \text{ m}^2 \times 10.54$ Actividad dormir $Cv = -20.02 \text{ W}$ Actividad sentado con movimiento moderado. $Cv = -20.02 \text{ W}$</p>	<p>Acoplado a nuestro análisis sería: $Cd = A \times Ct \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(T_m)$ $T_n = 19.9$ $T_a = -9.93122 + 1.186145T + 0.122310HR$ $T_a = 9.36$ $\Delta T = 10.54$ $Cd = 0.19 \times 0.078 \times 10.54$ Actividad dormir $Cd = -0.15 \text{ W}$ Actividad sentado con movimiento moderado. $Cd = -0.15 \text{ W}$</p>	<p>La persona no se encuentre sudando se utilizará como dato de evaporación 10,5 W, puesto que todas las personas pierden este valor por respiración.</p> <p>Actividad dormir $Q_e = -10.5 \text{ W}$</p> <p>Actividad sentado con movimiento moderado. $Q_e = -10.5 \text{ W}$</p>	<p>32.79</p> <p>64.06</p>

<p>Mamá</p>	<p>Fórmula del Equilibrio en función de W: Masa Corporal</p> $X = \frac{\sqrt{\text{peso} \times \text{altura}}}{3600}$ $X = \frac{\sqrt{65\text{kg} \times 164\text{cm}}}{3600}$ $X = 1.72 \text{ m}^2$ <p>69W 1.72 m^2 X 1.72 m^2 Actividad Dormir. X = 69 W</p> <p>134W 1.72 m^2 X 1.72 m^2 Actividad De pie con movimiento. X = 134 W</p>	<p>Acoplado a nuestro análisis sería:</p> $R = e \times \sigma \times A \times \Delta T$ $R = 0.80 \times 5.6703 \times 10^{-8} \times 0.17 \times 149148.47$ $\Delta T = T_n^4 - T_a^4$ <p>Tn= 19.9 Ta= 9.36 $\Delta T = (19.9)^4 - (9.36)^4$ $\Delta T = 149148.47$ Actividad dormir R = $1.15 \times 10^{-3} \text{ W}$</p> <p>Actividad De pie con movimiento. R = $1.15 \times 10^{-3} \text{ W}$</p>	<p>Integrándole a nuestro análisis la ganancia o pérdida por convección sería:</p> $Cv = hc \times A \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ <p>Tn=17.6+0.31(Tm) Tn= 19.9 $Ta = -9.93122 + 1.186145T + 0.122310HR$ Ta= 9.36 $\Delta T = 10.54$ $Cv = 10\text{W/m}^2 \times 0.17 \text{ m}^2 \times 10.54$ Actividad dormir Cv = - 17.91 W</p> <p>Actividad De pie con movimiento. Cv = - 17.91 W</p>	<p>Acoplado a nuestro análisis sería:</p> $Cd = A \times Ct \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ <p>Tn=17.6+0.31(Tm) Tn= 19.9 $Ta = -9.93122 + 1.186145T + 0.122310HR$ Ta= 9.36 $\Delta T = 10.54$ Cd $= 0.17 \times 0.078 \times 10.54$ Actividad dormir Cd = - 0.14 W</p> <p>Actividad De pie con movimiento. Cd = - 0.14 W</p>	<p>La pérdida total de calor por evaporación se puede calcular mediante la siguiente ecuación:</p> $Qe = 666.66 \times 1.5\text{kg/h}$ <p>Actividad dormir Qe= -10.5 W</p> <p>Actividad De pie con movimiento. Qe= -999.99 W</p>	<p>40.45</p> <p>-884.03</p>
-------------	---	--	---	---	--	-----------------------------

<p>Hijo 1</p>	<p>Fórmula del Equilibrio en función de W: Masa Corporal x $= 0.024265 x (kg)^{0.53}$ $x (cm)^{0.3964}$ x $= 0.024265 x (30)^{0.53}$ $x (120)^{0.3964}$ $X = 1.00 m^2$ $69W \quad 1.00 m^2$ $X \quad 1.72 m^2$ Actividad Dormir. $X = 118.68 W$ $103W \quad 1.00 m^2$ $X \quad 1.72 m^2$ Actividad sentado con movimiento moderado. $X = 177.16 W$</p>	<p>Acoplado a nuestro análisis sería: $R = e x \sigma x A x \Delta T$ R $= 0.80 x 5.6703x10^{-8}$ $x 0.1 x 149148.47$ $\Delta T = T_n^4 - T_a^4$ $T_n = 19.9$ $T_a = 9.36$ $\Delta T = (19.9)^4 - (9.36)^4$ $\Delta T = 149148.47$ Actividad dormir $R = 6.76 x 10^{-3} W$ Actividad sentado con movimiento moderado. $R = 6.76 x 10^{-3} W$</p>	<p>Integrándole a nuestro análisis la ganancia o pérdida por convección sería: $Cv = hc \times A \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(T_m)$ $T_n = 19.9$ $T_a = -9.93122 + 1.186145T + 0.122310HR$ $T_a = 9.36$ $\Delta T = 10.54$ $Cv = 10W/m^2 x 0.1 m^2 x 10.54$ Actividad dormir $Cv = -10.54 W$ Actividad De pie con movimiento. $Cv = -10.54 W$</p>	<p>Acoplado a nuestro análisis sería: $Cd = A x Ct x \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ $T_n = 17.6 + 0.31(T_m)$ $T_n = 19.9$ $T_a = -9.93122 + 1.186145T + 0.122310HR$ $T_a = 9.36$ $\Delta T = 10.54$ Cd $= 0.1 x 0.078 x 10.54$ Actividad dormir $Cd = -0.08 W$ Actividad De pie con movimiento. $Cd = -0.08 W$</p>	<p>La persona no se encuentre sudando se utilizará como dato de evaporación 10,5 W, puesto que todas las personas pierden este valor por respiración.</p> <p>Actividad dormir $Q_e = -10.5 W$</p> <p>Actividad sentado con movimiento moderado. $Q_e = -10.5 W$</p>	<p>97.56</p> <p>156.04</p>
---------------	---	---	---	---	---	--

<p>Hijo 2</p>	<p>Fórmula del Equilibrio en función de W: Masa Corporal</p> $X = \frac{\sqrt{\text{peso} \times \text{altura}}}{3600}$ $X = \frac{\sqrt{59\text{kg} \times 145\text{cm}}}{3600}$ $X = 1.49 \text{ m}^2$ <p>103W 1.49 m^2</p> $X = 1.72 \text{ m}^2$ <p>69W 1.49 m^2</p> $X = 1.72 \text{ m}^2$ <p>Actividad Dormir. $X = 79.65 \text{ W}$</p> <p>Actividad sentado con movimiento moderado. $X = 118.89 \text{ W}$</p>	<p>Acoplado a nuestro análisis sería:</p> $R = e \times \sigma \times A \times \Delta T$ $R = 0.80 \times 5.6703 \times 10^{-8} \times 0.15 \times 149148.47$ $\Delta T = T_n^4 - T_a^4$ <p>$T_n = 19.9$</p> <p>$T_a = 9.36$</p> $\Delta T = (19.9)^4 - (9.36)^4$ $\Delta T = 149148.47$ <p>Actividad dormir $R = 1.01 \times 10^{-3} \text{ W}$</p> <p>Actividad sentado con movimiento moderado. $R = 1.01 \times 10^{-3} \text{ W}$</p>	<p>Integrándole a nuestro análisis la ganancia o pérdida por convección sería:</p> $Cv = hc \times A \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ <p>$T_n = 17.6 + 0.31(T_m)$</p> <p>$T_n = 19.9$</p> $T_a = -9.93122 + 1.186145T + 0.122310HR$ <p>$T_a = 9.36$</p> $\Delta T = 10.54$ <p>$Cv = 10\text{W/m}^2 \times 0.15 \text{ m}^2 \times 10.54$</p> <p>Actividad dormir $Cv = -15.81 \text{ W}$</p> <p>Actividad De pie con movimiento. $Cv = -15.81 \text{ W}$</p>	<p>Acoplado a nuestro análisis sería:</p> $Cd = A \times Ct \times \Delta T$ $\Delta T = T_n - T_a$ <p>$T_n = 17.6 + 0.31(T_m)$</p> <p>$T_n = 19.9$</p> $T_a = -9.93122 + 1.186145T + 0.122310HR$ <p>$T_a = 9.36$</p> $\Delta T = 10.54$ <p>$Cd = 0.15 \times 0.078 \times 10.54$</p> <p>Actividad dormir $Cd = -0.12 \text{ W}$</p> <p>Actividad De pie con movimiento. $Cd = -0.12 \text{ W}$</p>	<p>La persona no se encuentre sudando se utilizará como dato de evaporación 10,5 W, puesto que todas las personas pierden este valor por respiración.</p> <p>Actividad dormir $Q_e = -10.5 \text{ W}$</p> <p>Actividad sentado con movimiento moderado. $Q_e = -10.5 \text{ W}$</p>	<p>53.22</p> <p>92.46</p>
---------------	---	--	---	---	---	---------------------------

Fuente: Tabulación de Encuesta de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

Elaboración: Lazo A.

2.2.12. Confort y bienestar de los usuarios mediante el confort higro térmico.

A través de datos estadísticos, fuentes bibliográficas y resultados de encuestas, se analizó a los integrantes de la resultante de un grupo familiar de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg para saber y conocer sus requerimientos básicos de confort higro térmico.

Cuadro 31. Resultados Confort higro térmico.

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	Pérdidas por evaporación	Equilibrio Térmico	Estrategias Generales	Justificación
Papá	45	75	1,69	Tipo IV	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga o ropa similar.	Sentado con movimiento moderado / Dormir	Sala	Noche	Agosto	Evaporación por respiración 10,5 w	64.06 W	Ganancia de Calor en dormitorio y sala en la noche	Se debe ganar calor en los espacios más utilizados, así sea que la persona este ganando calor por la actividad que realiza o por el arropamiento que esté usando, de todos modos se debe tener en consideración la ganancia de calor durante el día.
							Dormitorio	Noche			32.79 W		
Mamá	40	65	1,60	Tipo IV		De pie con movimiento / Dormir	Cocina	Mañana tarde/ noche	Agosto	Tasa de evaporación por sudoración 1,5 kg/h	-884.03 W	Ganancia de Calor en; Cocina mañana y noche, y sala dormitorio en la noche	
							Dormitorio	Noche		Evaporación por respiración 10,5 w	40.45 W		
Hijo 1	5	30	1,20	Tipo IV		Sentado con movimiento moderado / Dormir	Sala	Tarde	Agosto	Evaporación por respiración 10,5 w	156.04 W	Ganancia de Calor en dormitorio en la noche y sala en la tarde.	
							Dormitorio	Noche			97.56 W		
Hijo 2	15	59	1,49	Tipo IV		Sentado con movimiento moderado / Dormir	Sala	Mañana	Agosto	Evaporación por respiración 10,5 w	92.46 W	Ganancia de Calor en dormitorio en la noche y sala en la tarde.	
							Dormitorio	Noche			53.22 W		

Fuente: Tabulación de Encuesta de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

Elaboración: Lazo A.

2.3. Confort lumínico

El confort lumínico se refiere a la percepción a través del sentido de la vista. Se hace notar que el confort lumínico difiere del confort visual, ya que el primero se refiere de manera preponderante a los aspectos físicos, fisiológicos y psicológicos relacionados con la luz, mientras que el segundo principalmente a los aspectos psicológicos relacionados con la percepción espacial y de los objetos que rodean al individuo (Fuentes, 2013).

La radiación solar tiene dos componentes, la térmica y la lumínica; de tal forma la luz natural es uno de los recursos más abundantes en nuestro planeta, en contraste con otras fuentes de energía convencional; sin embargo ésta se encuentra disponible solo durante el día. Prácticamente desde que el hombre descubrió el fuego y al mismo tiempo descubrió la iluminación artificial. Antorchas, velas, lámparas de aceite y posteriormente de petróleo y gas fueron utilizados durante cientos de años hasta que Thomas A. Edison, a finales del siglo pasado, inventó la bombilla eléctrica. Desde entonces el hombre ha inventado una gran variedad de lámparas y sistemas de alumbrado, utilizando la iluminación eléctrica de manera intensiva, obteniendo de esta forma la posibilidad de ampliar su horario de actividades las 24 horas del día. Esto evidentemente acarrea consigo la ruptura o alteración de los ciclos biológicos naturales (sueño-vigilia, entre otros), pero además puede provocar otras alteraciones fisiológicas y psicológicas.

Suele asumirse que si se provee una cantidad suficiente de luz, según algunas normas, se puede desarrollar cualquier tipo de trabajo; sin embargo es necesario considerar la calidad de la luz además de la simple cantidad. La calidad se relaciona con las características de iluminación que facilitan la visión. Normalmente todas estas características están interrelacionadas (Fuentes, 2013).

2.3.1. Calidad de luz.

Quizá la primera característica lumínica determinante de la calidad de luz, es el tipo de luz o cualidad cromática; es decir el tipo de energía que se está recibiendo. Dentro del amplio espectro de radiación electromagnética, se percibe como luz visible sólo una estrecha banda que va desde los 380 a los 780 nanómetros ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) de longitud de onda. 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) (Fuentes, 2013).

La máxima sensibilidad del ojo y la máxima emisión solar, se encuentran muy cercanos; esto es indicativo de que el ojo humano está diseñado para percibir de manera más sensible la luz emitida por el Sol. Por su lado la radiación electromagnética emitida por 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).

El esfuerzo que tiene que realizar el ojo ante exposiciones prolongadas y constantes de luz artificial ocasiona deformaciones y trastornos ópticos, pero además puede haber otros impactos sobre la salud del individuo, tal como lo muestran algunos estudios realizados en el laboratorio neuroendocrino del Instituto de Tecnología de Massachusetts (Ponte, 1981), donde se encontró que la luz artificial puede ocasionar disminución en la absorción de calcio en el organismo. Otros estudios muestran que la luz fluorescente normal emite rayos ultravioleta la cual puede llegar a incrementar hasta 5 % la exposición normal del sol; la exposición prolongada y continua a esta radiación ultravioleta puede ocasionar en personas sensibles la

generación de cáncer en la piel. Por otro lado también es necesario mencionar que la luz puede ser utilizada como cromoterapia.

Además de los factores cromáticos existen otros factores que determinan la calidad de la percepción lumínica, entre ellos los más importantes son el contraste y el deslumbramiento.

El ojo percibe los objetos gracias al contraste, el cual se define como toda diferencia cualitativa o cuantitativa de luz percibida en un campo visual. Es decir que es necesario que existan diferencias de color, iluminación, luz y sombra, etc. para poder percibir cualquier objeto. A mayor contraste, mayor diferenciación entre los objetos; 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 (Fuentes, 2013).

2.3.2. Cantidad de luz.

El ojo humano está diseñado para percibir un enorme rango de variación lumínica, puede percibir desde 0.1 lux a la luz de la luna llena, hasta 100,000 luxes 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 de una sensación muy desagradable en ocasiones acompañada de dolor, lesiones del sentido de la vista, a veces transitoria y otras permanentes. La eficacia visual aumenta proporcionalmente con el incremento de la iluminación, esto se da de manera más marcada con niveles bajos de iluminación y no es tan significativo con niveles altos (Szokolay S. , 2004).

El aspecto energético, aunque no está relacionado con el confort, también es muy importante desde el punto de vista ambiental. Resulta difícil de creer que la mayoría de los

edificios utilicen de manera preponderante la iluminación artificial durante el día desperdiciando la iluminación natural, que es un recurso tan valioso y necesario para la salud y el confort, además gratuito. La iluminación artificial debe emplearse durante la noche, y durante el día solo como complemento compensando las variaciones de la luz natural.

2.3.3. Parámetros del confort lumínico.

Dentro del confort lumínico se puede establecer los siguientes parámetros que gracias a ellos se puede establecer si una persona se encuentra en confort o discomfort dentro de un espacio o lugar, estos son:

- Intensidad luminosa
- Iluminancia
- Luminancia
- Contraste y Deslumbramiento
- Color de la luz

2.3.3.1. Intensidad Luminosa.

Entendida por la cantidad de luz que puede emitir una fuente en una determinada dirección su unidad de medida es Cd (Candela). La intensidad luminosa está muy ligada a la adaptabilidad del ojo humano dentro de un espacio, aspecto importante a tomar en cuenta para el confort del usuario (Banham, 1975).

2.3.3.2. Iluminancia.

Cantidad de luz o flujo luminoso que incide en un cuerpo, su unidad son los lux. Adecuado para determinar el nivel lumínico de un espacio, conociendo el nivel lumínico de un espacio y el aporte natural a este puede evaluarse la necesidad o no de luz artificial, dependiendo por supuesto del uso del espacio y las horas de habitabilidad.

Cuadro 32. Valores de Iluminancia.

Valores de Iluminancia	
Actividades con esfuerzo muy alto: dibujo de precisión, joyería, etc.	1000 lux
Actividades como esfuerzo visual alto o muy alto de poca duración, lectura, dibujo, etc.	750 lux
Actividades con esfuerzo visual medio o alto poca duración: trabajos generales, reuniones, etc.	500 lux
Actividades de esfuerzo visual bajo o medio de poca duración: almacenaje, circulación, reunión, etc.	250 lux

Fuente: (Diplomado Internacional, Chiapas)

Elaboración: Lazo A.

Cuadro 33. Factores de Iluminancia.

Factores Modificadores de los valores generales de Iluminancia		
x 0.8	x 1	x 1.2
Edad (35 años, actividad poco importante actividad fácil).	Edad (35 a 55 años, actividad importante dificultad regular).	Edad (55 años, actividad crítica y poco usual alta dificultad).

Fuente: (Diplomado Internacional, Chiapas)

Elaboración: Lazo A.

2.3.3.3. Luminancia.

Cantidad de luz emitida por unidad de superficie hacia una dirección determinada, su unidad es Cd/m². La luminancia es en realidad la luz que percibimos por los ojos ya que es solamente la luz reflejada por otro objeto o superficie la que en realidad vemos. No es la cantidad de luz emitida por la fuente luminosa la que nuestra vista puede apreciar, es la reflexión de esta en los cuerpos la que percibimos, de igual manera el color de los objetos, el que podemos observar es el color perteneciente a espectro de color que el cuerpo refleja, el resto es absorbido.

Cuadro 34. Valores de Luminancia.

Valores de Luminancia (con su correspondencia con iluminancia)		
Código Visual	Luminancia (cd/m ²)	Iluminancia horizontal (lux)
Rostro humano muy poco visible	1	20
Visión correcta del rostro	10-20	200
Optimo con trabajos normales	100-400	2000
Superficies con reflexión >0.2 muy iluminadas	>1000	20000

Fuente: (Diplomado Internacional, Chiapas)

Elaboración: Lazo A.

2.3.3.4. Contraste y Deslumbramiento.

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

Cuadro 35. Índice de deslumbramiento.

Índices de Deslumbramiento (G)	
Condiciones muy críticas, con trabajos difíciles, situaciones peligrosas, etc.	Inapreciable <13
Condiciones de trabajo largo con dificultad normal, espacios de reposo, etc.	Bajo 13-16
Condiciones de trabajo ligero o de duración corta, espacios de relación, etc.	Medio 16-19
Condiciones poco críticas, espacios de corta ocupación, circulaciones, etc.	Alto 19-22
Condiciones sin requerimientos visuales, donde el deslumbramiento no es problema.	Muy alto >22

Fuente: (Diplomado Internacional, Chiapas)

Elaboración: Lazo A.

2.3.3.5. Color de la luz.

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

Cuadro 36. Color de la luz.

Color de la luz (características recomendables según el uso)			
Tipos de espacio	Condiciones	IRC (%) (índice de reproducción cromática)	Te (Kelvin) (temperatura del color)
Espacios en donde el color es muy importante.	De trabajo De reposo	> 85	4500-6000 2500-4000
Espacios en donde el color no es crítico pero importa.	De trabajo De reposo	70-85	> 4000 < 4000
Espacios en donde importa poco el reconocimiento cromático.	De trabajo De reposo	< 70	> 4500 < 4500
Espacio sin visión cromática.		< 40	Indiferente

Fuente: (Diplomado Internacional, Chiapas)

Elaboración: Lazo A.

Cuadro 37. Resultados de confort lumínico.

AMBIENTES	ELEMENTOS QUE AFECTAN A LOS PARÁMETROS DE CONFORT LUMÍNICO EN EL SECTOR DE ESTUDIO.						
	Distribución de luminancia	Illuminancia	Deslumbramiento	Dirección de la luz	Rendimiento de colores y apariencia de color de la luz	Luz natural o diurna	Recomendaciones generales
Sala	100-400	500	Medio 16-19	Frontal	70-85	Natural	Ubicar la sala en dirección de la luz natural.
Comedor	100-400	500	Medio 16-19	Lateral	70-85	Natural	Ubicar el comedor en dirección de la luz natural o por medio de la sala.
Cocina	100-400	500	Medio 16-19	Lateral	70-85	Artificial	No se necesita que la cocina tenga iluminación natural puede ser artificial.
Dormitorios	100-400	750	Bajo 13-16	Lateral	> 85	Natural	Ubicar el dormitorio en dirección de la luz natural.
Baño	10-20	250	Alto 19-22	Cenital	< 70	Artificial	No se necesita que el baño tenga iluminación natural puede ser cenital.
Lavandería	10-20	250	Alto 19-22	Cenital	< 70	Artificial	No se necesita que la lavandería tenga iluminación natural puede ser cenital.
Estacionamiento	10-20	250	Alto 19-22	Cenital	< 70	Artificial	No se necesita que el estacionamiento tenga iluminación natural puede ser artificial.

Elaboración: Lazo A.

2.4. Confort acústico

Se refiere a la percepción que se da a través del sentido del oído, donde se incluyen además de los factores acústicos, los factores del ruido. Las fuentes sonoras están siempre presentes tanto en zonas urbanas como rurales, incluso en los lugares relativamente silenciosos como un campo abierto o una casa aislada. En sí, la existencia de sonidos es necesaria para la percepción del entorno; de hecho la ausencia total de sonidos puede afectar seriamente la salud física y mental del individuo.

El confort acústico se refiere a las sensaciones auditivas, tanto en contar con niveles sonoros adecuados (aspectos cuantitativos), como contar con una adecuada calidad sonora (aspectos referidos al timbre, reverberación, etc.). 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 (percepción) procesar adecuadamente la información adquirida interactuando de manera más eficaz con el medio ambiente (ligado directamente con la comunicación) (Fuentes, 2013).

Cuando el sonido es desordenado o demasiado intenso, se convierte en un factor contaminante, que denominamos ruido (aunque en general podemos definir al ruido como cualquier tipo de sonido indeseable, sea éste ordenado o desordenado, tenue o intenso). En el caso de las grandes concentraciones urbanas las fuentes de contaminación por ruido se han multiplicado en proporción a su población. Los niveles de ruido que se presentan cotidianamente en estas grandes urbes son francamente nocivos para la salud de sus habitantes (Fuentes, 2013).

Lo primero es entender que es el ruido y que repercusiones a corto, mediano y largo plazo puede tener. Todo sonido tiene su origen en la vibración de un cuerpo, la cual se transmite

a través del aire, es percibida por el sentido del oído e interpretada por el cerebro. El sonido es entonces una forma de 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; se mide en decibeles (dBa) que incluye todos los rangos de frecuencia.

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. Se mide en niveles de presión acústica (NPA). 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 (Organización Mundial de la Salud, 1983), establece los siguientes rangos:

Cuadro 38. Rango de intensidad de ruido.

Tipos 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 dB

Fuente: (Organización Mundial de la Salud, 1983)

Elaboración: Lazo A.

2.4.1. Efectos del ruido.

El ruido tiene diversos efectos tanto fisiológicos como psicológicos, entre los más importantes se pueden mencionar los siguientes:

2.4.1.1. Interferencia en la comunicación.

En lugares 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.

2.4.1.2. Pérdida de la audición.

La exposición ocasional o constante al ruido puede provocar pérdida temporal o permanente en forma gradual, parcial o total de la capacidad auditiva. De hecho con el paso del tiempo, el hombre 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.

2.4.1.3. Perturbación del sueño.

Todas las personas han experimentado alguna vez la interrupción del sueño producida por sonidos intensos o ruidos. La exposición a fuentes de ruido ocasiona perturbación del sueño. Puede suceder que un ruido nos despierte al momento que afecte 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 (Fuentes, 2013).

2.4.1.4. 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, 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.

2.4.1.5. Efectos en el rendimiento.

Se han hecho estudios que demuestran que exposiciones al ruido disminuyen la eficiencia del individuo, reduciendo su concentración en las actividades que realiza. Esto tiene repercusiones en la productividad y seguridad de los trabajadores, ya que muchos de los accidentes laborales se deben a distracciones por causa de ruidos.

2.4.1.6. Problemas psicológicos.

Algunos investigadores relacionan el ruido ambiental con la salud mental, y aún 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.

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.

2.4.2. Parámetros del confort acústico.

Para determinar si una persona se encuentra en confort acústico dentro de un espacio se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Tono
- Presión Sonora (p)
- Intensidad acústica
- Tipos de ruido
- Fuentes de ruido externas
- Fuentes de ruido internas

2.4.2.1. Tono.

El tono permite básicamente ordenar los sonidos en función de cuán graves o cuán agudos son, ya que es una cualidad que depende de la frecuencia, es decir del número de vibraciones o de ciclos por segundo.

Sin embargo, existen algunos sonidos que pueden variar su frecuencia. Además se puede deducir que en la medida en que se incrementa la frecuencia se distingue un aumento de tono, aunque la percepción de la intensidad acústica puede ser la misma. En efecto, nos podemos encontrar con sonidos que, a pesar de poseer diferentes frecuencias, mantienen la misma presión sonora.

2.4.2.2. Presión sonora (p).

Aunque este parámetro no es habitualmente utilizado como un indicador, suele representarse con la unidad de medida conocida como Pascal (Pa). Sin embargo, lo que comúnmente se maneja cuando se analiza el comportamiento acústico de una vivienda es el nivel de presión sonora, ya que su unidad permite reducir el rango de medidas y comparar más fácilmente con la forma como el oído humano percibe los ruidos.

2.4.2.3. Intensidad acústica.

La intensidad es vista como una propiedad de un fenómeno acústico que determina sus condiciones de audición y que es dependiente de la amplitud de sus ondas. Dentro de los aspectos que interesan conocer de este parámetro para la evaluación de las viviendas, así como en el diseño de las medidas a tomar en el reacondicionamiento, 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. Como se puede ver la velocidad de transmisión del sonido es un aspecto importante a tomar en cuenta 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.

Según Serra (1996), en una vivienda los ruidos no deben superar los 51dB con frecuencia de 125Hz, los 37dB con 500Hz y los 30dB si son sonidos de 2000Hz.

2.4.2.4. Tipos de ruido.

Un aspecto importante a tener presente en el análisis del comportamiento acústico de las viviendas es el tipo ruido que suele percibirse, para ello se tiene en cuenta su clasificación dependiendo de la naturaleza de la fuente, la ubicación de la misma con respecto a la edificación o el medio de propagación de la energía acústica.

Pueden clasificarse:

Naturales: son parte de la naturaleza y normalmente aceptados, resultando molestos solo a exposiciones de elevada duración e intensidad. Dentro de ellos se pueden incluir la voz, la lluvia, las rompientes de las olas, el silbido del viento, las cascadas de agua, etc. A nivel arquitectónico, es muy difícil determinar sus intensidades y al reacondicionar un espacio es necesario tomar decisiones con respecto a ellos, bien sea aceptando su presencia o descartándolos, si se puede, edificando en otro lugar.

Artificiales: Provenientes de fuentes elaboradas o construidas por el hombre y que se encuentran principalmente en las ciudades. Puede ser el ruido de los automóviles, aviones, tranvías, motores, radios u otras causas ocasionales intermitentes. Son típicos de las ciudades, ruidos que por su intensidad y frecuencia están en constante aumento que hoy en día son vistos de modo preocupante por el nivel de contaminación acústica que generan (Acustica, 2013).

2.4.2.5. Fuentes de ruido externas.

Se trata de todos aquellos sonidos que, aunque son producidos en el exterior de la edificación, la afectan al causar molestias en sus ocupantes debido a los niveles de presión sonora que suelen alcanzar. Estos pueden influir en el diseño y acondicionamiento acústico de las viviendas, incidiendo fundamentalmente en la situación y disposición de cada una de las habitaciones en la fase de diseño y en la ubicación de los cerramientos. En cuanto a la rehabilitación, debemos decir que es necesario determinar con claridad el nivel de intensidad y la recurrencia de estos sonidos para poder seleccionar las medidas de control tanto pasivas como activas. Dentro de este tipo de sonidos podemos encontrar los producidos por automóviles, aviones, trenes, construcciones, los agentes atmosféricos, etc.

2.4.2.6. Fuentes de ruido internas.

En este caso, la fuente causante del ruido se encuentra en el interior de la edificación. En algunos casos, los sonidos se producen por la ocupación y utilización de las edificaciones, aunque también pueden ser causados por las instalaciones y los servicios de las mismas. Si existen continuidades constructivas, estos ruidos pueden ser apreciados en puntos alejados de la fuente propiamente dicha a niveles considerables. En su evaluación deben distinguirse claramente las fuentes, ya que el efecto de molestia puede variar dependiendo de la posibilidad de control y del modo de utilización de la fuente, lo que afectaría la aceptación subjetiva del ruido (Acustica, 2013).

2.4.3. Decibelio (dB).

El decibelio es una unidad de medida empleada en la rama de la acústica, entre otras, que refleja la potencia e intensidad del ruido. Utilizándose en una escala logarítmica, ya que el oído humano no sigue una escala lineal debido a las variaciones de intensidad, el dB (decibelio) es apto para tasar el sonido que advierten los seres humanos. El umbral de audición humana es estipulado en 0 dB ya que el decibelio es una unidad relativa, aunque está demostrado que varía

según cada sujeto. Por el contrario el denominado “umbral de dolor” es considerado a partir de los 140 dB (Acustica, 2013).

2.4.3.1. Decibelio ponderado A (dBA).

Las medias frecuencias son los sonidos que más percibe el oído humano por ello se aplican las curvas isofónicas para afinar aún más el sonido con la realidad auditiva. Por tanto dBA es una unidad de medida que se diferencia del dB porque filtra las bajas y altas frecuencias dejando únicamente las más dañinas para nuestro oído, significando un riesgo auditivo exponernos a estos ruidos medidos en dBA. A continuación mostramos una aproximación de dBA más comunes (Acustica, 2013).

Cuadro 39. Decibelio Ponderado A.

Decibelio (dBA) más comunes		
Fuente de Sonido	Decibelio	Efectos en la salud
Pájaros Cantando	20 dBA	Ninguno
Umbral de audición	0 dBA	Ninguno
Susurro, respiración normal, pisadas suaves.	10 dBA	Ninguno
Susurro del viento en los árboles	25 dBA	Ninguno
Murmullo, oleaje suave en la costa	30 dBA	Ninguno
Biblioteca, habitación en silencio	40 dBA	Ninguno
Sala de estudio	35 dBA	Ninguno
Computadora	45 dBA	Ninguno
Conversación entre dos personas	55 dBA	Ninguno
Aspirador	70 dBA	Ninguno, molestia para algunos
Oficina (10 personas)	75 dBA	Ninguno, molestia para algunos
Camión de la basura	85 dBA	Ninguno, molestia para algunos
Trafico de una carretera	90 dBA	Ninguno, molestia para algunos
Tráfico ligero, conversación normal	50 dBA	Ninguno
Claxon	95 dBA	Posible daño auditivo luego de exposición prolongada
Claxon de un vehículo publico	100 dBA	Posible daño auditivo luego de exposición prolongada
Umbral del dolor	120 dBA	Probable daño auditivo luego de exposición prolongada
Discoteca	110 dBA	Posible dolor inmediato, gran posibilidad de daño luego de exposición prolongada
Motocicletas sin silenciador	115 dBA	Generalmente dolor inmediato
Taladro Hidráulico	120 dBA	Daños auditivos serios luego de exposición prolongada
Despegue de un avión	140 dBA	Perdida inmediata de la audición o posible ruptura de tímpanos

Fuente: (Acustica, 2013)

Elaboración: Lazo A.

Cuadro 40. Resultados Confort acústico.

La información que se presenta en el Cuadro 40, es producto del análisis de las principales fuentes de ruido que se puede tener en el área de influencia, dentro de un proyecto de vivienda unifamiliar para el sector de estudio.

RESULTADOS DE CONFORT ACÚSTICO					
Fuente de ruido	Decibeles de la fuente (db)	Horario de medición	Índice de confort según decibeles (db)	Efectos a largo plazo	Estrategias Generales
Trafico ligero en la vía	50	Todo el día	De 45 a 55 db Ruidoso	Algo molesto	Utilizar materiales aislantes en las fachadas que dan directamente hacia la calle más transcurrida por vehículos.
Sonido de viento en el bosque, canto de pájaros	20	Todo el día	De 0 a 25 db Muy silencios	Gran tranquilidad	No requiere estrategias
Camión de la basura	85	3 veces por semana	Límite de la OMS	Molesto	No requiere de estrategias ya que el paso del camión de la basura es esporádico.
Claxon de un vehículo	95	Todo el día	Límite de la OMS	Molesto	Utilizar materiales aislantes en las fachadas.
Despegue de un avión	140	Una vez al día	Umbral de dolor	Molesto	No requiere de estrategias ya que el paso de un avión por el sitio es momentáneo
Plaza central, parque, zona de recreación	50	Tarde y noche	De 45 a 55 db Ruidoso	Algo molesto	Al ser momentáneo la estadía de las personas en la plaza, el parque no se requiere de estrategias.

Elaboración: Lazo A.

2.5. Confort Olfativo

Se refiere a la percepción a través del sentido del olfato. Aunque éste tipo de confort pocas veces es considerado, es un factor importante que debe ser considerado sobre todo en lugares con índices de contaminación.

El confort olfativo tiene dos vertientes de análisis, la primera referente a la utilización de olores agradables con el fin de producir una cierta sensación psicológica en el individuo. Este punto ha sido tradicionalmente utilizado 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 (Acustica, 2013).

Esto último nos conduce a la segunda vertiente, el manejo que se debe dar a los olores desagradables, aspecto directamente relacionado con la contaminación ambiental. La solución es muy fácil de determinar, eliminar la fuente contaminante; ya sea cualquier tipo de desechos sólidos, líquidos, químicos, naturales etc.; así como tratar de eliminar cualquier aparato de combustión o productor de gases contaminantes (Acustica, 2013).

Aunque esta solución es obvia, es muy difícil de llevarse a cabo, principalmente en las grandes concentraciones urbanas; pero además de este tipo de macro-contaminación, en el ámbito doméstico se encuentran una gran cantidad de productos y elementos contaminantes de uso cotidiano, tales como estufas, hornos, calentadores, productos químicos de limpieza, insecticidas, solventes, detergentes y jabones, medicamentos, cigarros, etc. que contaminan el interior de los espacios.

Todos estos productos deben ser manejados de manera especial, almacenándolos en lugares adecuados y controlados, además es necesario proveer la ventilación suficiente a todas

las habitaciones, principalmente a las que de alguna manera son contaminantes (Roberto García y Fuentes Freixanet, 1995).

Si bien es cierto que las plantas ayudan a absorber sustancias contaminantes y a producir oxígeno, en realidad se les exige demasiado, ya que 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 (Acustica, 2013).

El confort olfativo se refiere únicamente al 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.

2.5.1. Principales fuentes contaminantes de olores.

Es importante distinguir entre las fuentes contaminantes de olores provenientes del exterior de la vivienda y las del interior de la vivienda, las fuentes provenientes del exterior están directamente ligadas a la ubicación de la vivienda respecto al entorno, sin embargo la mayor parte de los olores provienen del interior de la vivienda. Se puede observar en el Cuadro 42, las principales fuentes de contaminación.

Cuadro 41. Principales fuentes de contaminación de olores.

Origen	Entrada o generación	Ejemplos
Exterior	Ventilación	Smock, asfalto, construcciones
	A través del subsuelo	Derrames de productos químicos
	Desagües	Alcantarillado
Interior	Ocupantes	Bio efluentes, tabaco
	Actividades	Materiales de oficina
	Estado del edificio	Humedades, aire acondicionado
	Obras	Disolventes, pinturas, etc.
	Materiales de construcción	Paneles, tapicería, mobiliario.

Fuente: (Berenguer Subils, 1997)

Elaboración: Lazo A.

2.5.2. Características de un olor.

Cuadro 42. Características de un olor.

Tipos	
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.

Fuente: (Cadenas, 2007)

Elaboración: Lazo A.

2.5.2.1. Intensidad del olor.

Para la medición de la intensidad de un olor existe una unidad de medida denominada *olf* (es el total de contaminantes (bio efluentes) aportados al aire por una persona estándar.), que equivale a la emisión aromática de un adulto que se ducha 0,7 veces y se cambia de ropa interior a diario, mientras realiza una actividad cotidiana, esta unidad de medida es utilizada en la olfatometría con la finalidad de estimar las molestias olfativas causadas por materiales de construcción, entre otros, la forma de medición de esta unidad de medida es mediante un olfatómetro, implemento que mide la fuerza más no el hedor de un olor. En el Cuadro 45, se puede observar los valores de *olf* más frecuentes al interior de la vivienda.

Cuadro 43. Intensidad del olor

Descripción	Valor de Olf
Persona que se ducha a diario, se cambia el interior a diario y realiza una actividad determinada.	1 olf
Alfombra sintética	0,4 olf / m ²
El mármol	0,01 olf / m ²
Niño de 12 años jugando	2 olf
Deportista	30 olf
Persona que fuma	25 olf
Escritorio con papeles	2 olf
Librero	3 olf
Materiales de oficina (mobiliario)	0,5 olf/m ²

Fuente: (Cadenas, 2007)

Elaboración: Lazo A.

2.5.2.2. La calidad del olor.

La calidad del olor permite describir y diferenciar cualitativamente los distintos olores. Son ejemplos típicos términos y expresión tal como afrutada, mohosa, rancia, perfumada, olor a sudor, a alcantarilla, a podrido, a quemado, etc. En el caso de que se presenten simultáneamente dos olores, si la calidad u olor característico de cada uno de ellos es lo suficientemente diferente, podrán distinguirse separadamente. Ello explica los fracasos que se obtienen a veces al intentar enmascarar un olor con otro en teoría agradable (Berenguer Subils, 1997).

2.5.2.3. Aceptabilidad o tono edónico de un olor.

Este punto es subjetivo puesto que se habla de olor agradable o desagradable, pero inclusive un olor considerado agradable como por ejemplo un olor a café, perfume, comida, etc., pueden resultar molestos si se prolongan en el tiempo.

2.5.2.4. Umbral de olor.

Es un valor teórico obtenido a partir de un porcentaje especificado de la población.

- Umbral de detección: Está relacionado con la intensidad del olor.
- Umbral de reconocimiento: Está relacionado con la calidad del olor.
- Umbral de molestia: Está relacionado con la aceptabilidad del olor.

Cuadro 44. Escala irritante del olor.

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

Fuente: (Cadenas, 2007)

Elaboración: Lazo A.

Cuadro 45. Resultados Confort olfativo.

La información que se presenta en el Cuadro 45, es producto del análisis de las principales fuentes de olor que se puede tener en el área de influencia, dentro de un proyecto de vivienda unifamiliar para el sector de estudio.

RESULTADOS DE CONFORT OLFATIVO			
Fuente de Olor	Niveles de ppm de la fuente	Índice de confort según niveles de ppm	Estrategias Generales
Rio contaminado	10	Intolerable >4	Sembrar vegetación aromática en formación paralela al río.
Ventilación de Baños	2	Moderado 2 - 2.99	Ventilación Cruzada en baños o ducto de ventilación mecánica
Ventilación de Cocinas	2	Moderado 2 - 2.99	Ventilación Cruzada en cocina o ducto de ventilación mecánica
Basura interior de la vivienda	3,2	Fuerte 3 – 3.99	Ventilación Cruzada
Contaminación Vehicular	4	Intolerable >4	Es temporal por ende no se requiere una estrategia.

Elaboración: Lazo A.

2.6. Confort Psicológico

El confort psicológico se refiere a la percepción global que tiene el cerebro de toda la información sensorial que recibe del medio ambiente; ésta es analizada y procesada en función de la información residente (conocimiento y experiencias), de tal forma que el individuo responderá de una u otra manera, expresando satisfacción o desagrado ante los estímulos ambientales (Acustica, 2013).

Es curioso como los aspectos psicológicos interactúan con los factores térmicos, lumínicos, acústicos y olfativos; por ejemplo, el discomfort 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.

Por su parte, el grado de discomfort acústico u olfativo disminuye al perder la ubicación o percepción visual directa de la fuente contaminante; por ejemplo si se coloca una barrera vegetal angosta pero suficientemente densa para obstruir la vista entre una avenida (contaminante de ruido) y un edificio, es posible que en las personas disminuya la percepción del ruido (Psicológica) a pesar que los niveles de intensidad sonoros disminuyen de manera insignificante. (Acustica, 2013).

Lo anteriormente señalado sirve de introducción a uno de los aspectos más importantes del confort psicológico: el confort visual. A este respecto, quizá los estudios más serios y completos sean los del arquitecto (Covarrubias, 1987) quien ha desarrollado metodologías y extensos estudios acerca de la contaminación visual y la complejidad en la arquitectura.

El hombre puede estar incómodo pero saludable, por el contrario, si está enfermo no puede sentirse cómodo. Por ello, el primer paso para obtener el confort es estar saludable. Estar en confort nos aporta grandes beneficios, ya que de esta forma el hombre se puede relacionar

adecuadamente con el entorno y con sus semejantes, es más eficiente en todas las actividades que realiza, y por lo tanto incrementa su productividad, pero lo más importante es que puede desarrollarse en lo personal de manera adecuada (Acustica, 2013).

En estudios realizados a principios de los años 80s, la Organización Mundial de la Salud determinó que el 70 % de las enfermedades de las vías respiratorias se deben a los diseños inapropiados de las edificaciones, y de hecho se señala en forma indirecta, que los arquitectos son los responsables en gran medida de la salud de los ocupantes de las obras. Es por ello que la arquitectura interviene directamente en la percepción ambiental del individuo. Un espacio mal diseñado puede provocar además de discomfort, enfermedad y disfunción del organismo; abundan las edificaciones frías, cálidas o extremosas, ruidosas, mal iluminadas, con fuerte contaminación electromagnética, desagradables, etc. Sin embargo, como bien señala (Banham, 1975): *“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.”*

2.6.1. La psicología del color.

La importancia de los colores que se emplean en un espacio de la vivienda es vital, puesto que los colores influyen directamente sobre el comportamiento y la conducta que asume inconscientemente nuestro cerebro al percibir los colores, cada color genera un comportamiento o conducta diferente en un individuo.

El color es capaz de estimular o deprimir, puede crear alegría o tristeza. Así mismo, determinados colores despiertan actitudes activas o por el contrario pasivas. Con colores se favorecen sensaciones térmicas de frío o de calor, y también podemos tener impresiones de orden o desorden (Disseny, 2000).

El color por tanto, no sólo es sensación, sino que básica y principalmente es emoción. Sus atributos como significantes son apreciados no solamente por los artistas, sino también por publicistas, diseñadores, decoradores, científicos, educadores, políticos y agentes sociales y laborales, etc. (Disseny, 2000).

Cuadro 46. Psicología del Color.

Color	Significado	Su uso aporta	El exceso produce
Blanco	Pureza, inocencia, optimismo	Purifica la mente a los más altos niveles	
Lavanda	Equilibrio	Ayuda a la curación espiritual	Cansado y desorientado
Plata	Paz, tenacidad	Quita dolencias y enfermedades	
Gris	Estabilidad	Inspira la creatividad Simboliza el éxito	
Amarillo	Inteligencia, alentador, tibieza, precaución, innovación	Ayuda a la estimulación mental Aclara una mente confusa	Produce agotamiento Genera demasiada actividad mental
Oro	Fortaleza, poder	Fortalece el cuerpo y el espíritu	Demasiado fuerte para muchas personas
Naranja	Energía	Tiene un agradable efecto de tibieza Aumenta la inmunidad y la potencia	Aumenta la ansiedad
Rojo	Energía, vitalidad, poder, fuerza, apasionamiento, valor, agresividad, impulsivo	Usado para intensificar el metabolismo del cuerpo con efervescencia y apasionamiento Ayuda a superar la depresión	Ansiedad de aumentos, agitación, tensión
Purpura	Serenidad	Útil para problemas mentales y nerviosos	Pensamientos negativos
Azul	Verdad, serenidad, armonía, fidelidad, sinceridad, responsabilidad	Tranquiliza la mente Disipa temores	Depresión, aflicción, pesadumbre
Añil	Verdad	Ayuda a despejar el camino a la conciencia del yo espiritual	Dolor de cabeza
Verde	Ecuanimidad inexperta, acaudalado, celos, moderado, equilibrado, tradicional	Útil para el agotamiento nervioso Equilibra emociones Revitaliza el espíritu Estimula a sentir compasión	Crea energía negativa
Negro	Silencio, elegancia, poder	Paz. Silencio	Distante, intimidatorio

Fuente: (Disseny, 2000)

Elaboración: Lazo A.

2.7. Parámetros de Confort

Según el análisis del clima ecuatorial de alta montaña de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg; además de los parámetros de confort analizado a los potenciales usuarios,

se puede definir los siguientes requerimientos para cada ambiente según las actividades y el horario de uso de los mismos gracias a la tabulación de las encuestas anteriormente descrita.

En el Gráfico 7, se observa que la temperatura durante todo el año está por debajo de los rangos de confort, por lo que es necesario que se generen estrategias de calefacción hacia todos los ambientes para garantizar el confort de los usuarios en los distintos horarios según su uso y actividad, en dormitorios durante toda la noche y madrugada, en la sala en la noche, en la cocina durante la mañana y noche, al medio día no es necesario pues como se está ganando calor por la persona al estar en actividad constante, en el comedor es necesario ganar calor en la mañana y noche. En cuanto a la humedad se debe tener en cuenta estrategias para controlar la misma, como se observa en el Gráfico 7, el sector de análisis se encuentra todo el tiempo más del 70 % y sobre la zona de confort superior.

Dichos resultados coinciden con el análisis de confort higro térmico analizado anteriormente en donde se puede notar que debido a las actividades, metabolismo, vestimenta, peso, altura, edad, tipo de piel, horarios de usos de los espacios, cada usuario responde con una percepción de confort diferente, por ello es necesario apoyar con estrategias arquitectónicas y constructivas de los espacios para ganar calor mediante el metabolismo.

Grafico 7. Parámetros de Confort.

Temperaturas y humedades horarias

hordeleg-Cuenca - Ecuad		2004-2015	
CLIMA		(A)Ca	(w)(w)(e)g
BIOCLIMA		SEMIFRIO	
LATITUD		3° 1'	
LONGITUD		78° 44'	
ALTITUD		3205	msnm

Tn= 19,9

TEMPERATURA		
Más de		22,44
de	17,44	a 22,44
Menos de		17,44

CONFORT

HUMEDAD RELATIVA		
Más de		70
de	30	a 70
Menos de		30

MES	TM	Tm	Tmed
Enero	9,8	5,7	7,9
Febrero	9,7	5,2	8,0
Marzo	9,8	5,2	7,7
Abril	9,7	5,0	7,8
Mayo	9,5	5,2	7,6
Junio	9,1	4,9	7,0
Julio	9,0	4,6	6,9
Agosto	9,0	4,1	6,9
Septiembre	9,1	4,6	7,0
Octubre	10,3	5,1	7,9
Noviembre	10,3	5,0	7,9
Diciembre	10,4	5,1	8,1
ANUAL	9,6	5,0	7,5

TEMPERATURA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	PRO
6,9	6,5	6,1	5,9	5,7	5,7	5,8	6,2	6,9	7,8	8,5	9,0	9,4	9,7	9,8	9,8	9,7	9,5	9,3	9,0	8,7	8,4	7,9	7,4	7,9
7,1	6,4	5,9	5,5	5,2	5,2	5,4	6,1	7,1	8,3	9,1	9,4	9,5	9,7	9,7	9,7	9,6	9,6	9,5	9,4	9,2	9,1	8,6	7,8	8,0
6,6	6,1	5,7	5,4	5,3	5,2	5,4	5,8	6,6	7,4	8,2	8,9	9,4	9,7	9,8	9,8	9,6	9,4	9,2	8,9	8,5	8,1	7,6	7,1	7,7
6,7	6,1	5,7	5,3	5,1	5,0	5,2	5,8	6,7	7,9	8,7	9,1	9,4	9,6	9,7	9,7	9,6	9,5	9,3	9,1	8,8	8,6	8,1	7,4	7,8
6,6	6,1	5,7	5,4	5,3	5,2	5,4	5,9	6,6	7,5	8,3	8,8	9,2	9,4	9,5	9,5	9,4	9,2	9,0	8,8	8,5	8,2	7,7	7,2	7,6
5,9	5,5	5,3	5,0	4,9	4,9	5,0	5,3	5,9	6,6	7,3	8,0	8,6	8,9	9,1	9,0	8,9	8,6	8,4	8,0	7,6	7,2	6,7	6,3	7,0
5,9	5,4	5,1	4,8	4,7	4,6	4,8	5,2	5,9	6,7	7,4	8,0	8,5	8,8	9,0	8,9	8,8	8,6	8,3	8,0	7,7	7,3	6,9	6,3	6,9
5,7	5,2	4,7	4,4	4,2	4,1	4,3	4,9	5,7	6,8	7,7	8,2	8,6	8,9	9,0	9,0	8,9	8,7	8,5	8,2	7,9	7,5	7,0	6,4	6,9
5,9	5,5	5,1	4,8	4,6	4,6	4,7	5,2	5,9	6,8	7,6	8,2	8,7	9,0	9,1	9,1	8,9	8,8	8,5	8,2	7,9	7,5	7,0	6,5	7,0
6,7	6,1	5,7	5,3	5,1	5,1	5,2	5,8	6,7	7,8	8,7	9,3	9,8	10,1	10,3	10,2	10,1	9,9	9,6	9,3	8,9	8,5	8,0	7,3	7,9
6,6	6,1	5,6	5,3	5,1	5,0	5,2	5,8	6,6	7,7	8,6	9,2	9,8	10,1	10,3	10,2	10,1	9,9	9,6	9,2	8,9	8,5	7,9	7,2	7,9
6,9	6,3	5,8	5,4	5,2	5,1	5,3	5,9	6,9	8,0	8,9	9,5	9,9	10,2	10,4	10,3	10,2	10,0	9,8	9,5	9,2	8,8	8,3	7,5	8,1
6,5	6,0	5,5	5,2	5,0	5,0	5,1	5,7	6,5	7,4	8,3	8,8	9,2	9,5	9,6	9,6	9,5	9,3	9,1	8,8	8,5	8,1	7,7	7,0	7,5

HORARIO DE USO DE LOS ESPACIOS

Listado de locales

Sala
Comedor
Dormitorio
Cocina

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	

Requerimientos de calefacción en la tarde y noche
 Requerimientos de calefacción en la mañana y noche
 Requerimientos de calentamiento todo el año
 Requerimientos de calentamiento en la mañana

MES	HRM	HRm
Enero	96	75
Febrero	92	74
Marzo	97	74
Abril	94	73
Mayo	96	75
Junio	100	76
Julio	99	76
Agosto	97	74
Septiembre	98	75
Octubre	95	71
Noviembre	96	71
Diciembre	94	71
ANUAL	96	74

HUMEDAD RELATIVA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	PRO
91	93	94	95	96	96	95	94	91	87	84	80	78	76	75	76	76	77	79	80	82	85	87	89	86
88	89	90	91	92	92	91	90	88	85	81	78	76	75	74	74	75	76	77	78	80	82	84	86	83
91	93	95	96	96	97	96	94	91	87	83	79	76	74	74	74	75	76	77	79	82	84	86	89	85
89	91	92	93	94	94	94	92	89	86	82	79	76	74	73	74	74	75	77	79	81	83	85	87	84
91	92	94	95	96	96	95	93	91	87	84	80	78	76	75	75	76	77	79	80	82	84	87	89	85
94	96	97	99	99	100	99	97	94	90	86	82	79	77	76	76	77	78	80	82	84	87	89	92	88
93	95	96	98	98	99	98	96	93	89	85	82	79	77	76	76	77	78	80	82	84	86	88	91	87
91	93	95	96	97	97	97	95	92	88	84	80	77	75	74	74	75	76	78	80	82	84	87	89	86
92	94	96	97	98	98	97	95	92	88	84	81	78	76	75	75	76	77	79	81	83	85	88	90	86
89	91	93	94	95	95	95	93	89	85	81	77	74	72	71	71	72	73	75	77	79	82	84	87	83
89	92	93	95	95	96	95	93	89	85	81	77	74	72	71	71	72	73	75	77	79	82	85	87	83
88	90	92	93	94	94	94	92	88	85	80	77	73	71	71	71	72	73	75	77	79	81	84	86	83
91	92	94	95	96	96	95	94	91	87	83	79	76	74	74	74	75	76	77	79	81	84	86	88	85

Fuente: Tabulación de Encuesta del Cantón Chordeleg
 Elaboración: Lazo A

2.8. Resultados de Confort.

Cuadro 47. Resultados y tipos de confort.

CONFORT			
El hombre capta el mundo externo e interno mediante órganos llamados receptores, sensibilizados para unos estímulos específicos y que son transmitidos al sistema nervioso central.			
Tipos de Confort	Como se lo va a utilizar	Parámetros	Resultados
Higro Térmico	El confort térmico nos sirve para conocer el balance térmico que tienen los usuarios de la Parroquia Principal dentro de los espacios de la vivienda con la finalidad de determinar si se encuentra o no en confort.	Metabolismo, Radiación, Conducción, Convección, Evaporación.	Según el Cuadro 32, el resultado del confort higrotérmico de los miembros familiares es positivo, pero se debe a la actividad que realizan y no tienen pérdidas por evaporación, pese a esto de igual manera se debe implementar estrategias de calefacción al interior de la misma.
Lumínico	El confort lumínico nos sirve de gran ayuda para determinar las condicionantes que se deben tener en cuenta al momento de diseñar los espacios de la vivienda, en cuanto a la iluminación, calidad, cantidad, intensidad y color de luz, etc.	Intensidad luminosa, Iluminancia, Luminancia Contraste y Deslumbramiento, Color de la luz	Según el Cuadro 38, se debe tener en consideración el tipo y cantidad de iluminación de los espacios más utilizados de la vivienda, con la finalidad de ganar calor al interior de la misma, confort de los usuarios y evitar gastos por consumo de energía eléctrica.
Acústico	El confort acústico nos sirve para determinar las principales fuentes de ruido que se podrían tener al momento de diseñar la vivienda y conocer los límites de percepción del oído para contrarrestar los efectos del ruido con materiales y elementos aislantes.	Tono, Presión Sonora (p), Intensidad acústica, Tipos de ruido, Fuentes de ruido externas, Fuentes de ruido internas	El confort acústico está directamente relacionado con el lugar de emplazamiento y su entorno inmediato.
Olfativo	El confort olfativo nos sirve para determinar las fuentes de contaminación directa de los olores agradables y desagradables que se pueden producir al interior y exterior de la vivienda.	Características, Intensidad, Calidad del olor, fuentes de contaminación del olor	El nivel de confort olfativo está determinado por el lugar de emplazamiento y su entorno inmediato.
Psicológico	El confort psicológico es la unión de todos los tipos de confort, que gracias a la utilización correcta de los mismos se puede saber si el usuario se encuentra o no en confort en los espacios de la vivienda.	Saludable, Enfermo, Psicología del color	El confort psicológico es un aspecto que se debe tener en consideración para todo tipo de proyecto arquitectónico.

Elaboración: Lazo A.

2.9. Conclusiones

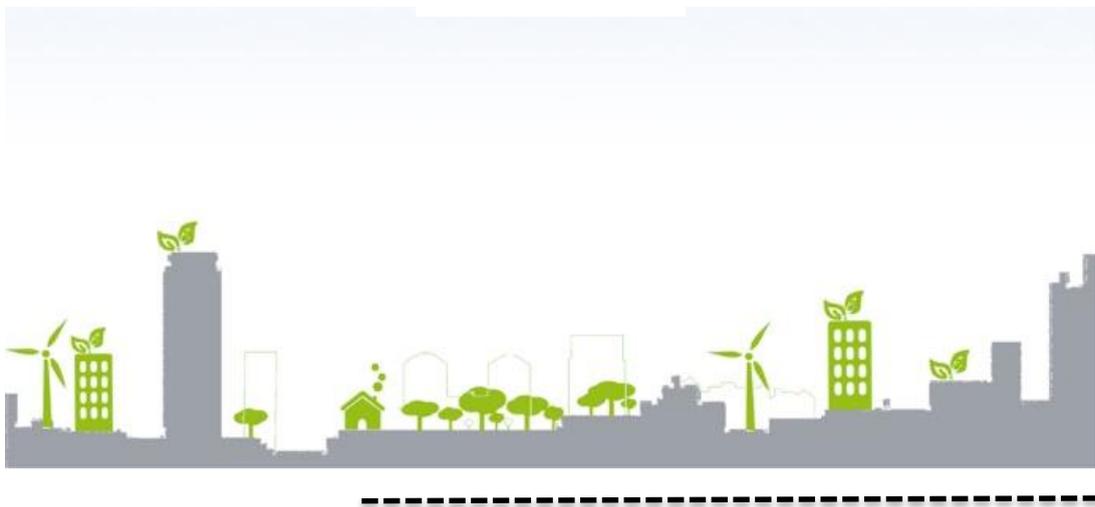
La evaluación del efecto de las condiciones climáticas en los procesos de disipación del calor en las personas se realiza cuantificando las sensaciones térmicas y estableciendo escalas, con esto se determina las respuestas de la persona ante unas condiciones climáticas específicas. Los diferentes tipos de confort se interrelacionan entre ellos para de esta manera generar diferentes tipos de sensaciones térmicas que influyen en el confort térmico de una persona.

Las condiciones de confort pueden ser analizadas en función de la temperatura del aire, el movimiento del aire, la radiación y la humedad como las características dominantes del clima, aunque se produce la influencia de otros factores individuales que contribuyen también en la definición de las situaciones térmicas y la determinación del confort lumínico, olfativo, psicológico, auditivo, etc.

En el presente capítulo que concluye, se realiza una revisión de los tipos de confort, estudio del balance térmico de los potenciales usuarios de la Parroquia Principal, aplicación de la ecuación del balance térmico, estudio de los parámetros de confort lumínico, acústico, olfativo y psicológico que se los utiliza en el capítulo IV, en la elaboración de las recomendaciones bioclimáticas para el diseño de la vivienda.

CAPÍTULO

3



HERRAMIENTAS BIOCLIMÁTICAS

3.1. Introducción

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

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

Dentro de las herramientas tanto de análisis como de evaluación, algunas de ellas tienen una doble función ya sea de aplicación general o de aplicaciones específicas o ambas (Murillo, 2011).

3.2. Métodos de Análisis del Confort Climático

Al evaluar el efecto de las condiciones climáticas en los procesos de disipación del calor de las personas es una tarea difícil, al tratar de manejar todas las variables simultáneamente. Si la determinación de una temperatura ideal de diseño resulta en todos los casos el eje fundamental en la toma de decisiones, se establece la hipótesis de cómo puede determinarse esa temperatura en que las personas se sientan confortables, a fin de diseñar, construir y operar las edificaciones, así como aquellas personas que realizan trabajos por cuenta propia (Murillo, 2011).

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 herramientas de índice térmico (Murillo, 2011).

3.3. Enfoque Cuantitativo

Según el enfoque cuantitativo, el confort térmico que experimentan las personas en determinadas situaciones, es un hecho objetivo y singular en el que no se involucra el investigador, quien permanece al margen de los hechos estudiados. Se trata de establecer una correspondencia entre las condiciones térmicas medibles del entorno y la sensación de frío y calor, buscando definir aquellas condiciones que un sujeto, sometido a una actividad ligera y normalmente vestido, pudiera calificar de confortables (Murillo, 2011).

El enfoque cuantitativo es altamente exitoso en el estudio de sistemas simples con pocos componentes y procura demostrar principios universalmente aceptados; considerando a todos los seres humanos iguales, tanto desde el punto de vista biológico como físico – químico, equiparando sus sensaciones de confort y los parámetros para su medición, sin tomar en cuenta el ambiente térmico en donde se desenvuelva.

Dentro del enfoque cuantitativo se puede incluir los siguientes métodos o herramientas bioclimáticos:

- Carta Bioclimática
- Temperatura Efectiva Corregida (TEC)
- Método de Mahoney
- Carta Psicrométrica
- Triangulo de Confort
- Índice de Fanger o índice PMV
- Índice de temperatura Operativa

Todos estos métodos utilizan una metodología similar, consiste en el análisis combinado

de las diversas variables climáticas, que condicionan la sensación térmica, aunque varía su número y la importancia dada a cada una de ellas. Los resultados se expresan en forma de índices o mediante la definición de áreas de confort, en los denominados diagramas o cartas bioclimáticas. (Murillo, 2011).

3.3.1. Carta Bioclimática.

En esta carta se define la zona de confort y cuatro estrategias básicas de diseño: calentamiento, control solar o sombreado, ventilación natural y humidificación. 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 (Olgyay, 1963).

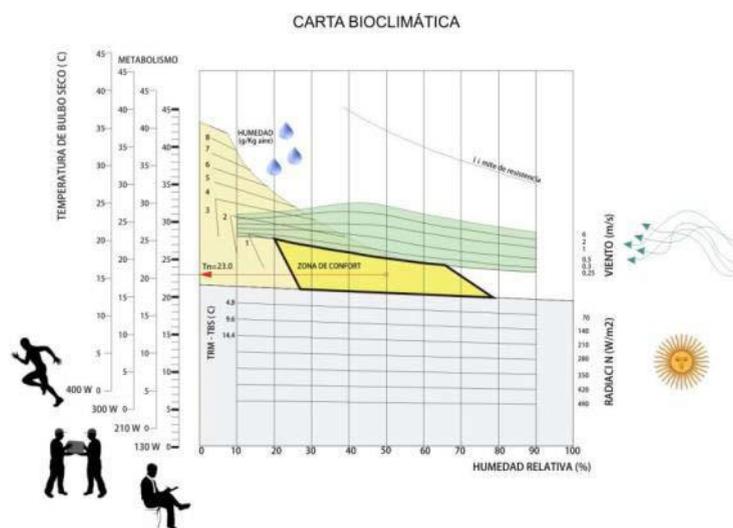


Figura 1. Carta Bioclimática.

El primer paso para usar esta carta es determinar la temperatura neutra y ajustar la escala de temperaturas de acuerdo al valor encontrado. Recordemos que la temperatura neutra se calcula con la fórmula: $T_n = 17.6 + (0.31 T_m)$. Dónde: T_m = temperatura media anual

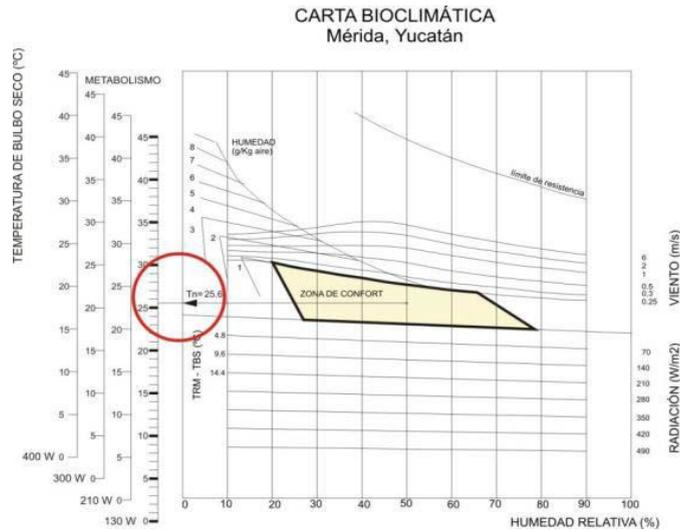


Figura 2. Carta Bioclimática – Ajuste de temperatura neutra de confort.

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.

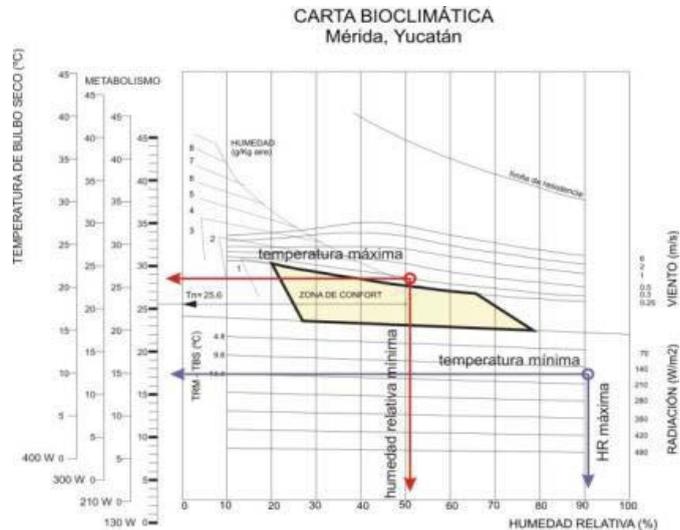


Figura 3. Carta Bioclimática – Graficación de temperatura y humedad relativa.

Uniendo estos dos puntos se obtiene el recorrido diario de un día normal del mes, en donde la temperatura mínima se presenta alrededor de las 6:00 h y la máxima a las 15:00.

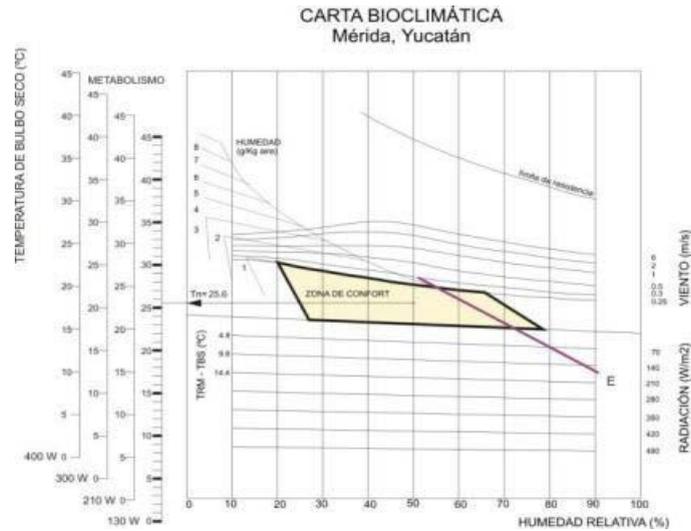


Figura 4. Carta Bioclimática – Grficación de una línea mensual.

En este ejemplo se observa en la línea de enero que la temperatura en las mañanas está por debajo de confort y presenta una alta humedad, el requerimiento de radiación está entre 140 y 210 W/m². A medio día la línea entra en confort pero a las 15:00 de la tarde se ubica por arriba de la zona de confort, requiriéndose una ventilación de 0.3 m/s para poder tener una sensación de confort. De esta manera se dibujan y analizan todos los meses definiendo así las estrategias básicas de diseño.

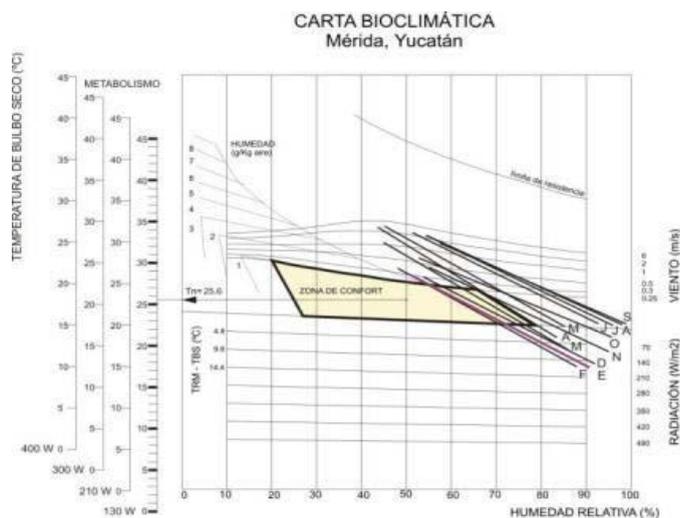


Figura 5. Carta Bioclimática – Grficación de líneas mensuales.

3.3.1.1. Carta Bioclimática de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

Para nuestro análisis dentro del Cantón Chordeleg hemos considerado la T_n de cada mes y aplicando la fórmula $T_n = 17.6 + (0.31 T_m)$; la misma que tiene como promedio anual de $19.9\text{ }^\circ\text{C}$, en base de estos datos se ha podido establecer el siguiente diagrama:

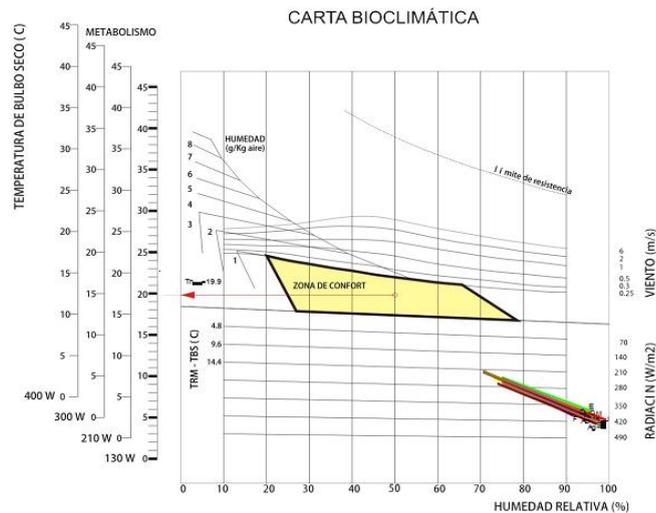


Figura 6. Carta Bioclimática Parroquia Principal - Cantón Chordeleg.

Como se puede apreciar en la Figura 6 de la Carta Bioclimática del Cantón Chordeleg, todos los meses en la mañana a partir de las 6:00 am, existen temperaturas muy bajas en especial los meses de Julio, Agosto y Septiembre, incluso hasta después del mediodía, en todos los meses se encuentra por debajo de confort, por ello es necesario establecer como estrategia bioclimática el calentamiento de la vivienda, el requerimiento necesario de radiación que se podría recomendar esta entre 420 y 280 W/m^2 .

3.3.2. Carta Psicrométrica.

Los límites para las diferentes estrategias forman zonas que indican hasta donde el diseño adecuado de las edificaciones puede responder favorablemente ante determinadas condiciones de temperatura y humedad para propiciar un ambiente confortable; por esta razón

a este diagrama se le llamó carta bioclimática de edificaciones (Givoni, 1981).

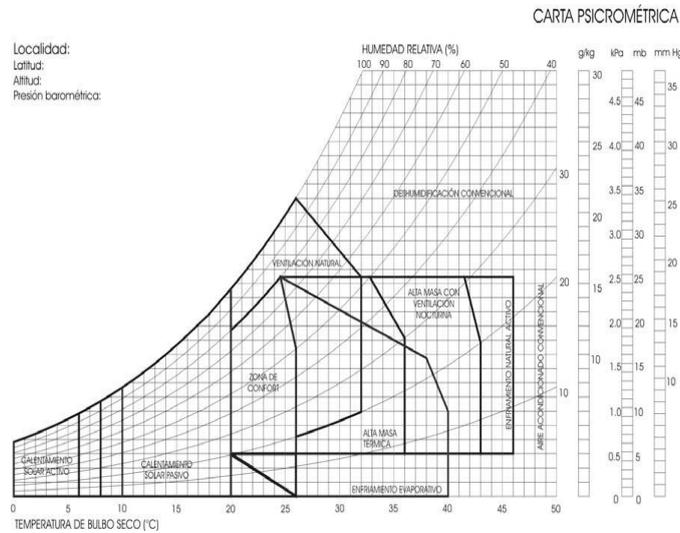


Figura 7. Carta Psicrométrica de acuerdo a Givoni – Estrategias de diseño.

El diagrama muestra varias líneas que representan cada una de las propiedades termodinámicas del aire húmedo. 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 (%).

Las propiedades termodinámicas del aire dependen en gran medida de la presión atmosférica, por lo tanto el diagrama debe ser ajustado a la presión (o altitud) de cada localidad. Y por otro lado la temperatura neutra y la zona de confort dependen de las variables climáticas del sitio en estudio, por lo que también las zonas de confort y estrategias deberán ajustarse dependiendo de la temperatura neutra. Con base en el diagrama original de Givoni, (Szokolay, 1999) proponen el ajuste de las zonas de estrategias en función de varios criterios de climáticos, y de confort; así mismo establecen las fórmulas matemáticas para calcularlas.

temperatura máxima contra humedad relativa mínima de cada mes.

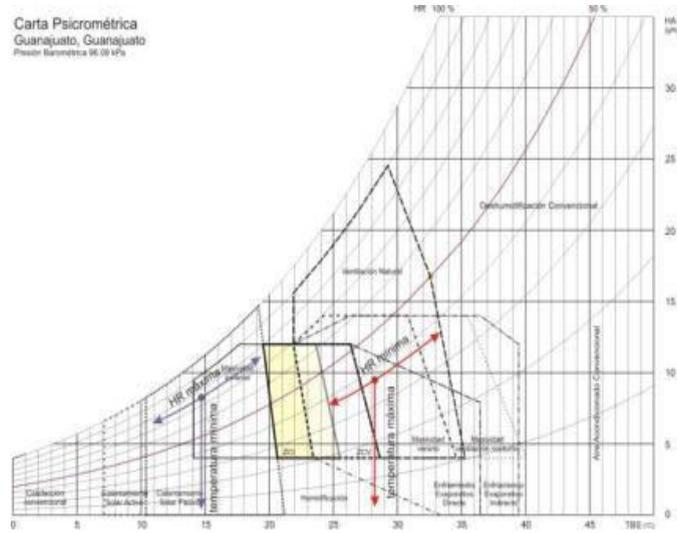


Figura 9. Carta Psicrométrica. Graficación de puntos mensuales

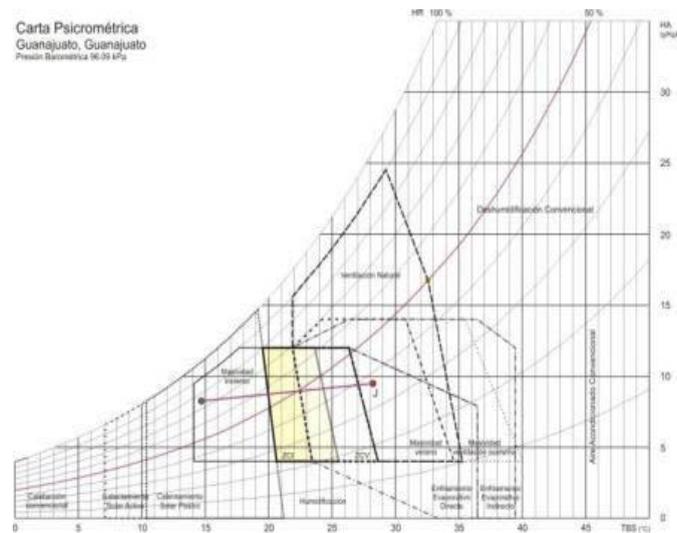


Figura 10. Carta Psicrométrica. Graficación de líneas mensuales.

De manera similar se hace la graficación de las otras líneas mensuales para contar con análisis del comportamiento anual.



Figura 11. Carta Psicrométrica. Graficación anual.

3.3.2.1. Carta Psicrométrica de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

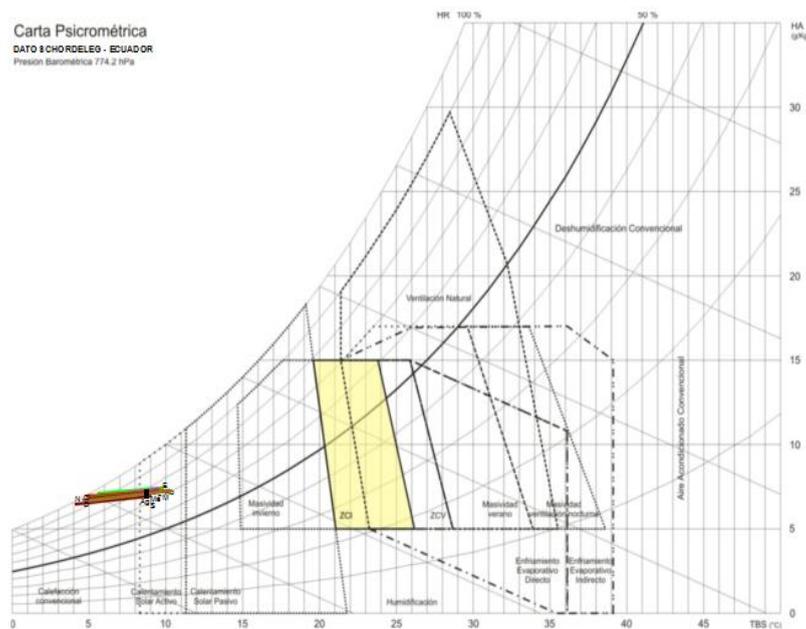


Figura 12. Carta Psicrométrica Parroquia Principal - Cantón Chordeleg.

Para nuestro caso de estudio en todos los meses del año existe frío continuo en las mañanas, tardes e incluso en la noche, sin embargo podemos determinar en la Figura 12, que como estrategias bioclimáticas se debe emplear el calentamiento solar activo y la calefacción convencional.

3.3.3. Triángulo de Confort.

Otra herramienta de análisis muy práctica es la desarrollada por (Evans, 2000). Los triángulos de confort relacionan 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.

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.

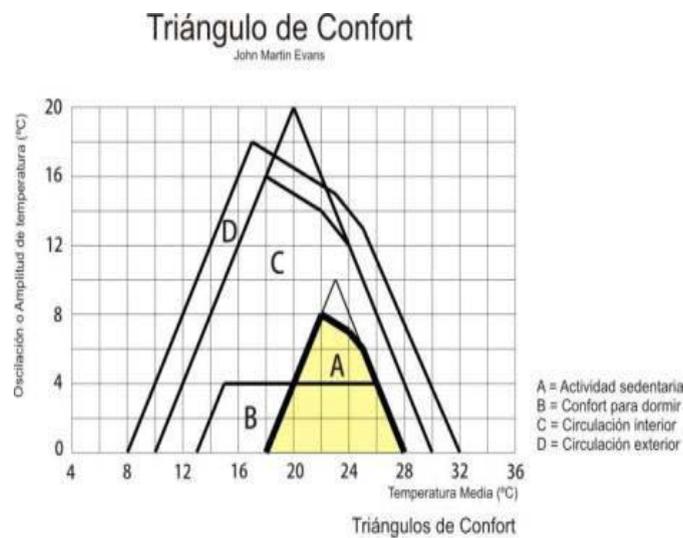


Figura 13. Triángulos de Confort – Zonas de Confort.

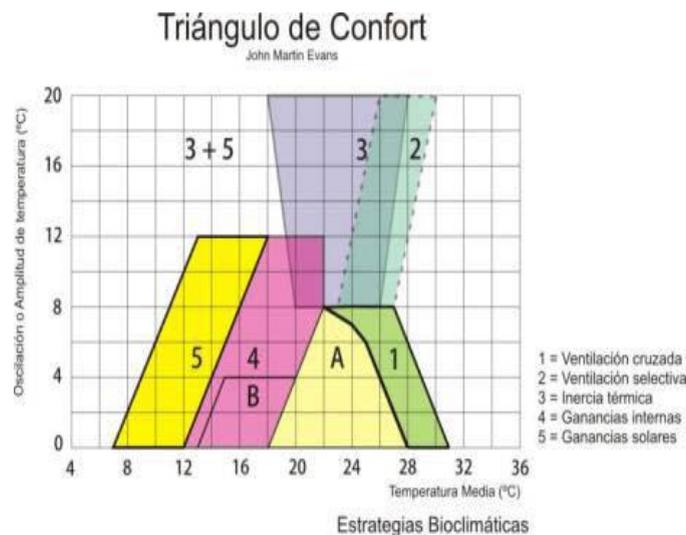


Figura 14. Triángulos de Confort – Zonas de Estrategias.

En este caso sólo hay que graficar un punto por cada mes, es decir temperatura media contra oscilación.

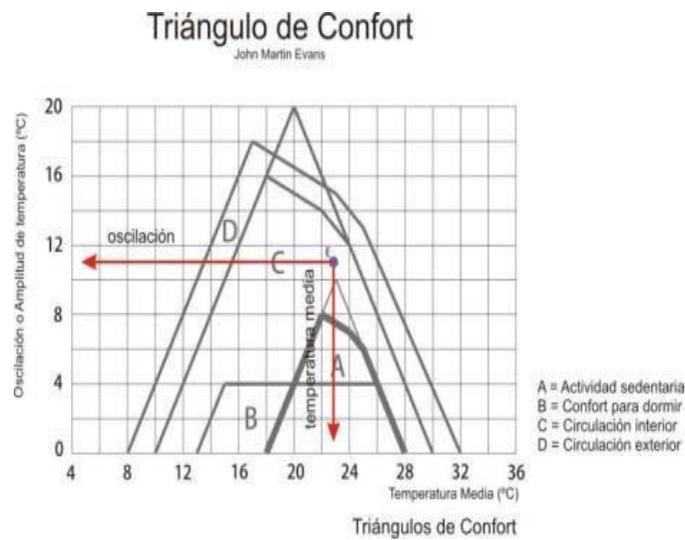


Figura 15. Triángulos de Confort – Graficación de dato mensual.

Los doce meses graficados quedan como sigue:

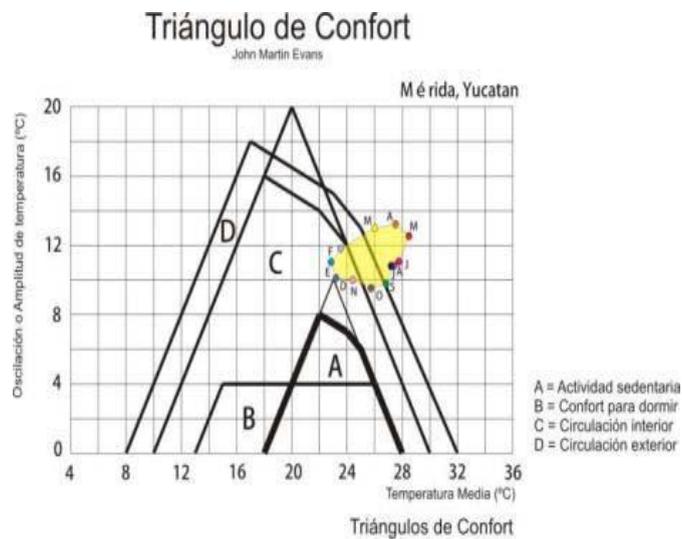


Figura 16. Triángulos de Confort – Graficación de datos anuales.

3.3.3.1. Triángulo de Confort de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

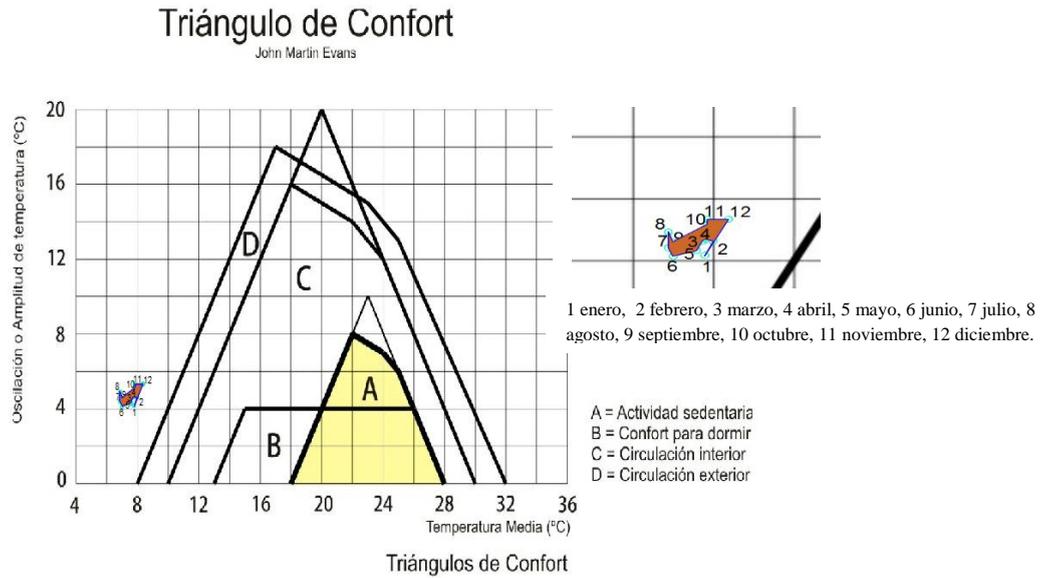


Figura 17. Triángulo de Confort Parroquia Principal - Cantón Chordeleg.

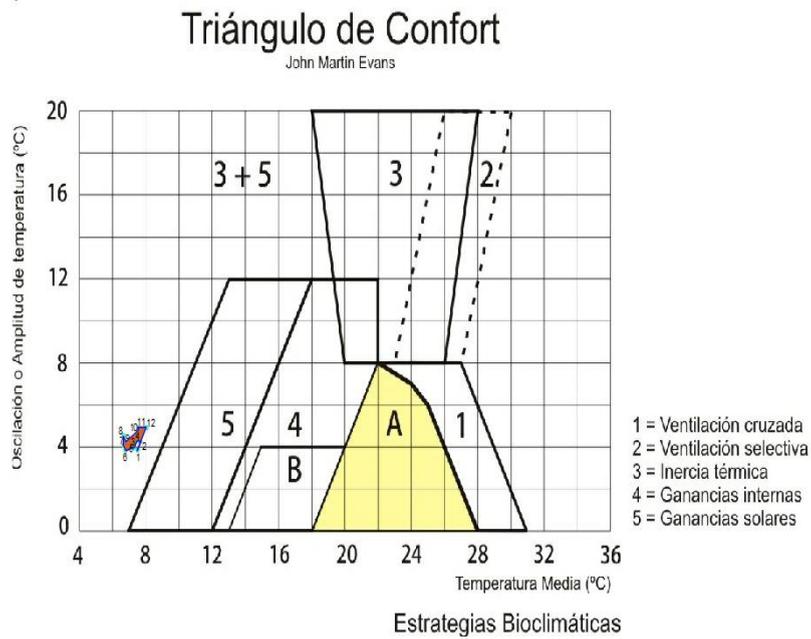


Figura 18. Triángulo de Confort Parroquia Principal - Cantón Chordeleg.

Se puede analizar en la Figura 17 y 18 del triángulo de confort, que el espacio del proyecto no se encuentra en confort, excepto en áreas de circulación en donde las personas están

en tránsito momentáneo externa e interiormente. Por ello se ve necesario como estrategia bioclimática generar calor para obtener ganancias solares a través de una adecuada orientación así como materiales (paneles solares), los cuales nos deben permitir captar, acumular y transmitir el calor ganado durante las horas de soleamiento y utilizarlos en días fríos.

3.3.4. Método Mahoney.

Las tablas de Mahoney, permiten establecer recomendaciones para el diseño en un entorno bioclimático determinado. La finalidad principal del método es la de adecuar las características constructivas de la edificación a las condiciones climáticas del sitio, teniendo en cuenta el confort térmico y el bajo costo. Los límites de las zonas de confort fueron fijados por Mahoney obteniendo respuestas a sus encuestas en diferentes zonas de Nigeria que indican los meses que son considerados más confortables durante el día y la noche. A consecuencia, se establecieron dos zonas de confort, una para el día y otra para la noche, lo que responde a las diferencias en el nivel de la actividad física y el cambio del tipo de aislamiento de la vestimenta.

El método consiste en el análisis y la síntesis de las variables climáticas por medio de tablas sucesivas que se comparan con las condiciones de confort definidas previamente, estableciendo rangos climáticos dentro de los que se inscribe el universo de estudio y se generan recomendaciones para el partido arquitectónico. El método persigue racionalizar las variables climáticas, inclusive tomando en consideración las experiencias constructivas de las regiones cuyos climas están tipificados y la evaluación de las soluciones vernáculas en distintos lugares del globo terrestre.

La ventaja de adoptar este método radica en la facilidad de operación y consideración de límites de confort por el día y la noche. Otra ventaja es la de no ser necesario establecer hipótesis preliminares antes de aplicarlo sino que tan solo precisa conocer las condiciones climáticas por medio de los datos más generales y accesibles, anotándolos en cuadros y

procediendo a una comparación con los ideales teóricos para su zona climática denominada zona de bienestar, permitiendo de esta manera obtener los indicadores más precisos a la hora de diseñar.

La desventaja del método radica en el rigor de la definición de las áreas de confort térmico como caliente, confortable y fría, términos subjetivos que pueden generar problemas de clasificación climática al aplicárselos en las recomendaciones del proyecto.

El método de tablas de Mahoney consiste en cinco tablas agrupadas de la siguiente manera:

- Entrada de datos climáticos: Tabla 1, Temperatura del aire; Tabla 2, Humedad lluvia y viento.
- Análisis de datos climáticos: Tabla 3, Diagnostico del rigor climático; Tabla 4, Indicadores.
- Recomendaciones para el anteproyecto: Tabla 5, Recomendaciones.

3.3.4.1. Método de Mahoney en la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

A continuación se realiza la aplicación de las tablas de Mahoney para establecer las estrategias bioclimáticas a tomar en cuenta en el diseño arquitectónico de la vivienda en la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

Tabla 9. Entrada de datos climáticos. Tabla 1 y 2. Temperatura del aire y humedad.

Ciudad	Chordeleg - Cuenca	
LATITUD	3° 10'0800	
LONGITUD	78° 44'0100	
ALTITUD	3.205 msnm	

Tabla de Datos Climáticos

fte	PARAMETROS	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURAS															
A	MAXIMA	°C	9,8	9,7	9,8	9,7	9,5	9,1	9,0	9,0	9,1	10,3	10,3	10,4	9,6
A	MEDIA	°C	7,9	8,0	7,7	7,8	7,6	7,0	6,9	6,9	7,0	7,9	7,9	8,1	7,5
A	MINIMA	°C	5,7	5,2	5,2	5,0	5,2	4,9	4,6	4,1	4,6	5,1	5,0	5,1	5,0
D	OSCILACION	°C	4,2	4,6	4,6	4,7	4,3	4,2	4,4	4,9	4,6	5,2	5,3	5,3	4,7
HUMEDAD															
D	H.R. MAXIMA	%	95,9	92,0	96,7	94,2	95,8	99,6	98,6	97,3	97,9	95,4	95,7	94,4	96,1
A	H.R. MEDIA	%	86	83	85	84	85	88	87	86	86	83	83	83	85,0
D	H.R. MINIMA	%	75,3	74,0	73,7	73,5	75,2	76,2	75,9	74,0	75,0	71,0	70,8	70,7	73,8
PRECIPITACION															
A	MEDIA (Total)	mm	80,5	110,2	98,5	120,3	80,5	60,2	45,7	38,2	47,9	98,5	120,5	126,3	1.027,1

Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal - Cantón Chordeleg.

Elaboración: Lazo A.

Se ingresan los datos de temperatura, humedad y precipitación tanto mensuales como anuales para determinar una media en las tablas de cálculo del método de Mahoney. Esto datos son los mismos que se utilizaron para establecer los elementos del clima en el Cantón Chordeleg correspondiente a tablas de cálculo del capítulo I.

Tabla 10. Análisis de los datos climáticos. Tabla 3. Diagnóstico.

TABLAS DE MAHONEY															
E	Grupo de Humedad		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
E	Confort diurno														
E	Rango superior	°C	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
E	Rango inferior	°C	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
E	Confort nocturno														
E	Rango superior	°C	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
E	Rango inferior	°C	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
E	Requerimiento Térmico diurno		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
E	Requerimiento Térmico nocturno		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F

Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal - Cantón Chordeleg.
Elaboración: Lazo A.

Las tablas de Mahoney establecen el grado de humedad de acuerdo a la temperatura media anual del sitio, además de determinar datos o rangos de confort diurno y nocturno tanto rangos superior e inferior, con resultado se establece o se determina qué tipo de requerimiento térmico se debe tomar como estrategia tanto para el día como para la noche, como se puede observar en la Tabla 10, en nuestro caso de estudio en todos los meses de año se determinó como F: Frio (por debajo de confort).

Tabla 11. Análisis de los datos climáticos. Tabla 4. Indicadores.

INDICADORES DE MAHONEY															
E	Ventilación esencial	H1													0
E	Ventilación deseable	H2													0
E	Protección contra lluvia	H3													0
E	Inercia Térmica	A1													0
E	Espacios exteriores nocturnos	A2													0
E	Protección contra el frío	A3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12

Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal - Cantón Chordeleg.
Elaboración: Lazo A.

Según los indicadores del método de Mahoney se logra determinar los meses y la cantidad de indicadores que se repiten o se deben cumplir para las estrategias, es nuestro caso de estudio según la Tabla 11, se logra apreciar que en los meses de octubre, noviembre y diciembre se debe ganar Inercia térmica así como se debe tener en cuenta la protección del frío en todo el año.

Tabla 12. Recomendaciones para el anteproyecto. Tabla 5. Recomendaciones.

Ciudad:	Chordeleg - Cuenca								
INDICADORES DE MAHONEY									
	1	2	3	4	5	6	no.	Recomendaciones	
	0	0	0	0	0	12			
Distribución				1		1	1	1 2	Orientación Norte-Sur (eje largo E-O)
Espaciamiento	1						1	3 4 5	Configuración compacta
Ventilación	1	1		1			1	6 7 8	Ventilación NO requerida
Tamaño de las Aberturas				1		1	1	9 10 11 12 13	Medianas 30 - 50 %
Posición de las Aberturas	1			1				14 15	
Protección de las Aberturas								16 17	
Muros y Pisos				1			1	18 19	Ligeros -Baja Capacidad-
Techumbre	1			1			1	20 21 22	Ligeros, bien aislados
Espacios nocturnos exteriores								23 24	

Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal - Cantón Chordeleg.

Elaboración: Lazo A.

Según la Tabla 12, se determina las recomendaciones arquitectónicas para el anteproyecto, producto del análisis de las tablas anteriormente descritas, donde se tiene presente

distribución, espaciamiento, ventilación, tamaño de las aberturas, muros y pisos, techumbre, etc.; para de esta manera lograr un confort térmico adecuado dentro de la vivienda y lograr que los usuarios se sientan bien y en confort.

3.3.5. Temperatura Efectiva Corregida (TEC).

La TEC fue creada en 1970 por Gagge y Nishi y proviene del índice de confort térmico denominado Temperatura Efectiva (TE). La TE constituyó el primer intento válido, respaldado por la experimentación, debe tener en cuenta la humedad relativa más la temperatura en la definición de confort. Con el tiempo, se sumó a los parámetros de la TE, la velocidad del aire y la radiación, recibiendo desde entonces el nombre de Temperatura Efectiva Corregida (TEC) (Murillo, 2011).

La temperatura Efectiva Corregida (TEC) es un índice de confort que tiene en cuenta el efecto combinado de la temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo y la velocidad del aire. Toma en cuenta normalmente al sujeto vestido y ligeramente activo. Según análisis y estudios de sus autores, la zona de confort térmico se sitúa entre los 18 y 21.5 grados TEC (Murillo, 2011).

El procedimiento de cálculo de la TEC es relativamente sencillo, mediante la utilización del nomograma representado en la Figura 19 que muestra la franja en la que, según los autores se experimenta confort. La temperatura efectiva es la correspondiente al punto en que se corta la línea que une ambas temperaturas con la correspondiente velocidad del aire, representada en el nomograma. Cuando solo contamos con datos de TS y la humedad relativa, las correspondientes TH la podemos determinar mediante el uso del diagrama psicrométrico (Murillo, 2011).

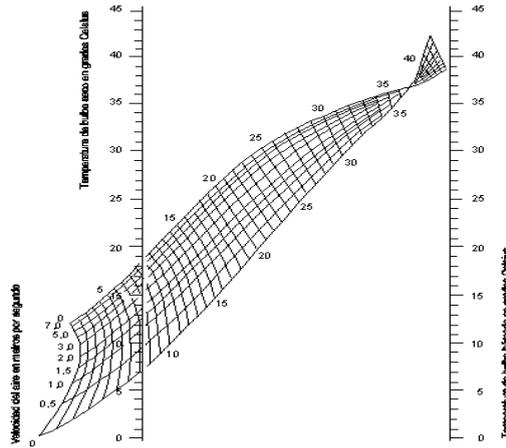


Figura 19. Nomograma para el cálculo de la TEC para personas normalmente vestidas (0,50 clo) y en actividad ligera (1 met).

Las sensaciones del cuerpo a los distintos valores de TEC son las que aparecen en el cuadro siguiente:

Cuadro 48. Sensaciones a distintos valores de TEC.

TEC grados C	Sensación		Respuesta física
	Térmica	Confort	
40	Muy caliente	Muy Incomodo	Problemas de regulación vascular
35	Caliente		Aumento de tensión por sudoración y aumento de flujo sanguíneo
30	Templado		Regulación normal por sudoración y cambio vascular
25	Neutral ligeramente fresco	Cómodo	Regulación vascular
20	Fresco	Ligeramente incomodo	Aumento de pérdidas por calor seco
15	Frio	Incomodo	Vaso constricción en manos y pies. Estremecimientos
10	Muy frio		

Fuente: (Murillo, 2011)
Elaboración: Lazo A.

3.3.5.1. *Temperatura Efectiva Corregida en el Cantón Chordeleg.*

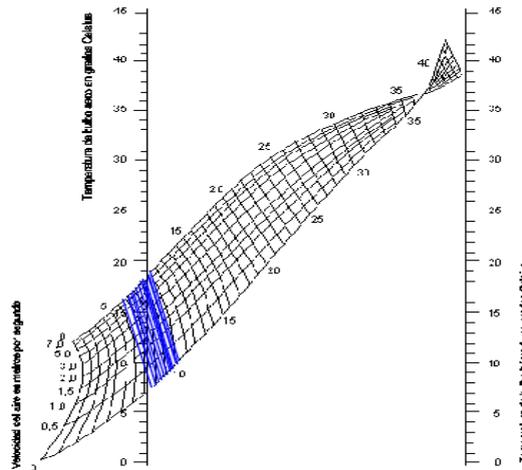


Figura 20. Temperatura Efectiva Corregida, Parroquia Principal – Cantón Chordeleg.

Como se puede observar en la Figura 20, la temperatura es fría en todos los meses de acuerdo a la temperatura de bulbo seco y húmedo; la velocidad del viento lo que nos genera que se den recomendaciones bioclimáticas de calentamiento en todo el año. Lo que provoca que se dé una sensación térmica de frío y un confort muy incómodo lo que provoca como respuesta física de los individuos que se den estremecimientos y vaso constricción en pies y manos.

3.3.6. **Índice de Fanger o Índice PMV.**

En base a estudios fisiológicos, Fanger determinó un índice que indica el nivel de confort. A este índice lo llamó: Voto Medio Pronosticado (PMV). La fórmula para determinarlo es (Fuentes, 2000):

Ecuación 11. $PMV = (0.303e^{-0.036M} + 0.028) * [(M - W) - H - E_c - C_{res} - E_{res}]$

Donde:

PMV: Voto medio pronosticado

M: Tasa metabólica (W/m²)

W: Energía mecánica efectiva (trabajo) (W/m²)

H: Pérdidas de calor seco

E: Intercambio de calor evaporativo de la piel (W/m²)

C_{res}: Intercambio de calor convectivo respiratorio (W/m²)

E_{res}: Intercambio evaporativo respiratorio (W/m²)

En esta fórmula intervienen varios factores a veces difíciles de estimar, por lo que de manera simplificada, se puede asumir que para un arropamiento de 1 clo, con una actividad metabólica de 1 Met (58.15 W/m²), con una velocidad de viento de 0.13 m/s, y con una presión barométrica de 1,013 hPa, y así se puede estimar con relativa precisión el PMV teniendo como variables únicamente la Temperatura y la Humedad Relativa, de acuerdo a la siguiente fórmula estadística:

Ecuación 12.
$$PMV = \left((1.362135869 * 10^{-5})T^3 - 93.1031221 * 10^{-5} \right) T^2 + 0.001191847633229T + 0.0112635095137 * ((0.1HR) + 1) + (0.0000040T^3 - 0.0000451T^2 + 0.24709914T - 6.27580002)$$

Donde:

PMV: Voto medio pronosticado

T: Temperatura (°C)

HR: Humedad relativa (%)

Tabla 13. PMV para diferentes temperaturas y humedades de acuerdo a la formula estadística.

T (°C)	Humedad Relativa (%)						
	30	40	50	60	70	80	90
15	-2.43	-2.40	-2.36	-2.33	-2.30	-2.26	-2.23
16	-2.17	-2.14	-2.10	-2.07	-2.03	-1.99	-1.96
17	-1.92	-1.88	-1.84	-1.80	-1.76	-1.72	-1.69
18	-1.66	-1.62	-1.58	-1.53	-1.49	-1.45	-1.41
19	-1.40	-1.35	-1.31	-1.27	-1.22	-1.18	-1.14
20	-1.14	-1.09	-1.04	-1.00	-0.95	-0.91	-0.86
21	-0.87	-0.83	-0.78	-0.73	-0.68	-0.63	-0.58
22	-0.61	-0.56	-0.51	-0.45	-0.40	-0.35	-0.30
23	-0.35	-0.29	-0.24	-0.18	-0.13	-0.07	-0.02
24	-0.08	-0.02	0.04	0.09	0.15	0.21	0.27
25	0.19	0.25	0.31	0.37	0.43	0.50	0.56
26	0.45	0.52	0.59	0.65	0.72	0.78	0.85
27	0.72	0.79	0.86	0.93	1.00	1.07	1.14
28	0.99	1.07	1.14	1.22	1.29	1.37	1.44
29	1.27	1.35	1.42	1.50	1.58	1.66	1.74
30	1.54	1.62	1.71	1.79	1.88	1.96	2.04
31	1.82	1.90	1.99	2.08	2.17	2.26	2.35
32	2.09	2.19	2.28	2.37	2.47	2.56	2.66
33	2.37	2.47	2.57	2.67	2.77	2.87	2.97
34	2.65	2.76	2.86	2.97	3.07	3.18	3.28
35	2.93	3.05	3.16	3.27	3.38	3.49	3.60
36	3.22	3.34	3.45	3.57	3.69	3.81	3.93
37	3.51	3.63	3.75	3.88	4.00	4.13	4.25
38	3.79	3.93	4.06	4.19	4.32	4.45	4.58
39	4.08	4.22	4.36	4.50	4.64	4.78	4.92
40	4.38	4.52	4.67	4.82	4.96	5.11	5.25

Fuente: Thermal Confort. Innova.

Elaboración: Lazo A.

El PMV se relaciona con la siguiente escala de sensación térmica:

-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Frío	Fresco	Fresco ligero	neutro	Caluroso ligero	caluroso	cálido

Tabla 14. PPD para diferentes temperaturas y humedades de acuerdo a la formula estadística de PMV.

T (°C)	Humedad Relativa (%)						
	30	40	50	60	70	80	90
15	91.9	91.0	90.1	89.2	88.1	87.1	85.9
16	84.0	82.6	81.1	79.7	78.1	76.5	74.8
17	72.8	70.9	69.0	67.1	65.1	63.1	61.0
18	59.4	57.2	55.0	52.8	50.6	48.4	46.2
19	45.3	43.1	40.8	38.8	36.4	34.3	32.2
20	32.2	30.1	28.0	26.0	24.1	22.3	20.6
21	21.1	19.4	17.7	16.1	14.7	13.3	12.1
22	12.8	11.5	10.4	9.3	8.4	7.6	6.9
23	7.5	6.8	6.2	5.7	5.3	5.1	5.0
24	5.1	5.0	5.0	5.2	5.5	5.9	6.5
25	5.7	6.3	7.0	7.9	8.9	10.2	11.6
26	9.3	10.6	12.2	13.9	15.9	18.0	20.3
27	16.0	18.3	20.7	23.4	26.3	29.3	32.6
28	25.9	29.1	32.5	36.1	39.8	43.7	47.7
29	38.5	42.6	46.8	51.1	55.4	59.7	63.9
30	53.1	57.6	62.2	66.6	70.8	74.9	78.6
31	67.8	72.3	76.4	80.3	83.8	87.0	89.7
32	80.8	84.4	87.7	90.4	92.8	94.7	96.2
33	90.3	92.8	94.8	96.3	97.5	98.4	99.0
34	96.1	97.4	98.3	99.0	99.4	99.7	99.8
35	98.8	99.3	99.6	99.8	99.9	100.0	100.0
36	99.7	99.9	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0
37	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
38	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
39	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
40	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Thermal Comfort. Innova.

Elaboración: Lazo A.

El Porcentaje Estimado de insatisfacción (PPD), es decir el porcentaje de personas que no está en confort de acuerdo a las condiciones determinadas en el índice de PMV, se estima mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 13. $PPD = 100 - 95\exp[-(0.03353PMV^4 + 0.2179PMV^2)]$

Donde:

PPD: Predicted percentage of dissatisfied (%)

PMV: Predicted mean vote

Para la estimación de PMV y PPD, las fórmulas anteriores usan como valores constantes, entre otros, la velocidad del viento, usando como valor 0.13 m/s. En estos cálculos de confort se debe tomar en cuenta la velocidad relativa media del aire, es decir, la velocidad relativa del aire con respecto al ocupante, la cual incluye los movimientos corporales. Esto significa que una velocidad de 0.13 es la velocidad mínima que considera casi únicamente los movimientos de la persona. En los cálculos de confort difícilmente podría considerarse una velocidad de aire igual a cero, ya que significaría considerar a un ocupante inmóvil.

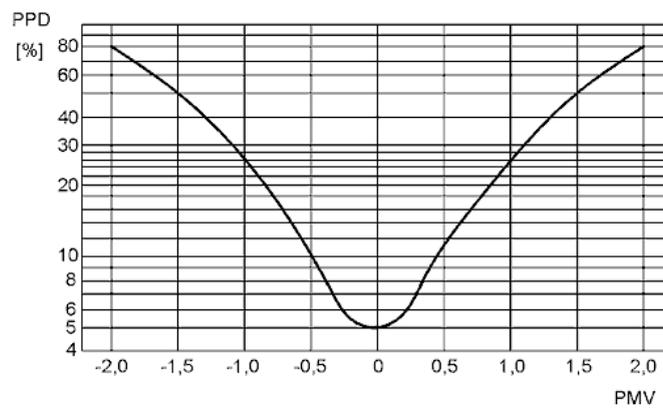


Figura 21. Relación entre PMV y PPD

3.3.6.1. Índice PMV en la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

Tabla 15. Índice PMV, Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

PARÁMETROS	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Predicted Mean Vote (PMV) - Voto medio estimado														
Máxima		-1,0	-1,04	-1,09	-1,35	-1,35	-1,6	-1,53	-1,49	-1,49	-0,73	-0,73	-0,73	-1,27
Media		-2,1	-2,14	-2,4	-2,17	-2,43	-2,4	-2,36	-2,33	-2,3	-2,1	-2,1	-2,1	-2,36
Mínima		-3,5	-3,7	-3,9	-3,8	-3,1	-2,9	-3,2	-3,1	-3,1	-3,6	-4,0	-4,5	-3,7

PMV arriba de confort

PMV dentro de confort

PMV debajo de confort

Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal – Cantón Chordeleg.
Elaboración: Lazo A.

Según la Tabla 15, en todos los meses del año el PMV está por debajo de confort lo que significa que el clima es frío en todos los meses, logrando determinar estrategias bioclimáticas de calentamiento para el diseño arquitectónico.

Tabla 16. Índice PPD, Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

PARÁMETROS	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) - porcentaje estimado de insatisfacción														
Máxima	%	-26,1	-27,8	-30,1	-42,9	-42,9	-55,3	-52,5	-50,4	-50,4	-16,2	-16,2	-16,2	-38,7
Media	%	-81,1	-82,7	-91,1	-83,8	-91,8	-91,1	-90,0	-89,2	-89,2	-81,1	-81,1	-81,1	-90,0
Mínima	%	-100,0	-100,0	-100,0	-100,0	-99,5	-98,6	-99,7	-99,5	-99,5	-100,0	-100,0	-100,0	-100,0

PPD arriba de confort
PPD dentro de confort
PPD debajo de confort

Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal – Cantón Chordeleg.

Elaboración: Lazo A.

Al igual que el PMV el PPD posee las mismas características, según la Tabla 16, el clima es frío todos los meses del año y por debajo de confort, considerando para el diseño arquitectónico estrategias bioclimáticas de calentamiento para lograr el confort térmico de la vivienda y el confort del usuario de la misma.

3.3.7. Índice de Temperatura Operativa.

Se define Temperatura Operativa como la temperatura de bulbo seco (TBS) de un lugar uniforme y sin corrientes de aire en el cual una persona intercambiará la cantidad neta de calor por convección y radiación en el lugar real considerado. La idea de este concepto es identificar con una TBS específica el intercambio neto convectivo y radiactivo que se produce en un ambiente cualquiera. De esta forma se asocian los efectos de la temperatura del aire, la temperatura radiante media (TRM) y la velocidad del aire (v).

Con base en la sensación térmica manifestada por las personas en los experimentos hechos, se ha podido definir valores deseables de TO (es decir el efecto combinado de TBS, TRM y v) siempre que se indique cuánto valen el resto de los parámetros de confort (Murillo, 2011).

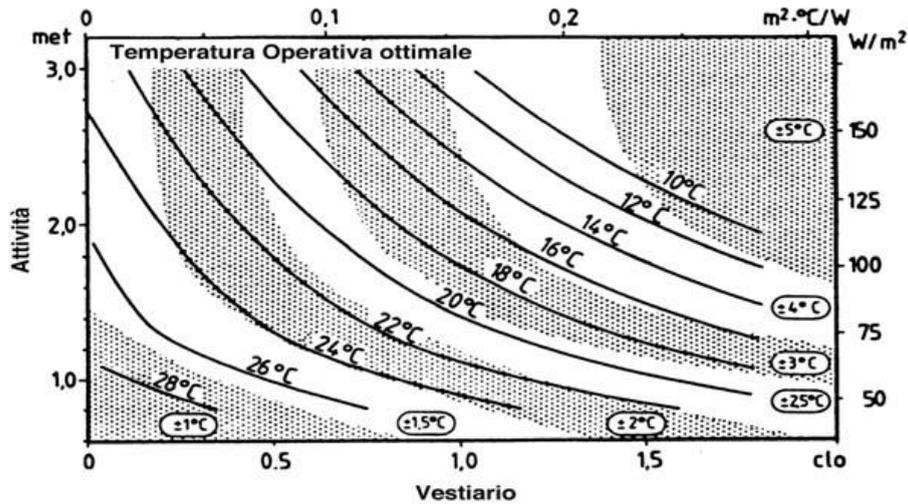


Figura 22. Valores óptimos del índice de Temperatura Operativa para HR= 50%

3.3.8. Sensación Térmica e Índice de Confort.

La sensación térmica es la sensación aparente que las personas tienen en función de los parámetros que determinan el ambiente en el que se mueven, tenemos la siguiente clasificación:

- Temperatura seca
- Temperatura radiante media o temperatura de bulbo negro
- Humedad relativa del aire
- Velocidad del aire

La sensación térmica depende de la relación entre el calor que produce el metabolismo del cuerpo y el que se disipa hacia el entorno. Si es mayor el primero la sensación es de calor; si es mayor el segundo la sensación es de frío. Todo mecanismo que aumente las pérdidas de calor del cuerpo, dará sensación de frío y al contrario.

Cuando se mide el ambiente térmico de una habitación o espacio determinado es importante recordar que el hombre no puede sentir la temperatura del local, sino el calor que pierde su cuerpo. Los parámetros que se deben medir son aquellos que afectan a la pérdida de energía. Estos parámetros son:

- T_a = Temperatura del aire °C
- T_r = Temperatura radiante media °C
- V_a = Velocidad del aire m/s
- P_a = La presión atmosférica
- H_r = Humedad relativa

La sensación térmica se valora en la práctica a través de los llamados índices de confort; los índices surgieron por la necesidad de observar los efectos en las variables que afectan los intercambios físicos entre el cuerpo humano, el ambiente y sobre las repuestas fisiológicas y sensoriales de las personas.

La palabra confort se refiere en términos generales, a un estado del ser humano que supone una situación de bienestar, salud y comodidad en la cual no existe en el ambiente ninguna distracción o molestia que perturbe físicamente o mentalmente al hombre (Murillo, 2011).

3.3.8.1. *Temperatura aparente (Ta).*

Es la temperatura en la cual se combina la temperatura del aire y humedad relativa; la Ta es una medida de cuanto calor siente o percibe una persona promedio en varias temperaturas y humedades relativas.

Ecuación (5). $Ta = -9.93122 + 1.186145T + 0.122310HR$

Donde:

T media: temperatura del aire (°C)

HR media: Humedad relativa (%)

3.3.8.2. *Temperatura efectiva (Te).*

Temperatura equivalente a la temperatura de aire en calma que experimenta un sujeto sedentario, sano, a la sombra, vestido con ropa de trabajo, si la humedad relativa fuera del 100%.

Ecuación 14. $Te = Ta - 0.4(t - 10)\left(1 - \frac{HR}{100}\right)$

Donde:

T media: temperatura del aire (°C)

HR media: Humedad relativa (%)

3.3.8.3. *Humidex.*

En 1960 Lally y Watson propusieron el Humidex, que utiliza la temperatura del aire y el vapor de agua para caracterizar ambientes cálidos y húmedos. Fue adoptado por el Atmospheric Enviroment Service de Canadá y cambiado a grados Celsius (Masterton y Richardson, 1979).

Es un índice que pretende involucrar en un mismo dato el efecto combinado de la temperatura del aire y la humedad de la atmósfera; por lo tanto la unidad de medida es en grados Celsius, el Humidex es la sensación de calor que el cuerpo humano percibe en un tiempo determinado (sensación estática).

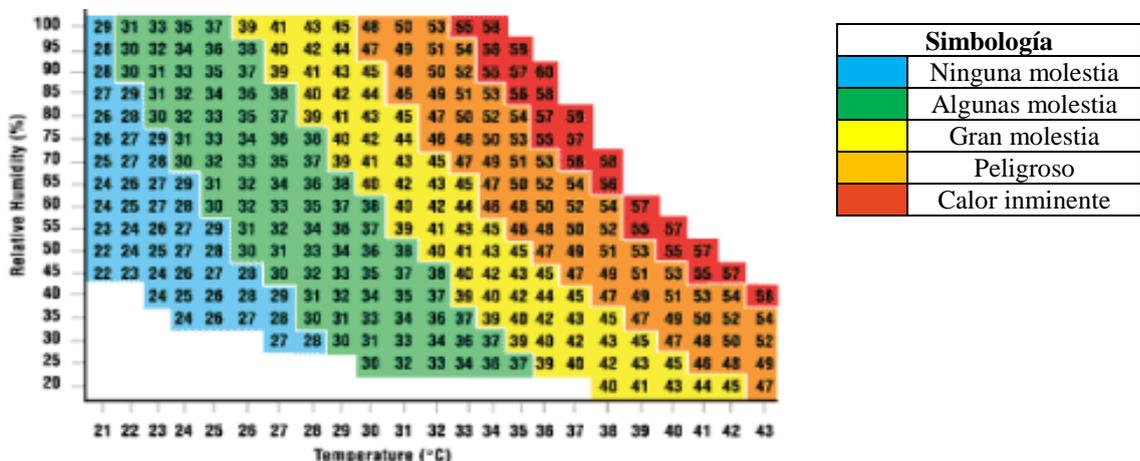
Ecuación 15.
$$Humidex = Ta + \frac{5}{9} * (pa - 10)$$

Donde:

Ta: Temperatura del bulbo seco (°C)
 pa: Presión parcial de vapor (hpa)

Existen tablas que dan a conocer al usuario en general los índices de confort en donde están dadas en términos de humedad relativa y temperatura en °C, en los cuales se busca cuantificar el efecto de estas variables en la sensación térmica de las personas, generando de esta manera tablas de confort térmico como lo podemos ver a continuación:

Imagen 9. Tabla de Humidex.



Fuente: http://www.hidromet.com.pa/images/sensacion_termica/4.gif

En la Imagen 9, se observa el índice de Humidex en función de la temperatura y el porcentaje de humedad relativa. La banda de colores indica los rangos de sensibilidad térmica de las personas. Donde a partir de la banda verde se comienza a sentir cierto discomfort hasta llegar a la banda roja donde el peligro a sufrir un infarto es inminente.

La importancia y la necesidad de estos índices de confort recae en que estos pueden ser analizados para determinar posibles aumentos de consumo eléctrico, ya que dado que las personas no se encuentran en un estado de confort, recurren a la tecnología disponible como son: aire acondicionado o calefacción. Algunos estudios revelan que en países como Estados Unidos, Canadá, Chile, etc., cuando las temperaturas dadas están por encima o por debajo de lo normal, el consumo eléctrico aumenta de una manera considerable.

3.4. Enfoque cualitativo

El enfoque cualitativo considera a la realidad como un ente subjetivo y múltiple, según los ven y describen los diversos protagonistas que participan en el objeto de estudio, de los que forma parte el propio investigador interactuando con el investigado. Es la alternativa para el estudio de sistemas complejos con muchos componentes interrelacionados algunos físicos y químicos cuantificables y otros psicológicos cualificables. El enfoque no propone principios universales sino resultados que varían de individuo a individuo, de lugar a lugar geográfico, e incluso de un estrato sociocultural a otro.

Bajo el enfoque cualitativo, el confort térmico no se entiende solamente como un intercambio de calor entre el cuerpo y el entorno, sino además, como una serie de acciones que las personas pueden realizar para alcanzarlo, tanto internamente mediante procesos fisiológicos y psicológicos, como externamente con adecuaciones del medio que lo rodea. Según este enfoque, los humanos reaccionan instintivamente tratando de restaurar las condiciones de confort. En este sentido será menos probable que sufran incomodidad aquellos con más

oportunidad de adaptarse al ambiente o de adaptar este a sus requerimientos (Murillo, 2011).

Dentro del enfoque cualitativo se puede incluir los llamados Modelos de Adaptación y han sido desarrollados a partir del primero por Humphreys (1978), sucesivamente por Auliciems (1981), Griffiths (1990), Brager y De Dear (1998) y Humphreys y Nicol (2000).

3.4.1. Modelos de Adaptación o Confort Adaptable.

Las diferencias investigadas por Nicol en 2003 en Pakistán, Busch en 1995 en Tailandia y Dear en 1995 en Australia, permitieron establecer el modelo que cuestiona que los resultados de Fanger no son apropiados para establecer los niveles de confort en edificios con condiciones naturales, sin enfriamiento artificial, especialmente en climas cálidos.

Se plantea que las exigencias de confort no son las mismas para personas acostumbradas a edificios climatizados artificialmente que para aquellas personas que habitan regularmente edificios que funcionan en modo pasivo. Así mismo, plantea que existen diferencias importantes en los estándares de confort derivadas de aspectos socioculturales. (Murillo, 2011)

Los modelos de adaptación derivan su nombre de la “adaptación” de los sujetos y su comportamiento a las condiciones climáticas variables del medio en que se realiza el estudio de campo. El primer concepto en donde se basan estos modelos es el de temperatura de neutralidad o temperatura de confort, que se obtiene de un análisis de regresión lineal que correlaciona las respuestas dadas por persona en un estudio de campo (respuestas subjetivas), y los valores de los parámetros climáticos medidos con instrumentos (valores objetivos). El segundo concepto es la dependencia encontrada entre la temperatura de neutralidad y la temperatura media exterior. Esta relación es más evidente en los edificios ventilados de manera natural.

El modelo de confort adaptable se desarrolló con el objetivo de generar índices que tomarán en cuenta la capacidad de las personas para incidir en su propia sensación de confort. Estos modelos asumen que las personas, cuando empiezan a sentirse en discomfort, suelen

realizar acciones como ponerse o quitarse la ropa, disminuir o aumentar sus niveles de actividad e incluso abrir o cerrar ventanas del espacio en el que se encuentran (Murillo, 2011).

Los modelos de confort adaptable suelen reducir las exigencias de climatización de los edificios que funcionan en modo pasivo, especialmente en aquellos con ventilación natural en los que sus ocupantes tienen un buen nivel de confort de su ambiente térmico.

El objetivo principal de los modelos de adaptación es establecer una temperatura con la cual la mayoría de las personas, en lugar en particular, se sentirán cómodas. Esa temperatura de confort se calcula a partir de la temperatura exterior promedio del sitio, ya sea en intervalos mensuales o anuales. Las fórmulas empleadas en los cálculos se derivan de investigaciones estadísticas sobre la relación entre la sensación de confort de las personas y las condiciones ambientales en el exterior y el interior de los edificios.

Los modelos de adaptación desarrollados por varios autores, si bien obtenidos mediante procesos de regresión lineal, suelen tener la forma de la siguiente ecuación de la recta:

$$\text{Ecuación 16.} \quad T_n = b + (m * T_{em})$$

Donde:

T_n: Temperatura de neutralidad o confort

b: Punto donde la recta de regresión corta el eje de las coordenadas

m: Pendiente de la recta de regresión

T_{em}: Temperatura exterior media

Las ventajas de los modelos de adaptación radican en la facilidad de su cálculo, en el escaso presupuesto que requieren para llevarse a cabo y en su utilidad en la toma de decisiones en los procesos de diseño en función del ahorro energético en los edificios.

Los trabajos sobre los modelos de confort adaptable y su aplicación al diseño arquitectónico fueron realizados por Humphreys y Nicol en 1978 y Auliciems y Szokolay simultáneamente en 1997 y De Dear y Brager en 1998, copilando y evaluando reportes de estudios adaptativos para diferentes climas y culturas, con lo obtuvieron como resultado

modelos de aplicación generalizada basados en la temperatura de confort como función de la temperatura media exterior. Los modelos obtenidos en ambos casos se representan mediante la siguiente ecuación:

Según Auliciems y S. Szokolay :

$$\text{Ecuación 17. } T_n = 17.6 + (0.31 * T_{em})$$

Según Humphreys:

$$\text{Ecuación 18. } T_n = 11.9 + (0.534 * T_{em})$$

Dado que existen diferencias importantes, en la forma en que las personas se ven afectadas por las condiciones ambientales, la temperatura de confort calculada mediante el método de adaptación se suele extender hacia arriba y hacia abajo para establecer lo que se conoce como zona de confort. En lugar de una temperatura de confort única, la zona de confort define un rango de temperaturas en el cual la mayoría de las personas se sentirán cómodas. Algunos autores recomiendan establecer la zona de confort a partir de rangos de $\pm 2^\circ\text{C}$ respecto a la temperatura de confort calculada, cuando se emplea la temperatura promedio anual del sitio, y de $\pm 1.75^\circ\text{C}$ cuando se emplean promedios mensuales. Sin embargo otros autores, como S. Szokolay, proponen rangos de $\pm 2.5^\circ\text{C}$. En todo caso esos límites pueden ser bastante subjetivos y su uso dependerá del nivel de flexibilidad que se desea asumir.

Resultados obtenidos en estudios de campo han permitido confirmar la hipótesis del Modelo de Confort Adaptable, en tanto que la satisfacción de los individuos en relación con el ambiente interior de sus viviendas está muy relacionada con sus experiencias, hábitos y expectativas térmicas, tales como la ropa que visten, los niveles de producción metabólica como consecuencia de sus actividades típicas y el uso involuntario de controles ambientales disponibles.

3.4.1.1. *Confort Adaptable en la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.*

Tabla 17. Confort Adaptativo, Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

PARÁMETROS	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
CONFORT ADAPTATIVO														
Zona de confort térmico mensual														
ZCs	°C	22,5	22,6	22,5	22,5	22,5	22,3	22,2	22,2	22,3	22,5	22,5	22,6	22,4
Tn	°C	20,0	20,1	20,0	20,0	20,0	19,8	19,7	19,7	19,8	20,0	20,0	20,1	19,9
ZCi	°C	17,5	17,6	17,5	17,5	17,5	17,3	17,2	17,2	17,3	17,5	17,5	17,6	17,4

Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal – Cantón Chordeleg.

Elaboración: Lazo A.

Según la Tabla 17, se utilizó la ecuación 16 en donde se establecen los datos de temperatura para la zona de confort superior, la temperatura neutra y la zona de confort inferior, con un rango de +/- 2.5 °C, se determinó que en los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, octubre, noviembre y diciembre se puede notar que están sobre el límite de confort inferior pero esto no garantiza un confort excelente, en tanto todo el resto del año no se encuentra dentro de los límites de confort lo que nos da como resultado establecer ganancias de calentamiento para llegar a la zona de confort térmico.

3.5. Resumen de Estrategias

Se tomó como referencia para el resumen de estrategias a todas las herramientas bioclimáticas de acuerdo al análisis realizado anteriormente, las mismas que son las más conocidas e utilizadas, por consecuencia son: Carta Bioclimática, Triángulo de Confort, Diagrama Psicrométrico, Método de Mahoney, Temperatura Efectiva Corregida, Índice de Fanger o PMV, Índice de Temperatura Operativa, Modelo de Adaptación o Confort Adaptable.

A continuación se presenta una gráfico resumen de las estrategias bioclimáticas que fueron producto de la aplicación de las herramientas bioclimáticas en el clima ecuatorial de alta montaña en la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg, es por ello que estas estrategias bioclimáticas nos servirán de base para el capítulo de resultados.

Gráfico 8. Resultado de estrategias bioclimáticas para la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

RESUMEN DE ESTRATEGIAS

	CARTA BIOCLIMÁTICA		TRIÁNGULOS DE CONFORT		DIAGRAMA PSICROMÉTRICO		METODO MAHONEY		TEMPERATURA EFECTIVA CORREGIDA(TEC)		INDICE DE FANGER (PMV)		CONFORT ADAPTABLE	
	temperatura		temperatura		temperatura		temperatura		temperatura		temperatura		temperatura	
	mínima ≈ 6:00	máxima ≈ 15:00	mínima ≈ 6:00	máxima ≈ 15:00	mínima ≈ 6:00	máxima ≈ 15:00	mínima ≈ 6:00	máxima ≈ 15:00	mínima ≈ 6:00	máxima ≈ 15:00	mínima ≈ 6:00	máxima ≈ 15:00	mínima ≈ 6:00	máxima ≈ 15:00
ENERO	C	C	Gs		Ca	Cc	F	F	C	C	-3	-3	Zcs	Zci
FEBRERO	C	C	Gs		Ca	Cc	F	F	C	C	-3	-3	Zcs	Zci
MARZO	C	C	Gs		Ca	Cc	F	F	C	C	-3	-3	Zcs	Zci
ABRIL	C	C	Gs		Ca	Cc	F	F	C	C	-3	-3	Zcs	Zci
MAYO	C	C	Gs		Ca	Cc	F	F	C	C	-3	-3	Zcs	Zci
JUNIO	C	C	Gs		Ca	Cc	F	F	C	C	-3	-3	0	0
JULIO	C	C	Gs		Ca	Cc	F	F	C	C	-3	-3	0	0
AGOSTO	C	C	Gs		Ca	Cc	F	F	C	C	-3	-3	0	0
SEPTIEMBRE	C	C	Gs		Ca	Cc	F	F	C	C	-3	-3	0	0
OCTUBRE	C	C	Gs		Ca	Cc	F	F	C	C	-3	-3	Zcs	Zci
NOVIEMBRE	C	C	Gs		Ca	Cc	F	F	C	C	-3	-3	Zcs	Zci
DICIEMBRE	C	C	Gs		Ca	Cc	F	F	C	C	-3	-3	Zcs	Zci

ESTRATEGIAS DE CALENTAMIENTO													
calentamiento	C	ganancias solares	Gs	C. solar pasivo	Cp	Por debajo del confort (Frio) =	F	calentamiento	C	PMV por debajo de confort	-3	Zona de confort superior	Zcs
		ganancias internas	Gi	C. solar activo	Ca							Zona de confort inferior	Zci
				Calefacción convencic	Cc							Sin confort	0

ESTRATEGIAS DE ENFRIAMIENTO							
ventilación	V	ventilación cruzada	Vc	ventilación	V	Por encima del confort (calido)	C
humidificación	H	ventilación selectiva	Vs	masa de verano	Mv		
sombreado	S	Inercia térmica	M	masa-ventilación noct.	Mvn		
				humidificación dir.	Hd		
				humidificación indir.	Hi		

Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal – Cantón Chordeleg.
Elaboración: Lazo A.

3.6. Conclusiones.

En los últimos 50 años los índices de confort térmico y cartas bioclimáticas han evolucionado, incorporando nuevos parámetros que los aproxima a la respuesta más segura de bienestar. En el capítulo que se concluyó se ha encontrado varias opciones para la determinación de los rangos de confort térmico, desde los clásicos tales como la Carta Bioclimática, la Temperatura Efectiva Corregida y el Índice de Fanger o Índice PMV, hasta los más simples Modelo de Neutralidad Térmica y Modelo de Confort Adaptable todos ellos configurados para generar un análisis de las condiciones de temperatura y humedad, con el fin de establecer las estrategias bioclimáticas para el diseño arquitectónico de una vivienda con el objetivo de generar y lograr un confort térmico para los potenciales usuarios del proyecto, adaptándose a las condiciones climáticas de cada sector.

Se debe tener mucho cuidado y sinceridad al momento de aplicar las herramientas bioclimáticas, con el objetivo de que se introduzcan los datos reales de la situación de temperatura y humedad del espacio geográfico producto del estudio, para de esta manera generar estrategias reales que se adapten a las necesidades del clima y de los potenciales usuarios, generando una integración entre la persona y el ambiente, realizando una arquitectura bioclimática consciente y verdadera para no afectar al medio ambiente y lograr un confort del usuario.

En el presente capítulo que se concluye, se realiza un análisis de las herramientas bioclimáticas todas aplicadas a la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg, los resultados de la carta Psicrométrica, triangulo de confort, método de Mahoney, nos sirven de base en el capítulo de resultados, para establecer las recomendaciones bioclimáticas activas y pasivas para el diseño arquitectónico de la vivienda con el clima ecuatorial de alta montaña.

CAPÍTULO

4



ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO

4.1. Introducción

Si observamos a la naturaleza, observaremos que los organismos han pasado por un largo proceso de adaptación a las condiciones ambientales de su entorno con base en los procesos de selección y mutación. Estas soluciones que han encontrado los organismos para adaptarse al medio son simples y lógicas (Victor, 1963).

Por ejemplo, en las plantas tenemos que las hojas de las coníferas en su sección, muestran una forma compacta que le permite protegerse de las inclemencias del clima frío. Las hojas de una planta de clima templado presentan una sección ligeramente alargada que les permite captar mayor cantidad de luz y radiación solar sin exponerse demasiado al ambiente circundante. En el caso de las cactáceas, de clima cálido seco, prácticamente pierden sus hojas convirtiéndose en espinas y su cuerpo presenta una morfología compacta, muchas veces con salientes que le permiten el auto sombreado y con una forma cerrada que le permite conservar la humedad en el centro, interactuando lo menos posible con el entorno agresivo. Por el contrario, las hojas de clima cálido húmedo (por ejemplo la hoja elegante) presentan una morfología muy extendida y delgada para poder interactuar ampliamente con el entorno a través de la evotranspiración (Victor, 1963).



Figura 23. Morfología de las Plantas en diferentes climas

La estrategia bioclimática más simple y lógica sería imitar estas soluciones ya probadas por la naturaleza. De tal forma que en un clima frío lo adecuado sería una configuración compacta de la edificación; en un clima templado su configuración debería ser ligeramente alargada; en un clima cálido seco, una forma cerrada con patio central para tratar de crear un microclima interior y en un clima cálido húmedo una forma extendida para propiciar la ventilación cruzada.

En el caso del diseño bioclimático, la toma de decisiones se basa en el análisis de las condicionantes ambientales, en principios termo físicos y en la utilización de herramientas metodológicas y diagramas que permitan establecer con claridad las acciones de diseño a seguir (Fuentes, 2000).

Existen dos tipos de estrategias de diseño bioclimático, que son los sistemas pasivos y los sistemas activos e híbridos, dentro de cada uno se divide en estrategias de calentamiento y enfriamiento simultáneamente; serán analizados a continuación los sistemas pasivos y activos de calentamiento con la finalidad de establecer algunas estrategias bioclimáticas, para seleccionar las que más se apeguen y nos sirva al bioclima ecuatorial de alta montaña.

4.2. Sistemas Pasivos de climatización

La arquitectura debe ser una respuesta a las condiciones tanto físicas como sociales de sus usuarios. El confort ambiental que experimentan los ocupantes de los espacios diseñados afecta directamente e indirectamente su comportamiento, su salud y su desenvolvimiento dentro de la sociedad.

La adecuación de los elementos arquitectónicos de protección solar puede representar un costo extra en el momento de la construcción; sin embargo, estos costos representan el prescindir de equipo destinado a la climatización artificial. Dentro de los consumos de

energía eléctrica, los equipos de aire acondicionado representan la mayor carga de dinero a las facturas mensuales.

Con estudios realizados sobre modelos físicos a escala, se ha comprobado que la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior puede llegar a ser hasta de 10°C si el nivel de sombreado es el adecuado, siendo necesario considerar otros factores tales como los materiales y los acabados, así como la reflectividad de estos. Los requerimientos de enfriamiento también pueden resolverse por medios naturales como la vegetación (Lacomba, 2012).

4.3. Estrategias básicas de climatización pasiva

Las estrategias de climatización se basan en el control de los flujos térmicos que se presentan en la edificación, por lo tanto se basan en las leyes de la termodinámica y en los mecanismos de transferencia de calor. Los mecanismos de transferencia de calor son tres: Conducción, Convección y Radiación.

La conducción es un mecanismo de transferencia de calor que se presenta en la materia sólida y se da por la transferencia de energía de molécula a molécula. Cuando una molécula del material es excitada por medio de energía calorífica, esta energía se va transfiriendo a las moléculas adyacentes. Sin embargo, todos los materiales tienen distintas propiedades para conducir este calor. Hay materiales que lo conducen muy rápido (materiales conductores), otros que se resisten al paso del calor (materiales aislantes) y otros que lo almacenan y lo van transfiriendo al medio ambiente poco a poco (materiales masivos).

Por otra parte, la convección es el mecanismo de transferencia que se da en los fluidos, ya sea líquidos o gases. Este intercambio térmico se logra con base en el movimiento o circulación del fluido, ya que las moléculas calentadas se desplazan formando “circulaciones

convectivas”. En arquitectura esto se presenta básicamente a través de la infiltración y la ventilación.

La Radiación no necesita de medio de transporte ya que puede darse en el vacío, Se trata de transferencia por medio de radiaciones que se presenta en distintas longitudes de onda del espectro electromagnético que finalmente terminan en el rango de los infrarrojos. De manera pasiva, en arquitectura se manifiesta por medio de la energía solar.

Aunque no es propiamente un mecanismo de transferencia de calor, también se presenta intercambio de energía en los cambios de fase de la materia. El caso que nos ocupa es el cambio de fase o de estado del agua, principalmente la evaporación (Fuentes, 2000).

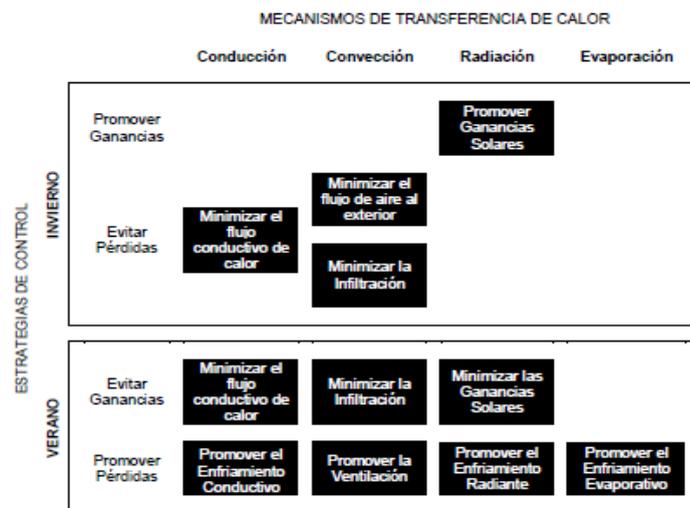


Figura 24. Estrategias de Control Climático en función de los mecanismos de transferencia de calor. Basado en: Watson, D & Labs K. Climatic Design, McGraw-Hill Book Co. New York. USA 1983.

Las estrategias de control climático pueden definirse en términos de los mecanismos de transferencia de calor. Existen básicamente dos condiciones: Invierno (época fría) y verano (época calurosa). De manera lógica, en invierno se tiene que promover las ganancias de calor y evitar las pérdidas. De manera opuesta en verano se tienen que evitar las ganancias y promover las pérdidas (Fuentes, 2000).

4.4. Sistemas de Calentamiento Solar Pasivo

La energía solar, mediante los sistemas pasivos, podría contribuir con un gran porcentaje de ahorro de energía en calefacción, especialmente en los climas fríos como en el caso del clima ecuatorial de alta montaña, producto del presente estudio dentro de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

De los sistemas pasivos existen 4 configuraciones diferentes:

- Sistemas captadores directos
- Sistemas captadores semi - directos
- Sistemas captadores indirectos
- Sistemas captadores independientes

4.4.1. Sistema de captación directa.

El más simple de los enfoques en un diseño es ganancia directa. La radiación solar es admitida en el espacio y casi toda ella se convierte en energía térmica. Las paredes y el suelo se utilizan para captación de energía solar y almacenamiento térmico mediante la interceptación de radiación directamente y / o mediante la absorción de la energía reflejada o irradiada. Por la noche cuando la temperatura exterior baja y el espacio interior se enfría, el flujo de calor en las masas de almacenamiento se invierte y el calor se direcciona hacia el espacio interior con el fin de alcanzar el equilibrio. (Matic, 2010)

La ganancia directa es un concepto simple y se puede emplear una gran variedad de materiales y combinaciones de ideas que dependerá en gran medida sobre el sitio y la topografía, la ubicación, la orientación y forma del edificio; (profundidad, longitud y volumen), de uso y distribución del espacio. (Matic, 2010)

Los sistemas directos tienen unos rendimientos a la captación (r) variables entre 0,4 y 0,7, según el tipo de vidrio, las carpinterías y el grado de limpieza. El factor de retardo (f) es prácticamente nulo. Los valores típicos son: $r = 0,55$ y $f = 0$.

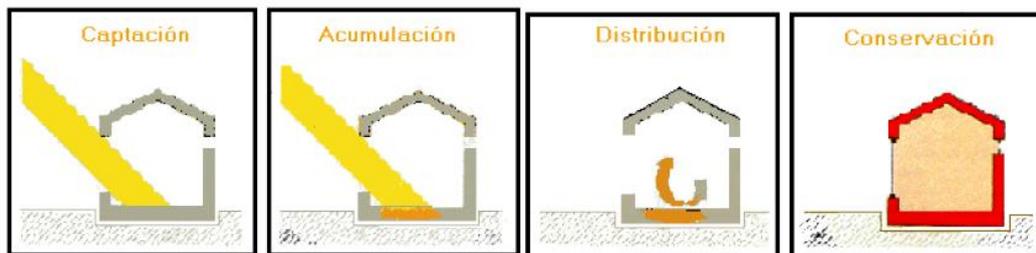


Figura 25. Principios de captación directa.

Las ganancias solares directas a través de acristalamiento dependen de:

- Clima, meteorología
- Orientación, obstrucciones
- Característica de los materiales de acristalamiento - Transmitancia media de vidrio - normalmente es 0.6
- Superficie de ventanas (m²), posición y forma de hueco
- Posición, forma y dimensionado de los dispositivos de sombreado (Matic, 2010).

4.4.2. Sistema de captación semi – directo.

Son sistemas donde entre el ambiente interior y el exterior se interpone un espacio que capta la energía solar. Consisten en recintos acristalados cerrados construidos en la cara sur (para el hemisferio norte y norte para el hemisferio sur) del edificio. Dependiendo del clima y del uso a que se le destine, puede haber un muro de separación con la parte habitada del edificio y otro tipo de almacenamiento. Sirve para estabilizar la temperatura tanto en el invernadero como en la vivienda. Los valores típicos a considerar son: $r = 0,18$ y $f = 0,4$. (Matic, 2010).

Los invernaderos pueden adoptar una amplia gama de formas geométricas, con las cuatro paredes acristaladas (incluyendo el techo), o bien las laterales opacas. Con el fin de aprovechar la energía calorífica acumulada en el invernadero o galería, se pueden instalar ventiladores que impulsen el aire hasta el interior de la vivienda.

Las ventajas del uso de los invernaderos y galerías acristaladas, reside en que el clima de las viviendas mejora sensiblemente situando un recinto compensador entre el espacio habitado y el exterior. Puede ocupar la totalidad o solo parte de la fachada del edificio, tanto en altura como anchura, con lo que reduce la parte de la obra y las pérdidas por ventilación.

Entre los inconvenientes se pueden ver los problemas de sobrecalentamiento que se pueden presentar en verano, las grandes oscilaciones que experimenta su temperatura interior y el costo de su construcción que suele ser superior a las ganancias energéticas que proporciona, si no se compensan con otras utilidades, tales como estancias en ciertos períodos del año. (Matic, 2010).

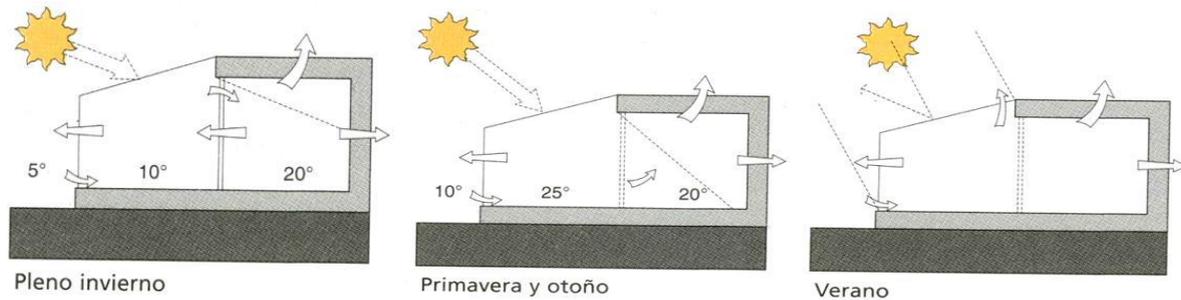


Figura 26. Comportamiento térmico de invernadero adosado en invierno, período neutral y verano.

En nuestro caso de estudio la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg al estar ubicado en las coordenadas latitud: $3^{\circ}10'08.00''$ S y longitud: $78^{\circ}44'01.00''$ O, nos permite orientar el invernadero hacia la fachada norte.

4.4.3. Sistema de captación indirecto.

Sistemas indirectos son aquellos en los que la captación se hace mediante un elemento acumulador que almacena energía para ceder posteriormente el calor al ambiente interior.

Los sistemas indirectos tienen en general, rendimientos (r) entre 0,15 y 0,28, mientras que los factores de retardo (f) más habituales están situados entre 0,7 y 1,1. Podemos clasificarlos en sistemas indirectos por fachadas, cubierta o suelo, según la situación del elemento de acumulación de calor. (Matic, 2010).

4.4.3.1. Muro acumulador térmico/ Muro invernadero.

El muro acumulador térmico es un sistema indirecto en el cual la captación solar se realiza a través de un muro de fachada, de hormigón o ladrillo, pintado en negro con cara externa y cubierto por un vidrio dejando una cámara del aire de unos 12 cm. Interactúa con vidrio en la parte exterior calentando el aire y enviándolo hacia el interior de la vivienda por conducción, y por otra hacia el exterior, dependiendo de la diferencia de temperatura, y en este caso convirtiéndose en pérdidas.

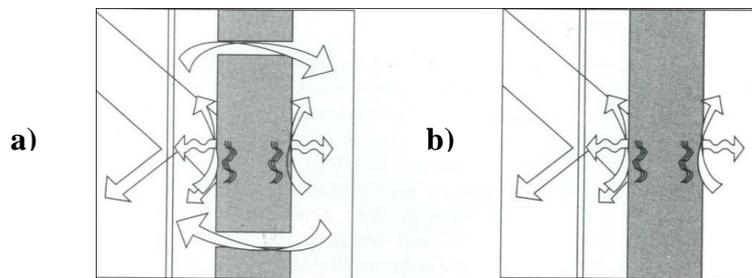


Figura 27. Funcionamiento de Muro Trombe(a) y Muro acumulador (b).

4.4.3.2. Muro Trombe.

En su forma básica, consiste en un muro con un espesor de 15 a 40cm, construido con un material de elevada masa térmica (tierra, ladrillo o concreto, por ejemplo), en cuya parte exterior se instala una superficie acristalada que se separa de 5 a 15cm del muro para generar una cámara de aire cerrada herméticamente. Generalmente la superficie acristalada es de vidrio de elevada transmisividad, para facilitar el paso de la radiación solar. Por otro lado, la superficie externa del muro (hacia la cámara de aire) se suele cubrir con un acabado absorbente solar selectivo, es decir, de elevada absorción y baja emisividad, por ejemplo pintura color negro mate, o mejor aún, chapa metálica también con terminado en negro adherida uniformemente al muro. Esto último tiene el objetivo de intensificar al máximo la absorción superficial de energía calórica.

En términos generales, el funcionamiento del muro Trombe con esta configuración básica es relativamente simple. Los rayos solares, principalmente sus componentes de onda corta, atraviesan la superficie vidriada e inciden directamente sobre la superficie exterior del muro. La superficie del muro absorbe la radiación y eleva significativamente su temperatura (mientras más alta sea la absorptividad y más baja la emisividad de la superficie mayor será el efecto de absorción y calentamiento). Al mismo tiempo, el vidrio provoca un efecto de invernadero al impedir la salida de la radiación de onda larga generada por los procesos de calentamiento, propiciando que el aire dentro de la cámara también eleve su temperatura de manera significativa. Gracias a sus movimientos convectivos, el aire caliente contribuye a elevar aún más la temperatura del muro. Debido a estos procesos el muro se calienta gradualmente y genera un efecto de almacenamiento de calor mientras éste es conducido al interior. Así, los máximos aportes de calor al interior del edificio, que pueden ser bastante significativos, suelen darse durante la tarde y las primeras horas de la noche (el tiempo de retraso térmico dependerá en buena medida del grosor del muro). (Matic, 2010).

En la Figura 28, podemos ver como circulan las corrientes de aire frío (flechas azules) y aire caliente (flechas rojas), dependiendo de la posición de los huecos que hay en el muro del edificio (naranja).

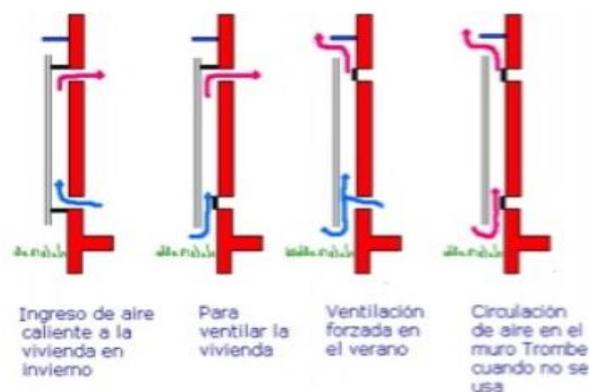


Figura 28. Funcionamiento de un Muro Trombe.

Para lograr su máxima eficiencia los muros Trombe deben orientarse hacia el Ecuador (hacia el sur en el hemisferio norte y hacia el norte en el hemisferio sur), de tal manera que tengan la máxima exposición solar durante el invierno y la mínima en verano. En ocasiones es necesario prever un voladizo en la parte superior para evitar la incidencia de la radiación solar sobre el muro durante el verano cuando el calentamiento no es necesario. Dado que durante el invierno los ángulos solares son mucho más bajos, el voladizo si se dimensiona correctamente, no impide la exposición solar en ese periodo.

En nuestro caso de estudio la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg, al estar ubicado en las coordenadas latitud: 3°10'08.00" S y longitud: 78°44'01.00" O, nos permite orientar el Muro Trombe hacia la fachada norte.

4.5. Parámetros que intervienen en el calentamiento solar pasivo

Los parámetros de diseño pasivo que influyen en el comportamiento térmico de las edificaciones son los siguientes (Murillo, 2011):

1. Orientación
2. Geometría exterior e interior
3. Comportamiento de la masa del edificio: inercia térmica
4. La envolvente del edificio: reflectividad y aislamiento térmico
5. Obstáculos externos: la vegetación

La ventilación también puede producir un efecto de refrigeración por acción de la velocidad del aire sobre el cuerpo humano, por lo que la consideración del movimiento del aire, como un factor positivo para lograr condiciones de confort humano.

4.5.1. Orientación.

La orientación del edificio se refiere a sus relaciones con el espacio exterior, tanto desde el enfoque de los puntos cardinales como desde el de los factores tales como el viento que no tiene una dirección prefijada. La orientación tiene especial relevancia en el estudio de las

obstrucciones del entorno como conectores o barreras de vinculación con los agentes climáticos. Orientar por el sol significa posicionar la edificación de tal manera que en condiciones de clima caluroso la correcta orientación minimiza las ganancias solares.

En las orientaciones norte y sur si bien la radiación incidente es menor que en las del este y oeste, en cambio la exposición solar de estas áreas solo se produce por las mañanas o tardes, en los parámetros exteriores al norte y sur la radiación incide a lo largo de todo el día, durante una parte del año. Si tomamos en cuenta que la posición del sol sobre la fachada norte coincide con los meses de marzo a junio, meses de las más altas temperaturas, se puede decir que la orientación sur es algo más conveniente que la norte.

Por lo antes mencionado, siempre que el entorno y el terreno lo permitan, es recomendable restar áreas a las fachadas este y oeste así como la cantidad y superficie de los vanos en esas orientaciones, sin embargo no se pueden evitar las exposiciones negativas en las fachadas, deberá procurarse soluciones funcionales interiores en las edificaciones en donde se dé mayor importancia y se privilegien los locales de mayor permanencia de las personas como por ejemplo los dormitorios, que deben estar en posiciones alejadas de las fachadas menos favorecidas, dejando estas para espacios menos concurridos como por ejemplo el estudio. En ningún caso el factor ventilación debe ser tomado a la ligera en la resolución arquitectónica.

El estudio de las obstrucciones implica la presencia de masas vegetales y obstáculos topográficos o construidos. Desde el punto de vista de la protección solar, cualquier obstrucción que nos ayude a la protección en las orientaciones desfavorables será conveniente, resultando la más provechosa la acción de la vegetación por sus efectos sobre la acción del viento.

exteriores; la esbeltez nos ilustra sobre las proporciones de largo con respecto a la altura de la edificación, entendiéndose por esto que a mayor esbeltez hay mayor contacto con el terreno y mayor exposición a la radiación; y la porosidad nos da la idea de la relación entre el volumen lleno y vacío de la edificación, lo que en términos climáticos significa que tiene muchas áreas de intercambio interior - exterior.

La resultante de la forma de la edificación debe ser el resultado de considerar las variables de clima y de microclima (vegetación, agua, dimensiones de las calles, edificios colindantes), etc. En definitiva un indicador de las pérdidas o ganancias de energía interior hacia el exterior, cuanta más superficie haya más intercambios térmicos habrán, situación que no es muy recomendable, porque se vuelve desfavorable.

Olgay dice, sobre la forma de un edificio lo siguiente:

1. La forma cuadrada no es la óptima en ningún lugar.
2. Las formas alargadas hacia el sur y norte son peores en todos los climas y peores que las formas cuadradas.
3. El óptimo es siempre la forma alargada en dirección este – oeste.

Las características geométricas del interior del edificio también influyen en el comportamiento energético del mismo. Estableciendo como interior del edificio el conjunto de elementos que quedan encerrados por su piel y además la parte de esta piel que influye en el comportamiento del interior.

El volumen, la forma y proporciones de los ambientes del edificio son factores que afectan la transmisión de la radiación, tanto por su tamaño que influye en la uniformidad de los efectos de convección; la forma de los locales no tiene una repercusión notable y basta con considerar que las formas complejas y alargadas pueden repercutir sobre la distribución de radiación y convección, dependiendo de la disposición de las fuentes de calor dentro de cada ambiente (Murillo, 2011).

4 ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO

Cuadro 49. Efectos del clima de las regiones en la forma de la vivienda.

Región	Proporciones de la planta		Efecto de las proporciones de la planta	Efecto del volumen
	Máxima	Optima		
Fría	1:1,3	1:1,1	Se recomienda usar formas que tiendan al cuadrado, sin llegar a ser cuadradas debido a que las temperaturas invernales no son compensadas por la radiación solar que permitiría una forma alargada orientada en dirección este-oeste.	En esta región se recomiendan las formas cerradas y compactas, con una forma relativamente cúbica. La edificación en altura resulta favorable debido a la presión ambiental.
Templada	1:2,4	1:1,6	La variación de temperaturas permite diseños de plantas flexibles. La forma alargada, orientada en la dirección este- oeste, resulta más apropiada, aunque permite plantas en forma de cruz. En esta zona, los efectos térmicos de la radiación solar producen menos efectos negativos que cualquier otra región, incluso en las fachadas orientadas en la dirección norte-sur.	En este tipo de clima es el que se permite mayor libertad de diseño e integración con la naturaleza, pues las tensiones climáticas son menores para cualquier orientación específica.
Cálida y árida	1:1,6	1:1,3	En esta región se presenta prácticamente el efecto inverso que en la región fría, por lo que la forma recomendada es la que tienda al cuadrado. Sin embargo, para mejorar el microclima se recomienda extraer una porción de ese cuadrado y permitir que este se llene de aire fresco. La planta puede así desarrollarse libremente alrededor de ese espacio; es decir, seguir la tipología de casa patio.	Se recomiendan las formas macizas y las edificaciones en altura. La organización de las edificaciones en una trama densa permite mayor protección contra el efecto de la radiación solar, así como los muros resultantes proveen de sombra tanto a jardines como a zonas de actividad diurna.
Cálida y húmeda	1:3	1:1,7	En esta región, la mayor intensidad del efecto de la radiación solar se da en los extremos este y oeste; por lo tanto, la forma recomendada es estrecha y alargada. Esto permite una mayor posibilidad de ventilación para contrarrestar la presión de vapor.	Se recomiendan formas alargadas, orientadas en el eje este-oeste, que permitan ventilación adecuada, por lo que el carácter disperso de las edificaciones es muy importante. Igual importancia tiene la vegetación para proveer sombras.

Fuente: (Olgay, 2002).
Elaboración: Lazo A.

4.5.3. Comportamiento de la masa del edificio: Inercia Térmica.

Los edificios diseñados con sistemas pasivos pueden llegar al confort térmico consumiendo un mínimo de energía, siempre y cuando que la construcción actúe como regulador térmico. La inercia térmica es la capacidad de un material para acumular y ceder calor. El diseño y las dimensiones de los elementos constructivos dependerán del clima, la orientación y el uso de estos (Murillo, 2011).

Lo ideal es usar materiales que produzcan retardo térmico como la tierra, el adobe, piedras, tabicón de centro (excelente almacenador de calor), tabique rojo o ladrillo. Estos materiales contienen mucha masa térmica.

Los sistemas de inercia térmica se consideran de captación solar indirecta. Presentan la ventaja que hacen de amortiguador del calor de la radiación directa, almacenando la energía, evitando sobrecalentamientos, para liberarla hacia el interior cuando la temperatura ambiental sea baja. Los sistemas de inercia térmica más usados son el enterramiento total o parcial del edificio, las cubiertas piscina, las cubiertas vegetales (Murillo, 2011).

4.5.3.1. Enterramiento Total o Parcial del Edificio.

Las masas importantes de tierra tienen gran inercia térmica y por lo tanto un edificio construido enterrado queda en contacto con superficies de temperatura prácticamente constante, independientemente de las variaciones energéticas del clima exterior.

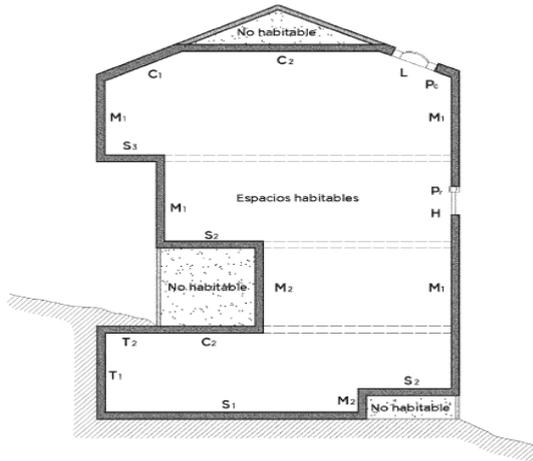


Figura 29. Esquema de una edificación enterrada.



Figura 30. Vivienda enterrada- Nueva Zelanda.

4.5.3.2. Cubierta Piscina.

Son depósitos de agua de poca profundidad, construidos sobre la superficie horizontal de la cubierta, sirve para amortiguar el efecto de las oscilaciones energéticas en el interior del edificio. Dispuestas en el sitio de mayor recepción de radiación su uso es recomendable en los siguientes casos:

- En climas fríos de baja latitud (menos de 36° C) como elementos captadores. Por la noche cuando no hay radiación se protege y el calor acumulado se libera el interior del edificio por transmisión y radiación.
- En climas cálidos secos como elementos refrigeradores, Durante el día se protege de la radiación solar y por la noche se quita la protección. El agua capta el calor de dentro del edificio por convección y lo emite hacia el exterior.

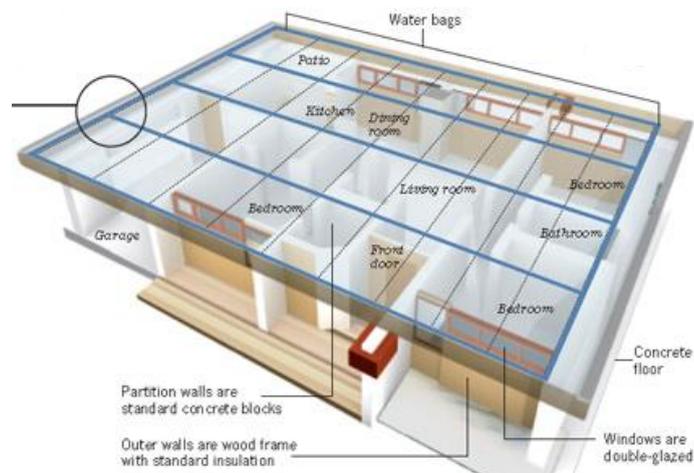


Figura 31. Casa *Skytherm* construida en California bajo el sistema de terrazas piscinas en base a bolsas de agua para lograr climatización sin electricidad.

4.5.3.3. Cubiertas Vegetales.

Una cubierta vegetal o techo verde de un edificio es aquel que esta parcial o totalmente cubierto de vegetación, ya sea en suelo o en un medio de cultivo apropiado. En general los techos con jardines en macetas no son considerados como techos verdes. Esta idea no es una novedad en el mundo de la arquitectura y la construcción, incluso se puede decir que se ha llevado a la práctica desde hace mucho tiempo en antiguas civilizaciones.

En la mayoría de edificios al espacio de la cubierta, al que normalmente no le damos mucha utilidad, se da la posibilidad de convertirlo en un nuevo espacio verde de esparcimiento o una posible zona de cultivo de alimentos, un acumulador natural de CO₂, este espacio se convierte en un muy buen aislante térmico como acústico. Debido a la inercia térmica que tiene la tierra, se amortiguan los cambios bruscos de la temperatura, ofreciendo un mayor confort a los ocupantes del edificio y el consiguiente ahorro energético por climatización (Murillo, 2011).

Al cubrir la cubierta con jardines, estamos compensando el terreno que le hemos restado a los bosques con la expansión de las ciudades, reteniendo con mejor provecho el agua lluvia, mejorando el clima de las ciudades.

Las ventajas de una cubierta vegetal son las siguientes:

- Son agradables estéticamente.
- Tienen un bajo mantenimiento con poco o nulo riego.
- Reducen el efecto de isla de calor. Se limita el efecto de absorción y reemisión de radiación solar que se produce por el hormigón y el asfalto de las ciudades.
- Reducen el efecto invernadero del anhídrido carbónico gracias a la fotosíntesis.
- Reducen la contaminación del aire. 1m² de césped elimina 0.20kg de partículas/año.
- Reducen las cargas de calor hasta del 25% en edificios de una planta.
- Reducen la reflexión y transmisión del ruido hasta unos 40dB.
- Con los dispositivos adecuados permiten recuperar al agua lluvia.
- Amortiguan las dilataciones y contracciones de la cubierta, que son una de las causas más significativas de su envejecimiento.

Las desventajas son:

- Mayores requisitos estructurales. Algunos edificios ya existentes no pueden ser modificados porque no soportarían el peso del suelo y vegetación.
- Los costos de instalación y mantenimiento suelen ser elevados.
- La impermeabilización al agua es de vital importancia requiriendo la instalación de una adecuada capa impermeable y a prueba de raíces, lo que aumenta el costo de instalación.

Según la Figura 32, una sección típica de una cubierta vegetal está constituida por la losa o soporte estructural, la capa de impermeabilización, el panel de aislamiento térmico, el panel para embalsar una pequeña cantidad de agua de reserva a la que las plantas puedan acceder en temporadas secas, lámina con malla antiraíces para evitar que filtraciones de arena puedan obstruir los drenajes, así como para impedir que las raíces de las plantas puedan dañar los elementos inferiores de la construcción; por último tenemos el sustrato vegetal y la capa superior de vegetación. Con una pendiente menor a 25 grados debe colocarse drenajes para evacuar el agua.

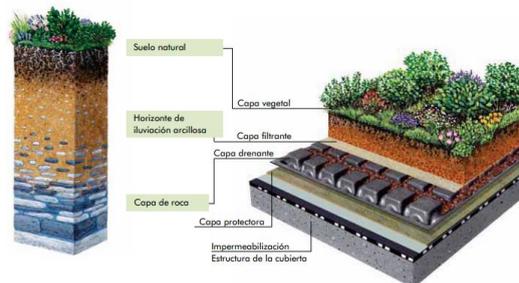


Figura 32. Sección de una cubierta vegetal.

El principal objetivo al diseñar una cubierta vegetal es que sea visualmente agradable, ambientalmente beneficiosa y que cumpla con la misión protectora de toda cubierta. Los criterios a tomar en cuenta en el diseño son los mencionados a continuación:

1. Posición del edificio.
2. Orientación de la cubierta.
3. Altura sobre el suelo.
4. Pendiente.
5. Limitaciones de peso.
6. Plantaciones preferidas.
7. Sostenibilidad de sus componentes.
8. Mantenimiento requerido.
9. Rendimiento requerido de la capa vegetal.

Los techos verdes pueden ser clasificados en intensivos o extensivos, según la profundidad del medio de cultivo y el grado de mantenimiento requerido.

- Los jardines en los techos tradicionales se los considera intensivos y requieren un espesor de suelo considerable (mínimo 15 cm). Requieren mucho trabajo, irrigación, abono y otros cuidados. Los techos intensivos son de tipo parque con fácil acceso y pueden incluir desde especies para la cocina a arbustos y hasta arboles pequeños. Son pesados y con repercusiones estructurales.
- Los techos extensivos en cambio, están diseñados para requerir un mínimo de atención, tal vez desmalezar una vez al año o una aplicación de abono de acción lenta. En general en este tipo de techo se visitan solo para su mantenimiento. Se los puede cultivar en un capa muy delgada de suelo (8 a 12 cm). La selección vegetal se realiza con especies resistentes y adaptadas al clima que cabe esperar como un ecosistema autosuficiente.



Figura 33. Cubiertas vegetales.

4.5.4. La envolvente del edificio: Aislamiento y Reflectividad.

La envolvente del edificio o su piel está conformada por los paramentos que lo envuelven físicamente, separando el exterior del interior. La permeabilidad de la envolvente

frente a las condiciones climáticas exteriores y fundamentalmente de las térmicas, estará definida por las propiedades de aislamiento y de reflectividad. (Murillo, 2011).

4.5.4.1. Aislamiento.

El aislamiento es el uso de un material con una conductancia total baja para reducir el flujo de energía a través de otro material. El aislamiento actúa para retardar y/o reducir el flujo de calor, así debe tener una alta resistencia térmica.

Los edificios conservaran o perderán calor en función de su aislamiento que será lo que limite la transferencia energética entre el exterior y el interior. La envolvente térmica será continua y limitará adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y de sus características de permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, a más del tratamiento de los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor.

Los mejores aislantes son las mantas fibrosas en las cuales el gas se atrapa en una estera hecha de un sólido bajo de conductividad, tal como fibra de cristal u orgánica (lanas de roca o el poliéster) y las células cerradas que atrapan el gas en burbujas en conductores pobres tal como el poliestireno o el poliuretano (Murillo, 2011).

Existen dos tipos principales de efecto aislante:

- El aislamiento **resistente**, también llamado aislamiento a granel, aísla contra la transferencia para calentar simplemente con su resistencia a la conducción. Porque el aire tiene una de las resistencias más altas a la conducción. Los aislantes tales como la fibra de vidrio, lanas minerales y poliestireno ampliado trabajan extremadamente bien mientras el aire dentro de estos bolsillos no pueda moverse y transferir así calor por la convección.

- El aislamiento **capacitivo**, no tiene virtualmente ningún efecto en el flujo del calor de estado estacionario, que es cuando las temperaturas son relativamente constantes en cada lado de un material. Para algunos materiales como el vidrio esto no es sensible, no obstante para el doble-ladrillo o las paredes pegadas a la tierra esto puede tomar hasta ocho o nueve horas. Este retardo se llama retraso termal y se mide como la diferencia de tiempo entre el pico fuera de la temperatura y la temperatura máxima en la superficie interior de un elemento.

Aunque el aislamiento se pueda hacer de una variedad de materiales, viene generalmente en cinco formas físicas: las mantas, blow-in, espuma de poliuretano, tablero rígido o las películas reflexivas. El tipo de aislamiento a utilizarse será determinado por la naturaleza de los espacios en el edificio que se planea aislar.

1. Las **mantas** son productos flexibles hechos de fibra de vidrio o minerales. La fibra de vidrio es manufacturada de arena y vidrio reciclado, la lana de roca se hace de roca basáltica y del material reciclado de basuras de la molienda de acero.
2. El **blow-in** incluye fibras rojas o pelotillas de fibra introducidas en las cavidades de los edificios usando equipo neumático especial. Otra forma incluye las fibras que se rocían con un pegamento para hacerlas resistentes en su instalación. Este tipo de aislamiento se hace generalmente de fibra de vidrio, de lanas de roca o de celulosa. La celulosa se hace del material vegetal reciclado tratado con productos químicos.
3. El aislamiento de **espuma de poliuretano** se puede aplicar con un aplicador profesional usando el equipo especial para medir, para mezclar, y para rociar la espuma directamente en las cavidades dentro del edificio. La espuma entonces se amplía mientras que se fija para sellar completamente la cavidad. Esta forma de aislamiento puede por lo tanto ayudar a reducir los escapes de aire.

4. El aislamiento de **tablero rígido** se hace de materiales fibrosos o plásticos a manera de planchas con formas moldeadas proveyendo aislamiento térmico y acústico. Los tableros rígidos de espuma se hacen de polisocianurato, de poliestireno expandido o de otros materiales. Estos tableros son ligeros, proporcionan ayuda estructural, y tienen generalmente valores de R muy altos. Los tableros pueden también ser hechos con una hoja reflectiva al frente que reduzca el flujo de calor cuando van expuestos directamente hacia el exterior.

5. Las **películas reflectivas** se fabrican generalmente de papeles de aluminio. La resistencia al flujo del calor depende de la dirección del flujo, pues este tipo de aislamiento es más eficaz reduciendo el flujo del calor hacia el interior. Si una sola superficie reflectiva se utiliza y hace frente a una zona abierta, tal como están instaladas en edificios para reducir el aumento del calor siendo las más eficaces en climas calientes.

A continuación se presenta un cuadro con las propiedades termofísicas de algunos materiales que son empleados en la construcción de edificios.

Cuadro 50. Propiedades termofísicas de algunos materiales de construcción.

Nombre	Conductividad W/m°C	Resistividad m°C/W 1/K	Densidad Kg/m3	Calor Específico J/kg°C	Difusividad m ² /seg (10 ⁻⁶)
MAMPOSTERÍA					
Bloque hueco de arcilla	0.47	2.13	1000.00	930.00	0.51
Bloque hueco de hormigón	0.50	2.00	1200.00	1000.00	0.42
Ladrillo macizo	0.84	1.19	1700.00	840.00	0.59
HORMIGON					
Armado ordinario	1.80	0.56	2400.00	1080.00	0.69
Con arcilla expansiva	0.50	2.00	1250.00	1000.00	0.40
Celular	0.16	6.25	500.00	840.00	0.38
MORTEROS					
De cemento	0.87	1.15	1600.00	1000.00	0.54
De yeso	0.30	3.33	800.00	780.00	0.48
PIEDRAS					

Granito	2.90	0.34	2650.00	900.00	1.22
Caliza	3.50	0.29	2700.00	840.00	1.54
Arenisca	1.30	0.77	2225.00	845.00	0.69
Arena Seca	0.70	1.43	1800.00	790.00	0.49
Grava	0.36	2.78	1840.00	840.00	0.23
Mármol	2.80	0.36	2600.00	800.00	1.35
MADERAS					
Contrachapado	0.15	6.67	650.00	1900.00	0.12
Aglomerado	0.15	6.67	800.00	2100.00	0.09
Madera blanda	0.14	7.14	420.00	2720.00	0.12
Madera dura	0.20	5.00	800.00	2400.00	0.10
METALES					
Plomo	34.90	0.03	11340.00	130.00	23.67
Acero	60.00	0.02	7860.00	460.00	16.59
Aluminio	206.00	0.00	2700.00	970.00	78.66
Hierro	79.00	0.01	7800.00	450.00	22.51
Zinc	110.00	0.01	7130.00	388.00	39.76
Bronce	26.00	0.04	8660.00	340.00	8.83
RECUBRIMIENTOS					
Azulejos cerámicos	1.40	0.71	2400.00	1100.00	0.53
Baldosa de vinil	0.50	2.00	1800.00	2000.00	0.16
Alfombra sintética	0.06	16.67	160.00	2500.00	0.15
PANELADOS					
Plancha de cemento asbesto	0.36	2.78	700.00	1050.00	0.49
Plancha de gypsum	0.16	6.25	950.00	840.00	0.20
Plancha de yeso	0.81	1.23	1800.00	837.00	0.54
Plancha de fibra de vidrio	0.04	28.57	25.00	1000.00	1.40
AISLANTES					
Fibra de vidrio	0.04	25.00	200.00	650.00	0.31
Espuma de poliuretano	0.03	33.33	50.00	1400.00	0.43
Corcho	0.05	16.67	100.00	1500.00	0.40
Lana de vidrio	0.06	16.67	240.00	1340.00	0.19
Poliestireno expandido	0.04	25.00	24.00	1400.00	1.19
VIDRIOS					
Vidrio en general	0.77	1.30	2500.00	670.00	0.46
MATERIALES SINTETICOS					
PVC	0.16	6.25	1379.00	1004.00	0.12
Acrílico	0.14	7.14	1400.00	1000.00	0.10
Caucho	0.13	7.69	950.00	2090.00	0.07
BITUMINOSOS					
Asfalto	0.50	2.00	1700.00	1000.00	0.29
Tela bituminosa	0.50	2.00	1700.00	1000.00	0.29
AIRE					
AIRE	0.03	38.46	1.20	1000.00	21.67
AGUA					
AGUA	0.59	1.72	1000.00	4186.00	0.14

Fuente: (Murillo, 2011)

Elaboración: Lazo A.

4.5.4.1.1. Aislamiento en Muros.

Muro con cámara rellena: Este sistema es similar al muro de doble hoja con cámara de aire, sin embargo es mejor si la cámara de aire se rellena de un material de alta inercia térmica como:

- Arena
- Grava
- Fibras naturales
- Lana Mineral (lana de vidrio / lana de roca).
- Poliestireno Expandido (EPS)
- Poliestireno Extruido (XPS)
- Poliuretano



Figura 34. Muro con aislamiento de Poliestireno Expandido (EPS).

4.5.4.1.2. Aislamiento en Cubiertas.

La cubierta al ser una superficie que recibe directamente los rayos solares puede utilizarse al igual que los muros para captar, almacenar y transmitir calor al interior. Sin embargo también se encuentra expuesta a agentes climáticos como la lluvia, viento y humedad, además el aire caliente por densidad siempre se encontrará en la parte superior, de forma que lo más común es que se pierda temperatura a través de la cubierta. Por esta razón se debe diseñar la cubierta con aislantes térmicos. Los principales materiales para aislamiento exterior térmico en una cubierta son:

Lana mineral. Constituido por placas de yeso laminado, fijado sobre maestras

metálicas, suspendidas de la cubierta, situándose en la cavidad o cámara intermedia. Debe disponerse de una altura mínima de 10 cm para facilitar el montaje de los sistemas de anclaje.

Poliestireno expandido (EPS). Se usa para aislamiento de cubiertas planas Invertidas: el EPS empleado en esta aplicación se denomina EPS (EPS hidrófobo), que es un material específico de baja absorción de agua. La cubierta invertida con EPS es un aislamiento que protege la lámina de impermeabilización de los cambios de temperatura, y del deterioro continuo.

Poliestireno extruido (XPS). Rehabilitación de tejado con aislamiento de XPS colocado bajo teja: las placas de XPS se instalan sobre el soporte mediante fijaciones mecánicas, adhesivos compatibles con el XPS y láminas asfálticas impermeabilizantes autoadhesivas.

Poliuretano. Como aislamiento de Cubiertas Inclınadas o tejados, se puede aplicar sobre el tejado con una protección posterior, pero lo más habitual es la intervención bajo cubierta (si es posible) proyectando el poliuretano bajo el faldón o sobre el forjado. Para el aislamiento de cubiertas planas o azoteas, las planchas de poliuretano cubrirán el soporte de la cubierta y se revestirán con la impermeabilización. Cabe la posibilidad de proteger el aislamiento con otra proyección, con elastómero de alta densidad.

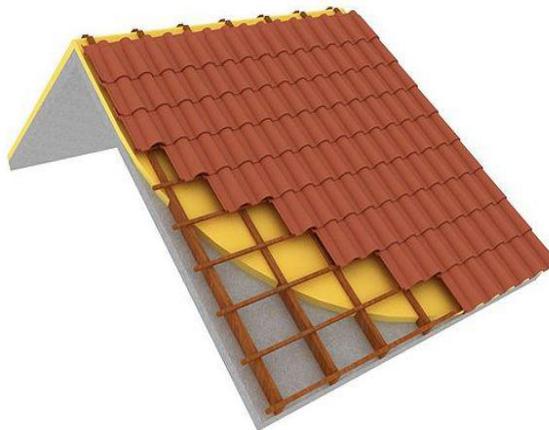


Figura 35. Cubierta con aislamiento de Poliuretano Proyectado.

4.5.4.1.3. Aislamiento en pisos.

Poliestireno extruido (XPS): Si es posible el aumento de la altura del suelo se aplican planchas de XPS directamente sobre el pavimento o sobre una capa de mortero. Las planchas de XPS no deben quedar expuestas a la aplicación final de uso, por lo que se debe realizar un acabado con otros productos.



Figura 36. Piso con aislamiento de Poliuretano Proyectado.

4.5.4.2. Reflectividad.

La reflectividad podemos considerarla como un efecto de aislamiento pues la capacidad de un material de absorber o de emitir la radiación infrarroja depende de la naturaleza o su textura y del color de su superficie. En la mayoría de los materiales de construcción hay una relación proporcional entre la capacidad de emitir y de absorber la radiación. La textura de la piel de un edificio se refiere al tipo de acabado superficial a pequeña escala y se mide por la rugosidad en mm (Murillo G. , 2011).

El color es una cualidad de la piel exterior de los edificios que define su comportamiento frente a la absorción superficial y por lo tanto al paso de la energía procedente de la radiación. Esta cualidad se da básicamente a través de cerramientos opacos y su gradación se mide por el coeficiente de absorción que cuando es grande corresponde a una absorción alta, es decir a colores oscuros, mientras que un valor bajo corresponde a poca absorción, que es el caso de los colores claros a los que al ser muy reflectores comportan poca captación de energía

calorífica, comportamiento conveniente en climas cálidos.

A continuación se presenta un cuadro con las propiedades de algunos materiales que son empleados en la construcción ante la radiación.

Cuadro 51. Propiedades de algunos materiales de construcción ante la radiación.

Nombre	Absortividad % de radiación absorbida	Reflectividad % de la radiación reflejada	Transmisividad % de radiación transmitida	Emisividad % de radiación reirradiada
PINTURAS				
Color blanco	10	90	0	10
Color plateado	20	80	0	20
Color beige / lila	30	70	0	30
Color verde claro	45	55	0	45
Color amarillo ocre	55	45	0	55
Color café claro	80	20	0	80
Color azul/ verde oscuro	88	12	0	88
Color gris oscuro	90	10	0	90
Color negro	95	5	0	95
CERRAMIENTOS OPACOS				
Latón / aluminio	5	95	0	5
Fieltro aluminizado	40	60	0	40
Mármol / azulejos claros	55	45	0	55
Hormigón	65	35	0	65
Madera lisa	68	32	0	68
Ladrillo	75	25	0	75
Cubierta gris	80	20	0	80
Fieltro bituminoso	88	12	0	88
Vidrio negro	100	0	0	100
VIDRIOS				
Vidrio plano	15	7	78	15
Vidrio plano gris	50	5	45	50
Vidrio plano reflectivo bronce	75	20	5	75

Fuente: (Murillo, 2011)

Elaboración: Lazo A.

4.5.5. Obstáculos Externos: La Vegetación.

La íntima relación entre los términos vegetación, clima y arquitectura esta evidenciada en la arquitectura tradicional y vernácula de los climas, al constituir las plantas desde siempre, el elemento básico de protección del clima, además de constituir por su abundancia el recurso pasivo más económico y eficiente más accesible para la edificación (Murillo G. , 2011).

La vegetación de hoja caduca (árboles que pierden sus hojas en invierno) es la más adecuada en jardines de casas que se deseen calentar. En cambio, en lugares muy cálidos lo ideal es buscar árboles con copas frondosas, almendros y palmeras, pues no existe algo peor que verse obligado a cruzar un patio grande en un área calurosa, sin tener la sombra de un árbol. Al mismo tiempo, es muy desagradable contar con ventanas al Sur en lugares fríos, tapados con árboles tupidos de hoja perenne. Ejemplos de árboles de hoja caduca, ideales para regiones frías:

- Fresnos
- Cañaro
- Cedro
- Cholan Rosado
- Morrera
- Sauce llorón
- Urapan

4.5.5.1. Beneficios del uso de la Vegetación.

En la mayoría de los proyectos arquitectónicos y urbanos, la presencia de elementos vegetales cumple un papel estético o recreativo, sin tomar en cuenta su efecto en la generación de un microclima estimulante para el confort humano y beneficios de carácter energético.

Las ganancias que la vegetación puede lograr, ocupan tantos factores como los que modifican (ambientales, psicológicos, socio-económicos y climáticos). Sus beneficios,

enfocados a lo ambiental y lo climático, pueden resumirse en los siguientes (Murillo G. , 2011).

- 1. Da oxígeno.** Con la función clorofílica, el gas carbónico producido en la ciudad puede absorberse parcialmente por las plantas y regresarlo como oxígeno.
- 2. Contribuye a la reserva de agua.** Los mantos acuíferos se estabilizan y regulan y en zonas urbanas pueden incrementar la recarga de agua, a mayores áreas verdes mayor área de captación.
- 3. Conserva los suelos fértiles.** Las raíces de las plantas retienen el suelo, evitando su erosión aportando materia orgánica al suelo que incrementa la infiltración.
- 4. Preserva la biodiversidad y estimula la creación de nuevos hábitats.** Las plantas sirven de refugio de fauna diversa.
- 5. Disminuye la contaminación atmosférica.** Las plantas retienen partículas de polvo gracias al fenómeno electroestático y a la textura aceitosa de sus hojas.
- 6. Humedece y refresca el aire.** El follaje emite vapor de agua en el proceso de transpiración, enfriando este vapor de aire que a su vez enfría las áreas circundantes, cambiando el microclima alrededor de la planta.
- 7. Absorbe y dosifica las radiaciones de onda corta.** Las plantas absorben parte de la radiación para sus procesos funcionales (fotosíntesis) y otra parte la reemiten de manera difusa atenuando la reverberación o deslumbramiento.
- 8. Dosifica las radiaciones de onda larga.** La copa vegetal intercepta, refleja y transmite la radiación solar incidente. La cantidad de absorción de radiación solar puede variar entre 60 y 90%, lo que depende de factores tales como la localización de las hojas, su ángulo al sol y el período de foliación.

9. **Reduce el efecto de isla de calor urbana.** Utilizadas en grandes cantidades las plantas evitan que la radiación caliente techos, calles, aceras, etc., disminuyan el sobrecalentamiento del lugar (Murillo, 2011).

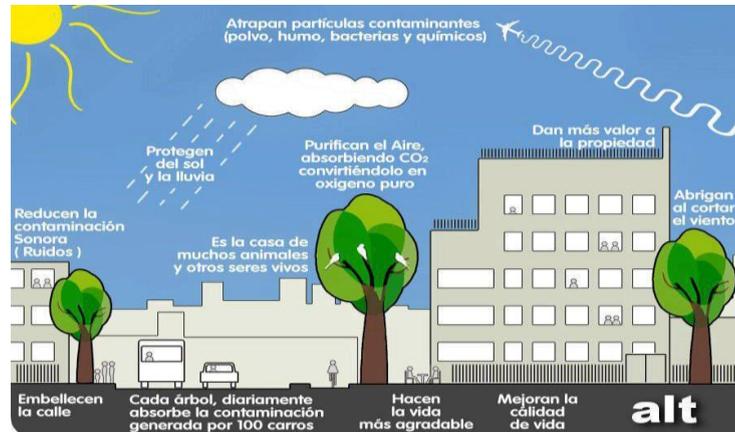


Figura 37. Beneficios de la vegetación.

Para contrarrestar los efectos negativos de la urbanización en la vegetación deben adoptarse consideraciones que permitan su adaptación al meso clima de la ciudad, tales consideraciones son las siguientes:

1. La elección de la vegetación correspondiente al clima de la localidad.
2. Espaciar la vegetación según su tipo y especie.
3. Estimar sus necesidades de agua.
4. Su resistencia a las enfermedades y la contaminación.
5. Prever sus necesidades de mantenimiento mediante la poda oportuna.

4.5.5.2. *Vegetación de hoja caduca.*

Se presenta a continuación un cuadro con diferentes especies de vegetación hoja caduca y sus características, que se pueden utilizar en climas fríos, como en el caso de estudio de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg; son los siguientes:

Cuadro 52. Tipos de vegetación caduca a ser implementada en la Parroquia Principal.

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Características	Altura (m)	Diámetro (m)	Crecimiento	Figura
Cedro	Cedrella montana Turez	Se adapta bien desde los 1600 hasta los 3000 m.s.n.m. Requiere un ambiente de pleno sol o media sombra para su desarrollo.	15-20	4-5	Lento	
Cholan rosado	Delostoma roseum	Se desarrolla bien desde los 1900 hasta los 3000 m.s.n.m. Requiere un ambiente de pleno sol o media sombra para su desarrollo.	5	3-5	Rápido	
Fresno	Tecoma Stans	Se desarrolla entre los 1500 y 2700 m.s.n.m. Prospera bien en un ambiente de pleno sol, aunque también acepta media sombra.	6	4-6	Rápido	
Morrera	Morus alba	Se adapta bien desde los 1500 hasta los 3000 m.s.n.m. Requiere un ambiente de pleno sol o media sombra para su normal desarrollo.	5	1-2	Rápido	
Sauce llorón	Salix babylonica	Se desarrolla bien desde los 1800 hasta los 2900 m.s.n.m. Prefiere los suelos sueltos, húmedos, frescos y abonados con materia orgánica.	10	3-5	Medio	
Urapan	Fraxinus spp.	Se desarrolla bien desde los 1000 hasta los 3000 m.s.n.m. Se recomienda podarlo anualmente. Se desarrolla en un ambiente de pleno sol.	20	5-6	Rápido	

Fuente: (Murillo E. , 2001)

Elaboración: Lazo A.

4.6. Sistemas pasivos de iluminación natural

La iluminación natural es la técnica de introducir la luz natural en los edificios a través de vanos. La luz natural es la suma de luz del día, constituida de luz natural difusa que proviene de la bóveda celeste (luz difusa) y la reflejada del entorno exterior, más luz del sol que se refiere a la luz solar directa. Utilizada correctamente, la luz natural puede dar lugar a ahorros de energía sustanciales, reduciendo la necesidad de iluminación artificial. El objeto primario de la iluminación natural es proporcionar la suficiente luz bajo todas las circunstancias para las tareas que se realizan en un espacio (Murillo G. , 2011).

La luz del sol o luz solar directa es mucho más brillante que la luz del día ambiente. La posición del Sol en el cielo varía a través del día y cuando esta vista desde cualquier punto en particular puede ser oscurecida a menudo por las nubes, los árboles u otros edificios, experimentando además, cambios significativos en intensidad a lo largo del año. Así entonces no resulta una fuente de luz muy confiable con la cual iluminar el interior de un edificio. En consecuencia la luz del sol directa raramente se incluye en los cálculos arquitectónicos de iluminación natural.

4.6.1. Estrategias de diseño de iluminación natural.

La única fuente de luz natural es el sol del cual recibimos también una gran cantidad de radiación térmica. En consecuencia, es tarea del arquitecto considerar todas las variables de impacto (ganancias térmicas, calidad del aire, requerimientos de luz), evaluarlas e interrelacionarlas y decidir las prioridades en el espacio que se está diseñando.

La tarea estratégica del arquitecto en el manejo de la iluminación natural y la satisfacción de sus objetivos se sustenta en su competencia para manejar los siguientes factores (Murillo G. , 2011):

1. **El nivel de iluminación**, dependencia de la función o tarea visual que se va a desarrollar en el espacio. No es lo mismo la iluminación de un local de ventas que la de una biblioteca.
2. **El fulgor o brillantez**, consecuencia de tener objetos o superficies de excesivo brillo comparado con el nivel de iluminancia del espacio, que provocan deslumbramiento y contrastes marcados en las sombras. El confort puede ser logrado orientando correctamente los locales, diseñando espacios de trabajo fuera de los ángulos de las fuentes de luz brillante o utilizando fuentes de iluminación de mayor superficie.
3. **El color**, seleccionando los adecuados para obtener el mayor rendimiento de la iluminación. Para el efecto es necesario recordar los índices de reflectancia de los materiales y colores para tomar las mejores decisiones.
4. **La textura**, que afecta notablemente al color, una superficie alisada y brillante refleja la luz direccionalmente, mientras que otra mate o áspera esparce la radiación que recibe, reflejándola de manera difusa en todas las direcciones.
5. **El diseño de los vanos**, que determina la cantidad y calidad de la luz que penetra, teniendo para el efecto que cuidar las formas, tamaños y orientación de los vanos, el acceso a la luz y los posibles bloqueos por edificaciones o sombras proyectadas, y las protecciones solares y sus complementos que reducen la cantidad de luz pero controlan el deslumbramiento.
6. **Hacer uso de dispositivos**, que eviten interiores oscuros, introduciendo luz hacia puntos lejanos de los perímetros donde se ubican las ventanas.
7. **Las características del interior del edificio**, considerando que si hay muchos habrá mayor diversidad lumínica; que si los materiales empleados son pesados y densos estos son opacos.

8. **La geometría del espacio**, considerando que en grandes espacios de poca altura, la zona central oscura necesita un complemento lumínico cenital; que los espacios irregulares o alargados con acceso de luz por el extremo tienen una distribución de luz poco homogénea; que la existencia de desniveles altera la penetración de la luz, favoreciéndola si los desniveles son descendentes y lo contrario si el sentido es opuesto.

4.6.2. Sistemas de Iluminación Natural.

Los sistemas de iluminación natural son dispositivos o conjuntos de dispositivos de un edificio que tienen como misión principal mejorar la iluminación natural de los espacios interiores, optimizando la distribución de la luz en las zonas periféricas y procurando una buena penetración de la luz natural hacia las zonas interiores que no tienen contacto directo con el exterior. Los sistemas se pueden agrupar en tres tipos: según la posición de acceso de la iluminación con respecto al edificio, tales son: aberturas laterales sobre el plano vertical, aberturas cenitales y aberturas laterales sobre un plano horizontal; debiéndose en cada uno atender dos componentes fundamentales: el tipo de abertura y el sistema de distribución (Murillo G. , 2011).

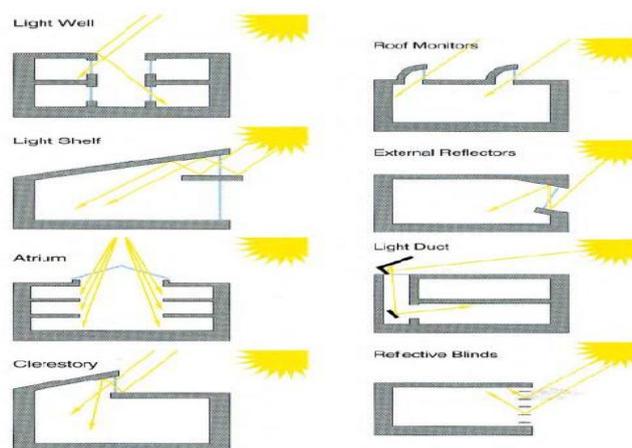


Figura 38. Sistemas de iluminación natural.

4.6.2.1. Aberturas laterales sobre el plano vertical.

Son aquellas dispuestas en los cerramientos verticales del edificio cuyo beneficio puede incrementarse mediante el uso de técnicas o artificios tales como los prismas o los captadores de luz. Las limitaciones en el uso de las aberturas laterales giran en torno a la variabilidad de su capacidad para introducir luz natural por efecto de su orientación o su posición en relación con la forma y dimensiones del espacio a iluminar.

4.6.2.1.1. Ventanas.

Las ventanas es uno de los componentes más importantes en un edificio. Las ventanas son aberturas en las paredes exteriores que constituyen el dispositivo más utilizado para iluminar el interior de un edificio. Permiten la entrada lateral de la luz, la radiación solar directa, visión y ventilación natural. Una ventana típica es definida por el propósito fundamental de abertura que determina las decisiones de tamaño, forma, posición, orientación y cualquier sistema de control requerido.

Cuadro 53. Requerimientos de diseño de ventanas de acuerdo a su uso.

Objeto de la Abertura	Requerimiento de diseño
Iluminación	Altura óptima y tamaño requerido por el factor de iluminación.
Ventilación Natural	Ubicación en la pared con respecto a la dirección del viento local y corrientes internas de aire. Aberturas operables cerca del piso y del cielo raso para usar la convección natural.
Iluminación con vista exterior	Altura del dintel colocada sobre la posición del ocupante. Ancho adaptado al escenario exterior.
Iluminación y ventilación natural	Tamaño y localización deben ser adecuados a todos los parámetros.
Iluminación con vista exterior y ventilación natural	Todo lo comentado arriba

Fuente: (Murillo G. , 2011)

Elaboración: Lazo A.

La relación entre la superficie de las ventanas y la superficie del ambiente está afectada por la cantidad y la distribución de la luz internamente. Esta relación es conocida como fenestración y esta expresada como un porcentaje que según la latitud y de manera amplia

en normas se estima entre un 5 y 15%. Relaciones mayores a 15% no se justifican al incrementarse las necesidades de climatización sin que se den ventajas evidentes de iluminación.

Como regla general, la luz natural útil alcanzará solamente una distancia de 2.5 veces la altura de la ventana sobre el plano de trabajo (generalmente un escritorio de 60cm de altura). En un edificio de oficinas con una altura de ventana de 25m, esto significa una penetración máxima de aproximadamente 6m. Esto puede mejorarse hasta cierto punto, poniendo ventanas en lados opuestos del cuarto usando sistemas de distribución tales como las repisas de luz para dirigir algo hacia el cielo raso desde donde se difundirá más profundamente en el espacio.

La forma de la ventana, vertical u horizontal, debe tener en cuenta el alto de la pared en que está contenida para efectos de la profundidad de penetración y distribución de la luz, así como para los efectos de deslumbramiento, además de considerar las opciones visuales de los individuos cuando están de pie o sentados. Las ventanas deben orientarse con respecto al curso del sol para obtener niveles confortables de luz natural en el interior, sin excesiva ganancia de calor ni deslumbramiento.

Cabe precisar que para producir niveles de iluminación importantes a través de ventanas es recomendable lo siguiente:

1. Aumentar su tamaño
2. Evitar obstáculos en el exterior
3. Alargar el perímetro de los edificios mediante entrantes y salientes.
4. Evitar dinteles llevando las ventanas hasta el techo.

El concepto de ventanas como dispositivo de iluminación natural puede hacerse extensivo, con las respectivas salvedades en cuanto a operabilidad e instalación, a los muros translúcidos y los muros cortina vidriados.

Los muros translúcidos son paredes construidas con bloques de vidrio que dejan pasar la luz y ocupan una parte o la totalidad del cerramiento. Los bloques de vidrio no permiten el paso de aire y separan dos ambientes lumínicos, de forma que permiten la penetración lateral de luz difusa.



Figura 39. Ejemplos de muros translúcidos.

Los muros cortina vidriados son superficies continuas verticales transparentes o translúcidas, sin función estructural, que separan dos ambientes de luz diferentes, exterior e interior. Permiten la entrada de la luz y sol, la visión y normalmente no ventilan. Los muros cortina son grandes captadores de radiación solar y su capacidad aislante depende del tipo de acristalamiento empleado.

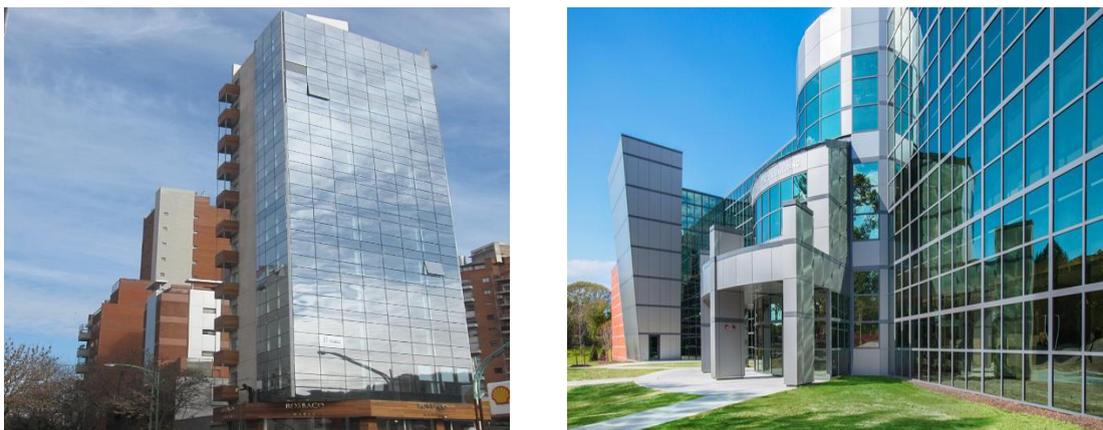


Figura 40. Ejemplos de muros cortina vidriados.

Las ventanas pueden contar con dispositivos internos o incorporados al cristal para moderar los efectos de la iluminación natural, tales como las persianas y las cortinas en el primer caso y los vidrios entintados o reflectivos en el segundo caso.

4.6.2.1.2. Repisas de luz.

Las repisas de luz son elementos horizontales en la fachada y su función consiste en reflejar la luz natural al interior del espacio de una forma indirecta y evitar la entrada directa del sol y su energía térmica. La luz es reflejada hacia el cielo raso y este a su vez refleja hacia el fondo del local. Es indispensable utilizar para su elaboración materiales y colores con elevados índices de reflectancia y de gran capacidad de difusión (Murillo G. , 2011).

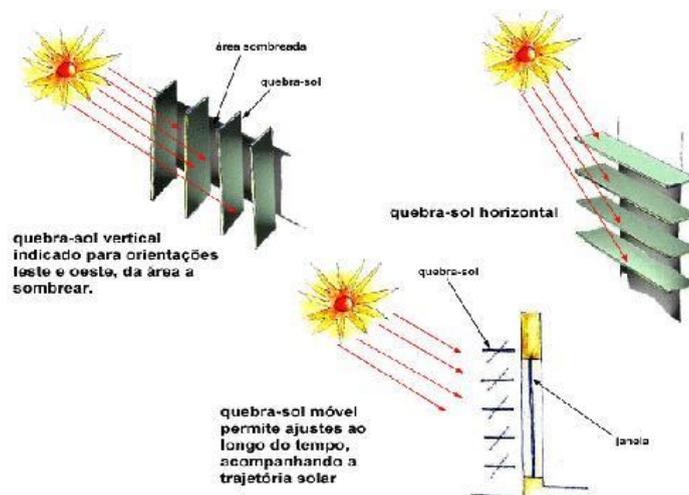


Figura 41. Difusión de la luz mediante repisas de luz.

4.6.2.1.3. Louvers reflectivos.

Los Louvers reflectivos son elementos situados en el exterior del edificio, usados para sombrear la proyección directa de la luz solar reflejando una luz difusa y agradable al interior. El sistema consiste en pequeñas lamina de forma especial fabricadas de aluminio. Diseñadas para reflejar la radiación, los Louvers reflectivos pueden ser horizontales o verticales, móviles o fijos, según las exigencias de orientación.

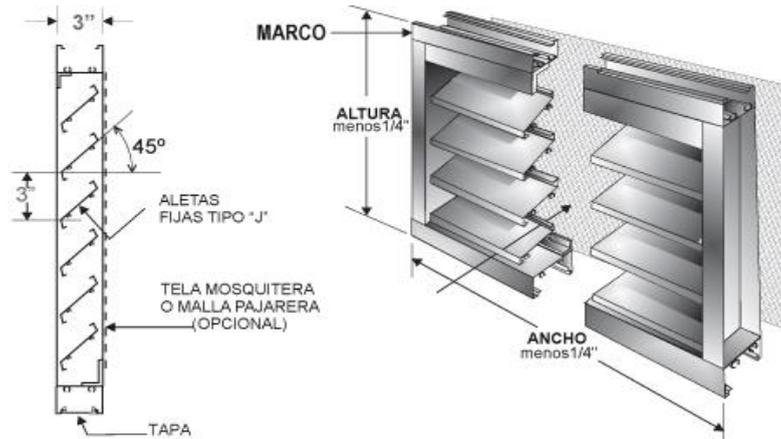


Figura 42. Dimensiones de Louvers horizontales.

4.6.2.1.4. Prismas.

Los prismas de protección solar son fabricados de vidrio o de cualquier material de alta transparencia susceptibles de ser pulidos, resistentes al clima y a los rayos ultravioleta. La geometría de los prismas es diseñada para reflejar la radiación solar directa mediante el reflejo interno total y transmitir la radiación solar difusa, constituyendo una buena alternativa para dirigir la luz hacia el fondo de los espacios o lejos de los sitios que no reciben iluminación natural directa. Los prismas son montados normalmente en la parte exterior de las ventanas y cuando se reducen a simples películas estas van adheridas a la lámina de vidrio.

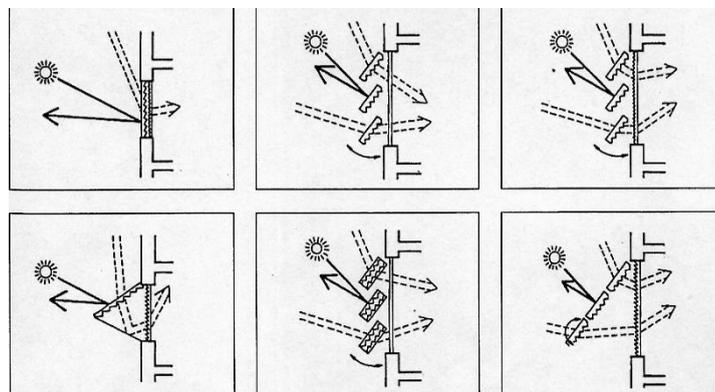


Figura 43. Ejemplos de sistema de prisma.

4.6.2.2. Aberturas Cenitales.

Son vanos para iluminación practicados en el plano de la cubierta, que poseen evidentes ventajas en cuanto a la profundidad y homogeneidad de la luz natural adquirida en el local. Su inconveniente radica en facilitar, especialmente en localizaciones ecuatoriales, la entrada de altos niveles de radiación y calentamiento excesivo. Sin embargo, existen alternativas de moderación mediante el empleo de artificios que transforman la radiación directa en difusa con sensible disminución térmica.

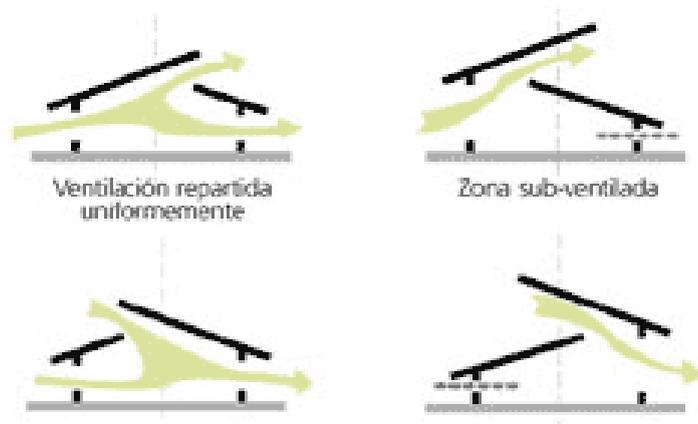


Figura 44. Influencia de la iluminación cenital.

4.6.2.2.1. Lucernarios (tragaluces horizontales).

Son aberturas practicadas en las cubiertas que permiten la entrada de luz solar que dirigen la radiación solar directa hacia el espacio inferior y en consecuencia, crean niveles altos de iluminación en el ambiente interior. Dada su localización los lucernarios tienden a ganar o perder por convección y conducción más que otro tipo de vanos.

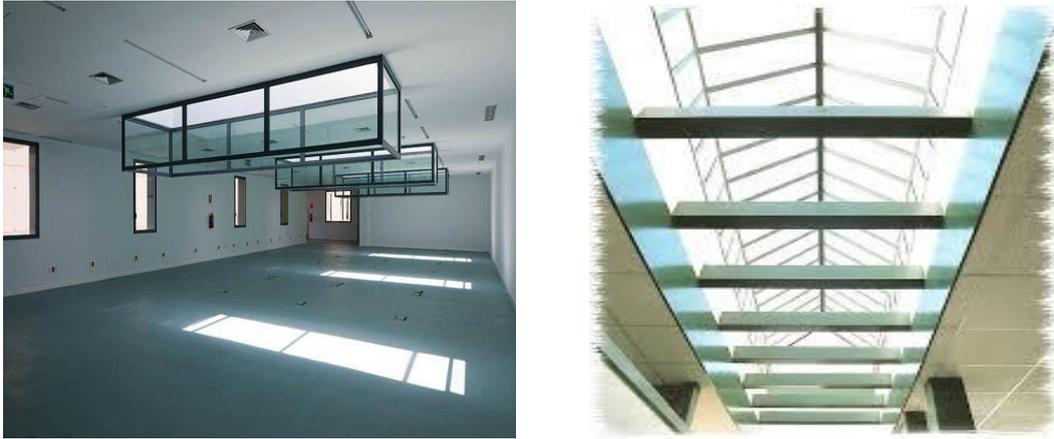


Figura 45. Ejemplos de lucernarios.

4.6.2.2.2. *Losas translúcidas.*

Cerramientos horizontales transitables contruidos con bloques de vidrio soportados por una estructura de hormigón armado o metálica. Permiten el paso de luz difusa y débil al espacio inferior.

4.6.2.2.3. *Atrios.*

La iluminación a través de atrios es una técnica de iluminación central, en la que el edificio se abre en su interior hacia un patio cubierto con materiales transparentes o translúcidos tales como vidrios, policarbonatos o fibras de vidrio, y su nivel de iluminación depende de la transparencia de los materiales utilizados.

El cociente de la altura al ancho del pozo de luz no debe ser mayor que 2:1 en la mayoría de casos. Si esta relación no puede ser alcanzada, es recomendable utilizar difusores dentro del atrio que redirijan la luz a los lados y por lo tanto a la mayor profundidad de los espacios adyacentes. La distribución de la luz en el espacio está influida por las paredes y pisos, pues si estos facilitan la radiación difusa pueden ocasionar deslumbramiento en los ocupantes. Los materiales del cerramiento son soportados por una estructura metálica. Las ventajas de la utilización de los atrios son las siguientes:

1. Presencia de espacios intermedios protegidos de las lluvias.
2. Conversión de patios interiores en espacios protegidos iluminados, útiles en circulaciones y otros usos.
3. Posibilidad de utilizarlos como depósito de recogida del aire caliente de extracción
4. Reducción de ganancias térmicas a través de superficies que estarían expuestas al exterior.
5. Ahorro de luz artificial en horas de labor.
6. Posibilidad de jardines interiores amplios.



Figura 46. Ejemplos de atrios en edificios.

4.6.2.2.4. Pozos de luz.

Espacios de luz no habitables diseñados para conducir la luz natural a zonas interiores del edificio. Este recurso es usado principalmente en edificios que se desarrollan en altura y que carecen de fachadas exteriores suficientes para iluminar todos los espacios de la edificación. Los niveles de iluminación son pobres y constituyen más bien un buen mecanismo de ventilación natural al producir un efecto de succión.

El tamaño y la proporción de los pozos suele ser reducido y está ligado a la altura de la edificación y regulados por ordenanzas de construcción municipales. El revestimiento debe ser de color claro y en su extremo superior suelen estar cerrados por vidrio.



Figura 47. Ejemplos de pozos de luz.

4.6.2.2.5. *Conductos de sol.*

Se los conoce también como tubos de luz o lucernarios tubulares, los conductos de luz son espacios no habitables diseñados para conducir los rayos del sol a zonas interiores del edificio que no tienen aberturas al exterior o cuando se requiere un control total de la luz directa, o en casos de que se quiera evitar el uso de ventanas en las fachadas. Proporcionan iluminación solar atenuada y sirven además como elemento de ventilación.

Son conductos de geometría variable según las necesidades de iluminación, con recubrimiento especular (espejos o aluminio) que captan la luz natural en la parte superior del edificio mediante un componente fijo o móvil mediante reflexiones interiores lo conducen al interior del edificio.

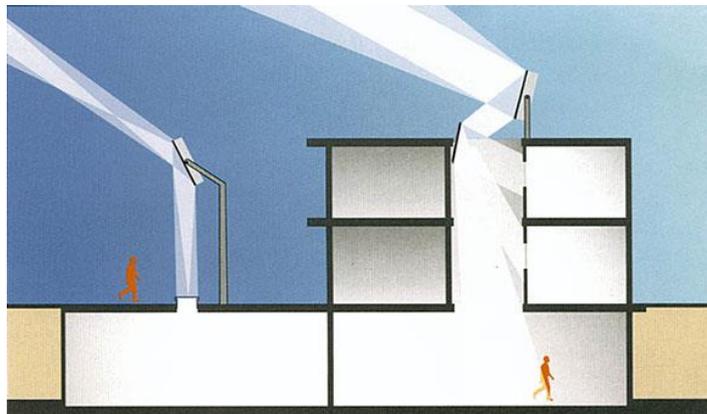


Figura 48. Conducto de sol.

4.6.2.2.6. Patios interiores.

Son espacios rodeados por muros de cerramiento de los edificios y abiertos al exterior por la parte superior. Son espacios con condiciones próximas al exterior, que permiten una iluminación natural reducida dependiente de las dimensiones y de los acabados interiores del patio.



Figura 49. Ejemplos de patios interiores.

4.6.2.3. Aberturas Verticales sobre el Plano Horizontal.

Estas aberturas corresponden a combinaciones entre las anteriores, laterales y cenitales, que resumen alternativas de mezcla de los mejor de cada una de ellas.

4.6.2.3.1. Cubiertas diente de sierra (tragaluces verticales).

Los vanos dientes de sierra son una técnica de iluminación cenital de cubiertas con cumbreras paralelas formada por un elemento de cristal vertical o ligeramente inclinado. Por donde penetra la luz natural y un plano de cubierta opaco en posición inclinada. Los vanos de una cubierta diente de sierra en posición ecuatorial necesitan ser sombreados de la misma forma que cualquier otra ventana en igual posición, generalmente ampliando el techo inclinado para proporcionar sombreado al vano. Si no se puede obtener alguna protección adecuada en orientaciones este u oeste, los vanos dientes de sierra deben ser evitados. Este tipo de cubiertas favorecen la ventilación si las aberturas tienen elementos móviles. Las

aberturas se cierran con superficies translúcidas o transparentes. Los niveles de iluminación en este tipo de cubierta dependen de la inclinación de la cubierta opaca, de la inclinación del vano transparente, de la altura del espacio y de la separación entre la secuencia de los tragaluces.



Figura 50. Ejemplos de cubierta diente de sierra.

4.6.2.3.2. *Lucernarios de cuerpo elevado.*

Son aberturas similares a las de diente de sierra pero con elementos vidriados verticales situados de forma opuesta y levantados sobre el nivel de la cubierta. El sistema de distribución de la luz depende de la posición horizontal o inclinada de la tapa y del empleo de materiales reflectivos en su parte inferior.



Figura 51. Ejemplos de lucernario elevado.

4.6.2.3.3. *Cúpulas.*

Las cúpulas son cubiertas de forma semiesférica o de casquete esférico que permiten el paso de la luz natural a través de la linterna (elemento de coronamiento en la parte superior)

o a través de ventanas practicadas en su elemento de transición denominado tambor. El nivel de iluminación que se obtiene es pobre y pueden estar construidas de fábrica de hormigón o de materiales translúcidos o transparentes caso en el que conocen más generalmente como domos.



Figura 52. Ejemplos de cúpulas.

4.6.3. Luz exterior reflejada.

La radiación solar emana rayos de sol en forma paralela proyectando sombras agudas, sin que esto sea el factor más importante en el sistema de sombreado que debemos considerar. La radiación difusa emana desde la bóveda celeste y desde todos los ángulos del horizonte. La radiación reflejada comprende las radiaciones directa y difusa reflejadas desde el suelo y los edificios. Por esto hay un ángulo de incidencia bajo. La intensidad de la radiación reflejada es fuertemente influenciada por las propiedades reflectantes del aislamiento de las superficies. Correctamente diseñados los sistemas de sombreado pueden controlar efectivamente la radiación directa del sol y parcialmente bloquear la radiación difusa reflejada (Murillo G. , 2011).

El control de la radiación solar puede alcanzarse a través de:

- Artificios de sombreado.
- Orientación y apertura geométrica.
- Control de las propiedades óptico-solares de las superficies transparentes y opacas.
- Empleando el sombreado de los edificios vecinos en el diseño urbano.
- Usando la vegetación.

4.7. Sistemas pasivos para el control de ruidos

Conjunto de técnicas que contemplando aspectos operacionales y económicos permiten obtener un ambiente aceptable de ruido para un receptor y ambiente determinado. El control de ruido no significa exclusivamente reducción de ruido.

4.7.1. Clasificación de las técnicas de control de ruido.

Para controlar el ruido se debe tener presente las siguientes condiciones:

1. Reducción del ruido en la fuente.
2. Control del ruido en el medio transmisor
3. Uso de medidas protectoras contra el ruido por parte del receptor.

4.7.1.1. Reducción del ruido en la fuente:

Se lo puede conseguir mediante los siguientes parámetros:

1. Reducción de la amplitud de vibración del foco original.
2. Reducción de la amplitud de vibración de otros focos que entran en vibración debido a la vibración original.
3. Cambios en el procedimiento operacional.

4.7.1.2. Control del ruido en el medio transmisor.

Se debe tener en cuenta el siguiente tipo de medidas:

1. Adecuado emplazamiento de la fuente sonora, tal que al aire libre, la atenuación máxima se logrará aumentando en lo posible la distancia entre la fuente sonora y el receptor, y/u otras veces alterando la orientación relativa de la fuente y el receptor.
2. Adecuada planificación de la construcción.
3. Deflexión del medio. En transmisiones aéreas de ruidos, pueden ser efectivas barreras u obstáculos colocadas estratégicamente, estas barreras deben ser de mayor tamaño que la longitud de onda del ruido que va a ser desviado.
4. Mediante técnicas de encerramientos pueden conseguirse atenuaciones considerables de ruido, siempre que el diseño sea adecuado alrededor bien de la fuente sonora o del receptor.
5. Mediante técnicas de absorción. El uso de absorbentes acústicos colocados en techos, suelos y paredes puede conseguir importantes atenuaciones. En el caso de conductos ruidosos pueden emplearse forros absorbentes de ruido.
6. Mediante uso de filtros y silenciadores acústicos.

4.7.1.3. Medidas protectoras contra el ruido en el receptor.

Se describe las siguientes características que son:

1. Uso de equipos de protección individual.
2. Información y formación al personal.
3. Control administrativo de la exposición.

4.7.2. Procedimientos pasivos.

4.7.2.1. Reducción del ruido en el medio de propagación.

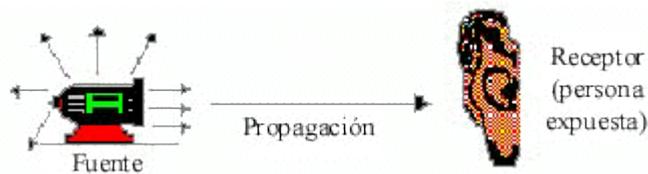


Figura 53. Método de propagación.

Existen diversos procedimientos de control que tratan de atenuar los efectos del ruido sobre los receptores, modificando las condiciones de la transmisión y propagación de las ondas acústicas, entre los focos emisores y las personas:

- La disposición y planificación adecuada de los equipos ruidosos en una planta.
- El acondicionamiento acústico de las superficies límites interiores de los recintos donde se instalen equipos ruidosos.
- La instalación de cabinas, envolventes, barreras totales o parciales interpuestas entre los focos de ruido y los receptores.
- El tratamiento de las trayectorias de propagación del ruido y de las vibraciones por aislamiento de las máquinas y elementos.

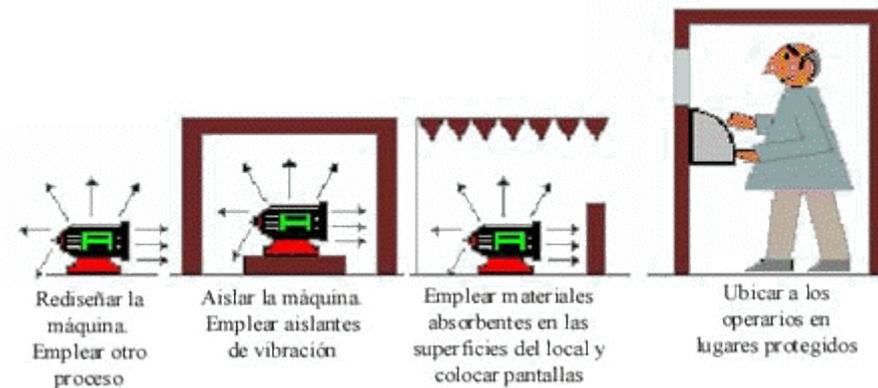


Figura 54. Control del ruido pasivo.

4.7.3. Protección contra ruidos.

Los sonidos percibidos alteran el bienestar del ser humano, afectándole directamente su sentido auditivo, a la vez modificando y muchas veces empeorando sus sensaciones térmicas, lumínicas y de otros tipos. Un sonido, ya sea un sonido puro, un sonido musical, o cualquier otro tipo de sonido, desde el punto de vista psicológico, puede convertirse en ruido desde el momento en que se trata de un sonido no deseado y por lo tanto, se convierte en algo molesto e incómodo, sin importar su nivel de intensidad (Serra, 1999).

En este caso, según el citado autor, lo más conveniente es el uso de barreras, ubicadas lo más cerca posible del origen del ruido. El uso de una serie de barreras ligeras funciona mejor que una sola barrera pesada.

(Serra, 1999), ofrece las siguientes recomendaciones para hacer que la arquitectura permanezca conectada acústicamente con el lugar al que pertenece, sin que esto llegue a suceder de manera agresiva:

- Considerar la ubicación del edificio, haciendo uso, si es posible, de la protección que ofrecen la topografía y la vegetación. Cualquier barrera ayuda a reducir las molestias ocasionadas por el ruido, y aunque se necesitan más de 30 metros de bosques cerrados para llegar a un nivel alto de aislamiento, el solo hecho de bloquear la visión hacia la fuente del sonido es ya de gran ayuda psicológica.

- Corregir el entorno, protegiendo los edificios desde el exterior inmediato. Las barreras por utilizar son de carácter artificial (muros, cercas, vegetación, etc.), con la intención de seguir el principio de la ayuda psicológica de las barreras visuales. Esta estrategia se aplica en el caso de que no sea posible acercar la barrera al origen del ruido; se acercan entonces al elemento a proteger el edificio, procurando lograr que esa sensación de protección sea agradablemente perceptible en el interior de la edificación.
- Tratar, en la medida de lo posible, que la forma del edificio sea la adecuada para la situación acústica a la que estará expuesto. Si existe una dirección de ruido predominante, la exposición de superficie del edificio en esa dirección debe de ser la menor posible. Por otro lado, el uso de patios, atrios, claustros o jardines interiores también constituyen estrategias, que dan resultados muy agradables, para controlar los sonidos.
- Los cerramientos deben de ser pesados para que puedan ser eficaces al momento de proteger de los ruidos. Las aberturas que se encuentren en ellos deben de estar aisladas a los ruidos también, de lo contrario su eficacia se reduce.
- La jerarquización y relación de las habitaciones o estancias al interior de las edificaciones, de tal manera que los sonidos que provienen del exterior que idealmente se encuentran más o menos controlados por las estrategias descrita anteriormente no afecten a las personas dentro del edificio, y que los sonidos deseados del interior puedan reproducirse y enriquecerse; mientras que los no deseados puedan amortiguarse. El autor distingue tres clasificaciones para los espacios interiores: (a) espacios principales, que son los que exigen mayores condiciones ambientales de comodidad, debido a que son en los que se permanece gran parte del tiempo, salas de estar, dormitorios, comedores en viviendas; despachos, salas de reuniones y similares en edificios de oficinas; (b) espacios secundarios, que permiten mayor flexibilidad en las condiciones ambientales, pues son espacios de uso discontinuo, tales como los espacios de circulación y almacenaje; (c) espacios independientes, que tienen sus propias características ambientales según su función, muy distintas a las de los otros espacios del edificio, tales como cocinas, salas de actos, y otros. Lograr esta relación implica tener en cuenta los aspectos funcionales de cada uno de los espacios, así como también la simultaneidad temporal de las funciones que se llevan a cabo en ellos. También es importante tomar en cuenta las conexiones indirectas que pueden darse entre espacios que están separados por espacios de circulación.

4.8. Sistemas pasivos para el control de olores y residuos

Debemos tener en cuenta que somos la única especie sobre la tierra que crea desechos tóxicos y que no son nutrientes para otras especies, emanando olores al planeta. La Universidad de Virginia dice que una “sociedad sustentable debe eliminar el concepto de desechos”. Aparte que los desechos no solo hacen daño a las especies, sino que también contribuyen en la polución del planeta, en un gran porcentaje. Es por esto que los desechos que genera la arquitectura deben tratarse bajo diferentes estrategias para el manejo de desperdicios: prevención de desechos,

reciclaje de construcciones y materiales de demolición, rehúso de la arquitectura y/o de sus materiales y diseño para una arquitectura reutilizable (durabilidad, rehúso adaptable a otras construcciones).

4.9. Sistemas activos de climatización

Luego de analizar a los sistemas pasivos de climatización, sus parámetros, características y particularidades se analizan a los sistemas activos de climatización que dicho de una manera general son sistemas que suelen ser muy costosos y por ende forman parte de un desafío para el proyecto y su construcción.

Pueden ser complejos, propensos a generar problemas de confort, ruidosos, consumen energía, además de eso necesitan de un mantenimiento intensivo y físicamente pueden ser muy grandes, con un impacto significativo dentro del proyecto arquitectónico.

La climatización es la última capa de protección, sin embargo esta debería provenir totalmente desde el interior de la envolvente térmica. Tradicionalmente los equipos de climatización se han situado en lugares donde se perdía gran parte de la producción de calor o frío según sea el caso, se ubicaba cerca o fuera de la envolvente térmica, en cubiertas, sótanos, cámaras sanitarias, desvanes, huecos de muros o forjados y próximas a ventanas y muros exteriores. Cada vez se toma más conciencia acerca de que los edificios están mejor climatizados desde el núcleo interior, no desde sus bordes exteriores (D. Francis, 2015).



Figura 55. Climatización de la vivienda.

4.9.1. Tipos de Sistemas.

La historia de la evolución de los sistemas de calefacción. Antes de 1900 el sistema más común eran las chimeneas alimentadas por leña. Los sistemas de vapor y de agua caliente surgieron en la primera mitad del siglo XX, simultáneamente con los primeros sistemas de conductos con circulación por gravedad de aire. Los sistemas de conductos con circulación forzada de aire se hicieron comunes en la segunda mitad del siglo XX. Más recientemente han llegado los sistemas sin conductos basados en refrigerantes y las bombas de calor geotérmico, también basadas en el uso de refrigerantes. Cabe señalar que los sistemas más antiguos siguen siendo populares y están resurgiendo de los sistemas basados en agua caliente e incluso los perdidos sistemas de calefacción por vapor (D. Francis, 2015).

La elección de un sistema de climatización puede ser más eficaz cuando se conocen y se entienden las diferencias entre los sistemas disponibles. Los sistemas de climatización pueden clasificarse de diversos modos. Pueden distinguirse de acuerdo al tipo de combustible utilizado: combustibles fósiles (gas natural, gasolina, carbón o propano), electricidad (bombas de calor o calentadores de resistencia eléctrica) o biomasa (madera, viruta de madera).

Otra forma de diferenciar los sistemas de calefacción es por la forma en que se genera el calor, en cuyo caso cabe distinguir entre calentadores (calientan aire), calderas (calientan agua o vapor) o bombas de calor (calientan agua o aire).

Los sistemas de calefacción también se pueden clasificar según el sistema de distribución: vapor, agua caliente, aire impulsado o refrigerante. También es posible que los sistemas de calefacción carezcan de sistemas de distribución, como calefactores portátiles, de habitación o de infrarrojos que suelen encontrarse solo en fábricas de producción.

Los factores geográficos también influyen en la elección del sistema de calefacción, especialmente en el combustible. El gas natural es la opción preferida en zonas urbanas y suburbanas que disponen de red de distribución, mientras que el gas propano, la gasolina, la leña, el queroseno o la electricidad predominan en las áreas rurales. Las bombas de calor sin sistema de distribución son el sistema predominante en muchos países con una historia de implantación de sistemas de climatización más reciente y donde la climatización centralizada con sistemas de distribución nunca llegó a adoptarse de forma generalizada.

4.9.2. Vulnerabilidad de los sistemas.

Los distintos tipos de sistemas presentan diferentes vulnerabilidades. Los sistemas por vapor sufren pérdidas exorbitantes de agua y energía, normalmente alrededor del 40%. Los sistemas de circulación forzada de aire sufren fugas de aire y pérdidas en el circuito en torno al 25-40%. Los sistemas basados en refrigerantes que originalmente solo se utilizaban para refrigerar, pero que en la actualidad también se emplean para la calefacción en bombas de calor, son muy sensibles a cualquier error en la carga del refrigerante, con pérdidas estimadas entre el 10 y el 20%. También tienen el problema de que los intercambios de calor sufren el bloqueo de la vegetación que crece cerca de las unidades externas, la suciedad de los filtros o el aire de paso, problemas que suponen un aumento del consumo eléctrico del equipo. Por otra parte, los sistemas alimentados con combustibles fósiles pueden tener problemas en el propio proceso de combustión (D. Francis, 2015).

Todos los sistemas pueden sufrir problemas por una mala instalación. Por establecer un ejemplo, los calentadores de agua de alta eficiencia funcionaran con eficiencias mucho menores si el sistema de distribución no está correctamente diseñado o instalado y si la temperatura del agua es demasiado alta. Una bomba de calor geotérmica de alta eficiencia funcionará peor si el flujo de aire no es el adecuado o si los pozos geotérmicos no son lo bastante extensos.

Algunos sistemas generan problemas al edificio que no guardan relación directa con el propio sistema de climatización. Por ejemplo, los sistemas basados en combustibles fósiles requieren aberturas en el edificio para evacuar el aire utilizado en la combustión y los subproductos de la misma, normalmente a través de una chimenea. Una chimenea suele generar una circulación de aire superior a la necesaria para la combustión y este aire suele requerir también ser caldeado (D. Francis, 2015).

4.9.3. Guía de proyecto de afuera hacia adentro.

El foco para integrar la climatización en el proyecto de afuera hacia adentro consiste en situar todo el sistema de climatización dentro de la envolvente térmica. Situar el sistema fuera de la envolvente térmica o en espacios sin acondicionar como sótanos, implica sufrir una pérdida de al menos el 10%.

Situar la climatización dentro de la envolvente térmica simplifica las alternativas de proyecto ecológico de los edificios, considerando las siguientes recomendaciones:

- Evitar que los sistemas de climatización y de distribución estén situados en espacios sin acondicionar, como sótanos, cámaras sanitarias o desvanes.
- Evitar que los sistemas de climatización estén situados en la cubierta o en el exterior. En este caso, nos referimos específicamente a las unidades de tratamiento de aire o a los equipos compactos, que implican un flujo de aire del interior desde y hacia la unidad de climatización.
- Evitar los sistemas de combustión que perforan el edificio y se comunican con el interior del mismo. En otras palabras, evitar sistemas de combustión que no estén sellados.
- Evitar equipos que deban empotrarse en muros o ventanas, ya que generan filtraciones en el edificio.
- Evitar que la calefacción se instale en lugares próximos a la envolvente interior, como puede ser bajo las ventanas, en un muro perimetral, o en un suelo inmediatamente por encima de un espacio sin acondicionar o del terreno.

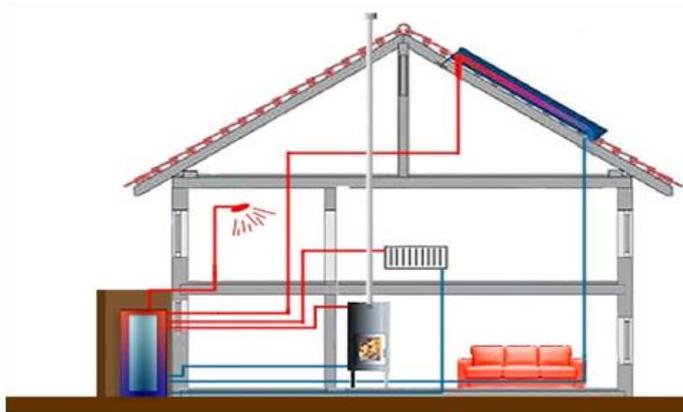


Figura 56. Localizaciones dentro de la envolvente.

4.9.4. Bombas de calor geotérmicas.

Las bombas de calor geotérmicas dentro de la envolvente térmica son probablemente la alternativa de climatización más eficiente, y siempre es preferible evitar que las bombas de calor estén situadas fuera de la envolvente térmica, en una cubierta, sótano, cámara sanitaria, desván o en el exterior del terreno. En caso de utilizar un sistema de distribución con circulación forzada de aire, los conductos deberían estar completamente sellados. También debería prestarse atención a la ubicación de la bomba de calor, para evitar que el ruido y la vibración del compresor se transmitan a los espacios habitados y para facilitar su mantenimiento.

Los armarios son una buena localización para las bombas de calor con sistemas de distribución por conductos, pues combinan aislamiento acústico y facilidad de acceso. También pueden situarse por encima del falso techo, pero eso dificulta el acceso para realizar labores de mantenimiento, y puede obligar a ampliar dimensiones del falso techo y la altura total de edificio. Los sistemas geotérmicos también presentan ventajas estéticas y acústicas, pues el intercambiador se sitúa bajo tierra, de modo que no asoman torres de refrigeración, unidades de condensación, unidades de cubierta o cualquier otro equipo que afecte el exterior de la fachada del edificio o genere ruido en el terreno o en la cubierta.



Figura 57. Sistema de bomba de calor geotérmica.

4.9.5. Bombas de calor sin conductos de distribución.

Son sistemas habituales en todo el mundo y que están ganando aceptación en Estados Unidos. Los modelos de velocidad variable han mejorado su eficiencia y han aumentado su capacidad con bajas temperaturas en el exterior, permitiendo su uso en climas más fríos. Los modelos con recuperación de calor permiten la calefacción y la refrigeración simultánea y eficiente y el intercambio de calor entre el núcleo central y el perímetro del edificio. Las pérdidas por distribución en las tuberías de refrigerante son menores que en los conductos de aire o en las tuberías de agua o vapor. La capacidad de transportar energía con bajo consumo de energía que no sirve es decir, la necesaria para las bombas y los ventiladores es excelente. El proyecto de estos sistemas tiende a ser más sencillo que el de los centralizados (calderas y refrigeradores).

La limitación más significativa de los actuales sistemas de climatización sin conductos es que la distancia máxima entre los componentes internos y externos del equipo no puede superar los 150m. De igual manera, la diferencia de altura entre las unidades internas y externas no puede superar los 90m. También hay que encontrar una ubicación adecuada para las unidades externas.

Los sistemas sin conductos de distribución se encuentran clasificados de dos maneras: el sistema simple, en el que una unidad externa sirve a una única unidad interna; y el múltiple, en el que una unidad externa se conecta a varias unidades internas. Algunos sistemas basados en combustibles fósiles utilizan otra alternativa, como calderas selladas situadas en armarios o cuartos de instalaciones dentro de la envolvente térmica y en calentadores de habitación alimentados con gas (D. Francis, 2015).

4.9.6. Sistemas de calentadores.

En los sistemas de calentadores conviene que los radiadores no se instalen en los muros perimetrales donde se pueden sufrir pérdidas directamente a través del exterior del muro. La distribución por suelos radiantes es una opción, aunque no es la más adecuada para edificios que requieran respuestas rápidas a los cambios en el ambiente exterior o que tengan usos discontinuos.

4.9.7. Sistemas de estufas.

Las estufas de habitación alimentadas con gas, la caldera de combustión sellada y una circulación de aire adecuada; funcionan igual y tienen el mismo aspecto que los calefactores ventilados, excepto por el hecho de que las estufas emiten los subproductos de la combustión directamente al espacio habitado. Los calefactores sin ventilación son recomendables en edificios ecológicos por la humedad y porque los productos de la combustión evacúan directamente al espacio interior. Al igual que los calefactores eléctricos, ninguno de estos sistemas proporciona refrigeración.

Para cualquiera de los sistemas posibles (calentadores, calderas o bombas de calor) deberían exigirse, siempre que sea posible, ventiladores y bombas con motores de velocidad variable.

4.9.8. Sistemas combinados.

Los sistemas combinados de caldera, torre de refrigeración y bomba de calor, que utilizan la caldera como fuente de calor y la torre de refrigeración para evacuar el calor al exterior en conjunción con la bomba de calor, que suministra calefacción o refrigeración al circuito de recirculación del agua. Los sistemas combinados funcionan mejor en edificios con un exceso de calor permanente en el núcleo, calor que puede utilizarse para calentar el perímetro del edificio en invierno. En edificios condicionados por la envolvente en el caso de viviendas, la mayoría de hoteles, comercios de una planta y pequeños edificios de oficinas, los sistemas combinados tienen consumos energéticos y emisiones de carbono superiores a los de cualquiera de las principales alternativas, como sistemas basados en combustibles fósiles, bombas de calor geotérmicas o convencionales.

4.9.9. Sistemas con biomasa.

Dentro de la denominación con biomasa entran combustibles como los pellets de madera, las virutas de madera y la leña. La ventaja de utilizar biomasa como combustible de calefacción es su bajo impacto en términos de emisiones de carbono, cuando se contabiliza la capacidad de absorción de CO₂ que tiene la biomasa. Los hornos de leña tradicionales, sin embargo son sistemas abiertos que requieren de aire para la combustión y la extracción de humos, lo que provoca a una filtración de aire innecesaria. Los hornos de leña modernos tienen una conexión directa con el exterior y pueden ser considerados sistemas de combustión sellada.

En los últimos años también se comercializan calentadores de agua alimentados con biomasa, aunque normalmente no están ubicados dentro del núcleo caldeado del edificio, ya que necesitan estar en un espacio apto para la recarga del combustible. A pesar de todos los problemas, la baja emisión de carbono de los sistemas de biomasa garantiza su aplicación en determinados edificios (D. Francis, 2015).

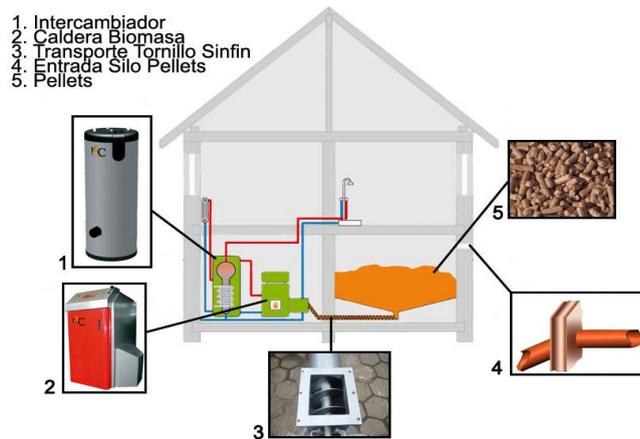


Figura 58. Sistema de combustión de biomasa.

4.10. Sistemas activos de generación y control de la energía

Las energías renovables son energías procedentes de fuentes renovables como el sol o el viento. Las energías renovables contrastan con la energía generada por combustibles no renovables, como el petróleo, gas natural o carbón, que se formaron a lo largo de millones de años y que la sociedad está consumiendo a una enorme velocidad. La energía renovable también contrasta con la energía producida a partir de combustibles que generan residuos de larga duración, como la energía nuclear.

Una vez proyectado un edificio de bajo consumo energético, la atención puede dirigirse hacia las energías renovables para satisfacer parte de las necesidades energéticas del edificio. Por otra parte los equipos de energías renovables tienen una energía incorporada durante el proceso de fabricación y transporte que supone una penalización energética, como un pequeño inconveniente en relación a la energía que proporciona.

En esta etapa del proceso del proyecto de afuera hacia adentro, el edificio debería ser capaz de recibir los equipos de energía renovable gracias a la atención que se ha prestado durante el proceso a esta posibilidad, especialmente en la cubierta y el terreno. Por ejemplo, la

cubierta se ha orientado para maximizar la radiación solar y se han evitado las posibles obstrucciones para maximizar el área disponible para los paneles solares (D. Francis, 2015).

4.10.1. Energía solar.

La energía solar puede utilizarse para generar electricidad a través de sistemas fotovoltaicos o calor mediante sistemas de colectores solares.

4.10.1.1. Sistemas solares fotovoltaicos.

Los paneles solares fotovoltaicos suelen denominarse módulos y no tienen elementos móviles. La energía eléctrica se genera en los módulos en forma de corriente continua (CC), y un transformador la convierte en corriente alterna (CA), para dar servicio al edificio. La energía generada por los sistemas solares fotovoltaicos puede derivarse alternativamente hacia la red eléctrica cuando se genera más electricidad de la que necesita el edificio. Un sistema fotovoltaico puede conectarse a la red de suministro o utilizar baterías para convertirse en un sistema autónomo, o ambas cosas a la vez, permitiendo que el sistema se conecte a la red pero que tenga cierta autonomía en caso de producirse la caída de esta. La mayor parte de los sistemas actuales están conectados a la red, aunque los usuarios que valoran la autonomía pueden preferir el uso de baterías.

Los beneficios de los sistemas solares fotovoltaicos son su tecnología probada y fiable y la cantidad de energía que puede generarse es predecible. El uso de energía solar fotovoltaica ha crecido significativamente como resultado de la bajada de precios de las instalaciones, los subsidios públicos y las nuevas alternativas de financiación.

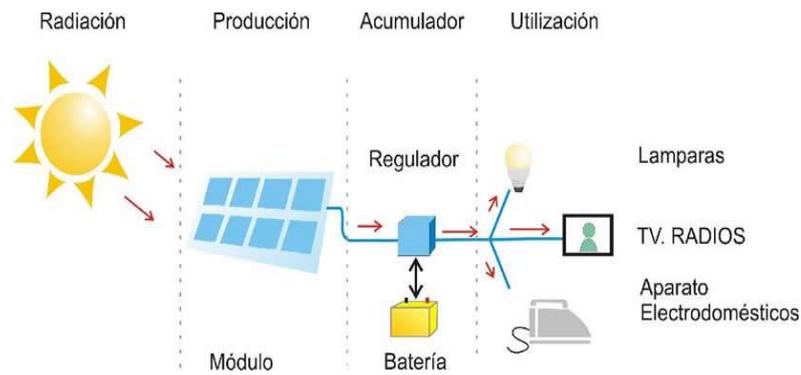


Figura 59. Sistema solar fotovoltaico.

4.10.1.2. Sistemas solares térmicos.

Los sistemas solares térmicos o termosolares pueden utilizarse para calentar un líquido o aire. Los paneles solares térmicos suelen recibir el nombre de colectores solares. Los líquidos utilizados en los sistemas solares térmicos pueden ser al agua en los climas más cálidos o una mezcla de agua con anticongelante en los climas fríos. Los sistemas basados en líquidos pueden ser pasivos (funcionan sin bombeo) o activos (requieren una bomba).

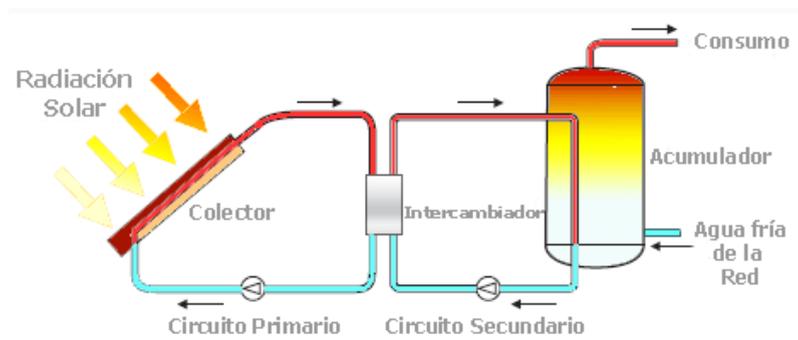


Figura 60. Sistema de agua caliente por energía solar.

Los tipos de colectores más comunes son los planos y los de tubos de vacío. Los planos son más económicos, pero su eficiencia suele ser menor, mientras que los de tubos al vacío son más costosos pero más eficientes y pueden instalarse fácilmente en las cubiertas, pues el panel está formado por una serie de componentes modulares que se colocan in situ.

Los sistemas solares térmicos suelen contar con tres componentes:

- Superficie de recolección de la energía solar.
- Almacenamiento donde se guarda el calor recogido durante los períodos de insolación para suministrarlo cuando no hace sol.
- Controles para activar la captación y el almacenamiento de la energía solar cuando está disponible y evitar pérdidas cuando no hace sol.

Estos tres componentes son importantes por la eficacia de un sistema solar térmico y sin ellos se puede perder más calor de lo que se gana, ya que si alguno de los componentes no funciona adecuadamente, los colectores pierden tanta energía por la noche como la que pueden ganar durante el día.

4.10.2. Energía eólica.

Los aerogeneradores se utilizan para generar electricidad y su ventaja frente a los sistemas solares fotovoltaicos es su potencial para generar electricidad tanto durante el día como la noche. Las desventajas son los altos costos, la dependencia de vientos constantes y la contaminación acústica. Al igual que los sistemas solares fotovoltaicos, los aerogeneradores pueden conectarse a la red eléctrica o a baterías para conformar sistemas autónomos o a ambos a la vez; están disponibles en diversos tamaños, desde los pequeños para suministrar electricidad a una sola vivienda a los grandes, agrupados en un parque eólico formando una planta de generación eléctrica.

Su mejor ubicación es a gran altura sobre el suelo, normalmente montados sobre torres para elevarlos a la altura donde el viento sopla de forma constante. Se comercializa aerogeneradores para colocar sobre la cubierta, pero ofrecen bajas prestaciones tanto en eficiencia como en capacidad.

Como los sistemas fotovoltaicos, los sistemas de generación eólica producen corriente continua (CC) y emplean un transformador para convertirla en corriente alterna (CA).

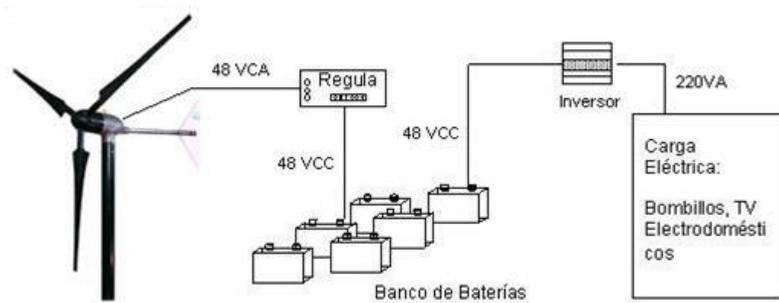


Figura 61. Sistema de Aerogeneración.

El proyecto de un sistema eólico empieza por el análisis de las condiciones del viento, para disponer de unos datos más precisos, es necesario realizar medidas sobre el terreno. Una variable fundamental a la hora de considerar el uso de aerogeneradores es la velocidad del viento. Si se duplica la velocidad se obtienen ocho veces más energía. Por ello, pequeños cambios en la velocidad del viento causan cambios significativos en la cantidad de energía eólica suministrada. La energía eólica resulta más viable en zonas con velocidades medias de viento superiores a los 25km/h a una altura de al menos 48 m sobre el terreno. Otra aproximación que se puede valorar es que las velocidades del viento en la superficie deben situarse entre los 10 y los 15 km/h. (D. Francis, 2015)

Los aerogeneradores deberían estar situados lo bastante lejos del edificio como para evitar problemas con el ruido y las vibraciones, pero lo suficientemente próximos para evitar un coste excesivo en el cableado que lo conecta con el edificio. También se podría evaluar el impacto del propio edificio sobre los patrones de viento. Un buen emplazamiento para los aerogeneradores sería una colina próxima al edificio, que debería ser tan alta como lo permita la normativa urbanística. Cuanto más alto se sitúe el aerogenerador, más fuerte y menos turbulento será el viento. En cualquier caso, no deberían montarse demasiado cerca del edificio ni sobre él, pues el viento próximo a un edificio tiende a ser débil y con turbulencias, y los aerogeneradores montados sobre la cubierta suelen ser muy poco eficientes.

Como regla general, la parte inferior de las palas de un aerogenerador debería quedar a unos 9m como mínimo por encima de cualquier obstáculo situado a menos de 90m (D. Francis, 2015).

4.11. Sistemas activos manejo y control del agua

Actualmente, el agua se entiende cada vez más como un recurso finito. Al evaluar las mejoras en temas de agua que se pueden incorporar a la arquitectura ecológica, es preciso tomar en consideración la distribución y el consumo de agua tanto fría como caliente. Reducir el consumo de agua caliente ahorra agua y energía para calentarla.

4.11.1. Reducir el consumo.

Es más eficaz acometer las reducciones en el consumo de agua y energía después de analizar las demandas de agua. Comenzando en el punto de la toma de agua, un primer paso consiste en utilizar aparatos eficientes, dispositivos que ofrecen el mismo servicio con un menor consumo de agua.

Los lavavajillas eficientes reducen el consumo de agua en un 20% en comparación con los convencionales, y las lavadoras un 50% menos. Las alcachofas de ducha de bajo flujo y los aireadores de giro también reducen el consumo de agua.

Los inodoros de descarga dual utilizan menos agua, los urinarios sin agua no utilizan agua, sino que en su lugar emplean un sellante líquido de base aceitosa para evitar los olores. Los inodoros secos tampoco utilizan agua.

La demanda de agua no solo implica un flujo, sino también una duración, de modo que puede reducirse el consumo de agua reduciendo el caudal o la duración de la descarga. Los limitadores de duración del flujo, como los de los baños públicos que interrumpen el flujo de

agua automáticamente, pueden reducir el consumo de agua limitando su duración. De forma similar, existen grifos y alcachofas de ducha con dispositivos que cortan temporalmente el flujo de agua, pero que conservan la mezcla de agua caliente y fría, de modo que también ahorran energía al limitar la duración del flujo. (D. Francis, 2015)

Un importante gasto se debe a las fugas. Puede pensarse que las fugas con algo inusual, un fallo que no puede controlarse con el proyecto del edificio. Sin embargo, algunas fugas están muy extendidas porque son intrínsecas a cierto tipo de aparatos y pueden eliminarse simplemente suprimiéndolos.

4.11.2. Agua caliente sanitaria.

El agua caliente utilizada en cocinas, baños, lavaderos y otras instalaciones suele implicar un importante consumo energético, el segundo mayor consumo en edificios residenciales, más del 9% del uso primario de energía en los edificios, y la cuarta partida energética global después de la calefacción, iluminación y el aire acondicionado. Esta agua caliente de consumo se denomina agua caliente sanitaria cuando procede de la red de agua potable y se destina al consumo humano. No se debe confundir con el agua que se utiliza para calefacción.

Para el suministro de calor, conviene disponer los sistemas para calentar agua dentro de la envolvente térmica, de modo que las pérdidas de calor puedan aprovecharse en invierno, especialmente en climas fríos. Otra estrategia para recortar el consumo de energía, consiste en minimizar la distancia entre el calentador de agua y el punto de uso final. Esto puede lograrse mediante el uso de calentadores asociados a cada toma, o agrupando las distintas tomas, como en baños y cocinas.

Las pérdidas pueden evitarse simplemente no suministrando agua caliente a todos los puntos de toma de agua, por ejemplo a los aseos. Estos aseos pueden funcionar muchas veces sin agua caliente, algo muy habitual en muchos países. También puede estudiarse la necesidad de agua caliente en otra toma de agua, pero conviene consultar las normas sobre las instalaciones para confirmar si se puede prescindirse o no de agua caliente en determinados usos.

4.11.3. Reciclaje de agua y calor.

El reciclaje del agua permite que se aproveche la misma agua para distintos propósitos. Por ejemplo, un inodoro, lavabo, son aparatos que permiten utilizar agua potable para lavarse las manos y después para llenar la cisterna del inodoro. Las aguas grises pueden filtrarse y reutilizarse dentro del edificio. De igual modo, puede reutilizarse el calor del agua caliente ya utilizada, aumentando la temperatura del agua fría y reduciendo el consumo energético de calentarla.

4.11.4. Recuperación de la condensación.

El agua condensada puede recuperarse de los aparatos de aire acondicionado que producen agua sin impurezas, aunque con caudales pequeños e intermitentes y que pasa a ser cero en invierno. La cantidad de agua condensada generada variara en función del edificio y del clima. Se puede hacer una estimación anual de 0.38 a 0.75l/m², o algo menos en climas más fríos que requieran menos refrigeración, y mayor en edificios que requieran mayor refrigeración y deshumidificación.

La condensación debe recogerse y transportarse a un acumulador; un depósito que también podría utilizarse para recoger aguas pluviales, de forma inmediata o como sumidero abierto de la torre de refrigeración (D. Francis, 2015).

4.11.5. Recogida de aguas pluviales.

Se puede recoger el agua de la lluvia para ser utilizada en el edificio y reducir así, el consumo de agua procedente de la traída o de un pozo.

Un sistema de recolección de aguas pluviales consiste en una superficie de recogida, normalmente la cubierta del edificio, un sistema de transporte que dirige el agua lluvia hacia un depósito, un depósito de almacenamiento, un sistema de filtrado y en muchos casos, un sistema de potabilización, uno de respaldo para que no falle el suministro en épocas de baja pluviosidad, un rebosadero y por último, uno de distribución que conduzca el agua a las correspondientes tomas.

Como ya se ha mencionado, los canalones, las bajantes y demás elementos de drenaje deben disponerse para que dirijan el agua lluvia hacia un único punto. Como predimensionamiento inicial, podemos prever canalones con anchura de 125mm para edificios pequeños, mientras que las bajantes deberían contar con una sección mínima de 640mm² por cada 10m² de superficie de cubierta.

En climas fríos, el depósito debe estar situado en el interior del edificio o enterrado para evitar que el agua almacenada se congele. Los depósitos pueden ser de muchos materiales, como de acero, hormigón, madera, fibra de vidrio o plástico.

El agua de lluvia se usa habitualmente en las cisternas de los inodoros. En este caso, los inodoros se conectan al depósito de aguas pluviales en lugar de a la red de suministro de agua fría. Normalmente, estas instalaciones requieren un equipo de bombeo para hacer llegar el agua hasta las cisternas. Sin embargo, si el almacenamiento está situado por encima de los inodoros, es posible prescindir de la bomba. Los sistemas de recogida de aguas pluviales cuentan con una válvula de flotador que permite que el depósito tome agua de la red general de distribución en

períodos de baja pluviosidad. Alternativamente, pueden utilizarse inodoros con cisternas conectadas a un sistema de distribución alimentado con aguas pluviales.

Aunque el agua de lluvia puede considerarse potable, puede estar contaminada por la polución atmosférica o por su paso por la cubierta y el sistema de recolección. La mejor forma de evitarlo es que no se formen charcos de agua en la cubierta, ya que pueden aparecer bacterias. Otros posibles contaminantes biológicos son la orina y las heces de aves y otros pequeños animales. En su paso por la cubierta, el agua de lluvia también puede arrastrar contaminantes químicos de suciedad acumulada o lixiviados de materiales de construcción.

Si se utiliza el agua de lluvia en usos que no requiere su potabilización, como la descarga de inodoros, basta con aplicar un filtro para eliminar las partículas en suspensión, pero si se utiliza en usos que requieran agua potable, será necesario aplicar un tratamiento adicional para eliminar las contaminantes biológicos.

Los sistemas de recogida de aguas pluviales deberán proyectarse con apoyo de programas informáticos que tengan en cuenta las condiciones pluviométricas del emplazamiento, la superficie disponible de cubierta y la demanda prevista.

4.11.6. Separación de aguas negras y grises.

En las salidas de agua de las casa, es importante separarla para su mejor tratamiento. Esto se realiza poniendo dos instalaciones, una para aguas grises y otra para aguas negras. El líquido se distribuye a los distintos muebles hidráulicos de la vivienda, en los cuales son utilizados sistemas de ahorro que permiten reducir considerablemente el gasto doméstico. La ducha, lavamanos y fregadero cuentan con airadores que reducen un 60% del gasto, y el sanitario es el reglamentario de 6 litros, con un sistema de doble descarga: uno para 3 y otro para 6 litros.

Adicionalmente el sanitario tiene un tanque elevado que reduce cada descarga a 3 litros. Las aguas jabonosas procedentes de lavamanos y de la ducha son conducidas por una red de drenaje independiente de las aguas negras, las cuales colectan el agua al sanitario y la cocina. En la cocina existen dos sistemas de drenaje, uno que conduce aguas jabonosas procedentes del lavabo de trastes y otro que colecta los desperdicios orgánicos de la cocina, después de ser tratados en un triturador.

4.11.7. Tratamiento de aguas residuales: aguas grises.

Las aguas grises son tratadas en un estanque de lirio y piedra dolomita, en el que por medio de un proceso de decantación, se libera de partículas pesadas y fosfatos, para que después se canalice a un captador biofísico. Posteriormente, el agua se utiliza para riego o recarga de acuíferos.

4.11.8. Tratamiento de aguas negras.

Estas son tratadas mediante un sistema llamado biodigestor. Este espacio cuenta con cuatro trampas de separación de la materia, en las que existen diferentes piedras porosas y minerales que van eliminando las partículas del agua, para que posteriormente pueda ser utilizada para el riego de plantas de ornato o infiltrada para la recarga de mantos acuíferos.

El biodigestor efectúa las siguientes funciones:

- Remoción de sólidos.
- Tratamiento biológico.
- Almacenamiento de sólidos y natas.
- Producción de gas metano.

La ventaja del biodigestor es que puede producir gas metano, con la descomposición de la materia orgánica y por medio de bacterias anaerobias. Dicha descomposición es prolífera y se desarrolla en ausencia de aire. El gas que se obtiene se puede utilizar en la cocina, y en algunos casos puede suministrar la energía necesaria para un refrigerador.

4.12. Sistemas activos manejo de desechos líquidos y sólidos

El tratamiento en el manejo de los desechos sólidos tiene como objetivo principal disminuir el riesgo de producir contaminación y proteger la salud. Entre las alternativas consideradas se debe optar por la solución más adecuada a las condiciones técnicas y socioeconómicas locales, sin dejar de analizar los aspectos de contaminación.

Los principales métodos de tratamiento de basuras son: incineración, compostación o compostaje, recuperación; tienen como propósito reducir el volumen de los desechos. Sin embargo, se requiere de un relleno sanitario para disponer los residuos que se producen.

4.12.1. Incineración.

Con este método se logra una reducción de volumen, dejando un material inerte, alrededor del 10% del inicial, y emitiendo gases durante la combustión. La reducción es obtenida en hornos especiales en los que se puede garantizar aire de combustión, turbulencia, tiempos de retención y temperaturas adecuadas.



Figura 62. Sistema de Incineración.

4.12.2. Compostación.

Es el sistema en el cual los componentes orgánicos de los desechos son degradables biológicamente. El producto es parecido al humus y es un excelente acondicionador de suelo,

pero un fertilizante pobre. Inicialmente, las bacterias psicrófilas y masofílicas (10 – 40 °C) descomponen aún más los desechos. Esto genera más calor hasta que la temperatura y los nutrientes limitan el crecimiento de las bacterias termófilas. Luego la temperatura empieza a descender y las bacterias mesofílicas vuelven a atacar, hasta completar la descomposición.

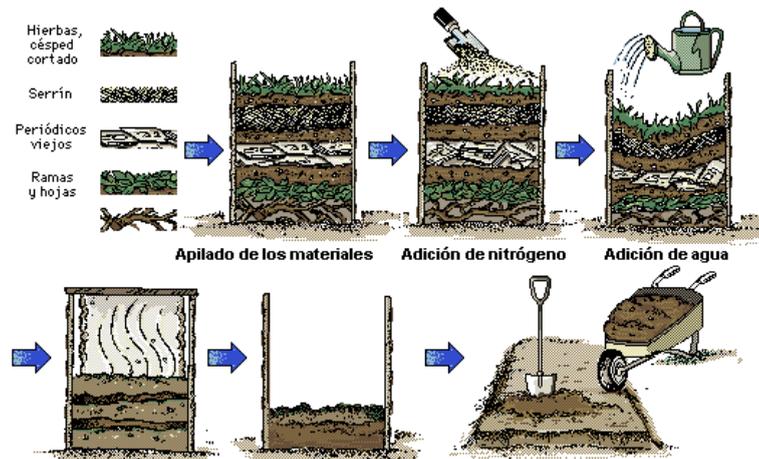


Figura 63. Sistema de Compostaje.

4.12.3. Lombricompost.

Es un sistema de descomposición por medio de lombrices, ya que debido a su composición natural contribuyen a liberar los elementos esenciales y ponerlos a disposición de nuevo para las plantas.

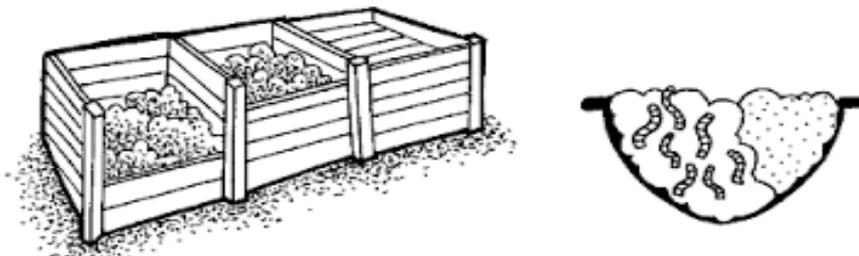


Figura 64. Sistema de Lombricompost.

4.12.4. Uso constructivo y transformación.

Es la transformación de desechos en diferentes productos (recuperación de tierras por

relleno sanitario, conversión de abono orgánico producido por la digestión anaeróbica de los desechos orgánicos, recuperación de calor proveniente de la incineración de las basuras.

La separación de materiales existentes en la basura se hace tradicionalmente en forma manual, generalmente en el sitio de disposición final. Este último caso es muy frecuente en casi todos los vertederos de basura de las grandes ciudades y aun de pequeñas poblaciones en toda la región bajo estudio. Esta actividad la realizan normalmente personas de escasos recursos, en la del sustento diario para sus familias, sin control alguno y en condiciones infrahumanas de trabajo, sin el mínimo de normas sanitarias y de seguridad social. Por este motivo, se debe evitar esta práctica, en beneficio de una programa completo y con participación extendida a la comunidad.

4.12.5. Disposición final.

Los principales métodos de adquisición final de desechos sólidos son:

- Relleno sanitario
- Vertido a corriente de agua o al mar
- Vertedero a cielo abierto
- Quema al aire libre
- Alimentación de animales

El relleno sanitario es el único admisible, de los métodos antes mencionados, ya que no representa mayores molestias ni peligros a la salud pública; por esto, será el único que se definirá pues cumple con los requerimientos del método científico.

4.12.6. Relleno sanitario.

Técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia, ni peligro para la salud y seguridad pública, tampoco perjudica el ambiente durante su operación, ni después de terminado del mismo. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeña posible, cubriéndola diariamente con capas de material impermeable (preferiblemente) que puede ser tierra (material de cobertura) y compactándola para reducir su volumen.

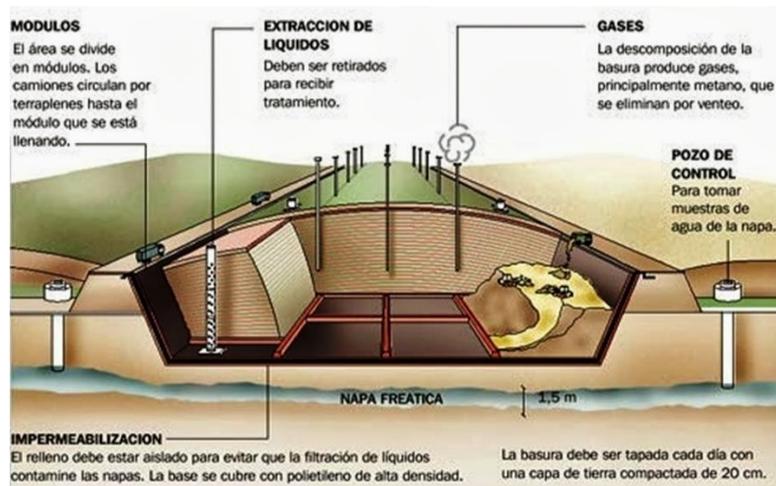


Figura 65. Sistema de un relleno sanitario.

4.13. Resumen de estrategias de diseño bioclimático

Después de analizar las estrategias de diseño bioclimático tanto activas como pasivas, se realizará un cuadro resumen de las posibles opciones a utilizar dentro de las recomendaciones bioclimáticas para la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg, que se adapten al clima ecuatorial de alta montaña.

4 ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO

Cuadro 54. Resumen de estrategias pasivas de climatización.

CLIMA ECUATORIAL DE ALTA MONTAÑA					
SISTEMAS PASIVOS DE CLIMATIZACIÓN					
Objetivo	Factores influyentes	Acción	Como?	Donde, Que y Porque?	
Aumentar ganancias solares	<ul style="list-style-type: none"> - Orientación, forma y tamaño de los huecos. - Posición, forma y dimensionado de los dispositivos de sombreado. 	Sistemas básicos de captación	Captación directa	Ventanas – Huecos	Fachada Este – Oeste, cubierta. Casos más desfavorables en la fachada Norte.
				<ul style="list-style-type: none"> - manifestación más sencilla; - equilibrio entre las demandas opuestas de calefacción pasiva. 	
	<ul style="list-style-type: none"> - Vegetación, obstrucciones - Orientación y forma del edificio, distribución interior 		Captación Indirecta	Muro Trombe, Muro Invernadero.	Fachada Este – Oeste. Casos más desfavorables en la fachada Norte.
				<ul style="list-style-type: none"> - la captación se hace mediante un elemento acumulador que almacena energía, para ceder posteriormente el calor al ambiente interior. 	
	<ul style="list-style-type: none"> - Características de acristalamiento y coeficiente de transmisión - Soleamiento - Capacidad Térmica - Color de la piel 		Captación Semi - directa	Invernadero Adosado	Fachada Este – Oeste. Casos más desfavorables en la fachada Norte.
				<ul style="list-style-type: none"> - entre el ambiente interior y el exterior, se interpone un espacio que capta la energía solar. 	

Elaboración: Lazo A.

4 ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO

Cuadro 55. Resumen de estrategias activas de climatización.

CLIMA ECUATORIAL DE ALTA MONTAÑA						
SISTEMAS ACTIVOS DE CLIMATIZACIÓN						
Objetivo	Factores influyentes	Acción	Como?	Donde, Que y Porque?		
Aumentar ganancias solares	- Orientación, forma de la envolvente.	Sistemas activos de climatización.	Bombas de calor	Envolvente térmica		Dentro de la envolvente.
				- son probablemente la alternativa de climatización más eficiente. - evitar que las bombas de calor estén situadas fuera de la envolvente térmica, en una cubierta, un sótano, una cámara sanitaria, un desván o en el exterior del terreno.		
	- Vientos. - Orientación y forma del edificio.		Biomasa.	Combustibles		Sistemas abiertos que requieren de aire para la combustión y la extracción de humos.
				- bajo impacto en términos de emisiones de carbono, cuando se contabiliza la capacidad de absorción de CO2 que tiene la biomasa.		
	- Envolvente térmica. - Aislamiento.		Sistemas Solares fotovoltaicos	Paneles Solares, Colectores Solares		Cubierta, Invernadero.
				- tecnología probada y fiable y la cantidad de energía que puede generarse es predecible.		

Elaboración: Lazo A.

Cuadro 56. Resumen de estrategias pasivas de iluminación natural.

CLIMA ECUATORIAL DE ALTA MONTAÑA					
SISTEMAS PASIVOS DE ILUMINACIÓN NATURAL					
Objetivo	Factores influyentes	Acción	Como?	Donde, Que y Porque?	
Aumentar ganancias de iluminación natural	- Orientación del edificio. - Materialidad de los muros.	Sistemas pasivos de iluminación natural	Aberturas laterales sobre el plano vertical	Ventanas, muros translucidos, muros cortina, repisas de luz,	Mampostería, Muros.
				- son probablemente la alternativa de iluminación más eficiente y construida. - son sistemas de bajo costo, fácil manejo, más utilizados en toda construcción.	
	- Orientación del edificio. - Materialidad de la cubierta.		Aberturas cenitales	Lucernarios, losas translucidas, atrios, pozos de luz, patios interiores,	Cubierta, losa de cubierta.
				- son aberturas netamente en la cubierta que permiten la entrada directa de luz solar hacia los espacios inferiores.	
	- Orientación del edificio. - Materialidad de la cubierta.		Aberturas verticales sobre el plano horizontal.	Tragaluces verticales, lucernarios de cuerpo elevado, cúpulas,	Cubierta.
				- Estos sistemas corresponden a combinaciones entre las anteriores, laterales y cenitales, que resumen alternativas de mezcla de lo mejor de cada una de ellas.	

Elaboración: Lazo A.

4 ESTRATEGIAS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO

Cuadro 57. Resumen de estrategias activas de manejo de desechos líquidos y sólidos.

CLIMA ECUATORIAL DE ALTA MONTAÑA					
SISTEMAS ACTIVOS DE DESECHOS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS					
Objetivo	Factores influyentes	Acción	Como?	Donde, Que y Porque?	
Mejorar el tratamiento de los desechos	- Material orgánico del suelo	Sistemas activos de desechos líquidos y sólidos	Incineración	Con este método se logra una reducción de volumen, dejando un material inerte, alrededor del 10% del inicial, y emitiendo gases durante la combustión.	Suelo
	- Material orgánico del suelo		Compostación	Es el sistema en el cual los componentes orgánicos de los desechos son degradables biológicamente. El producto es parecido al humus y es un excelente acondicionador de suelo.	Suelo
	- Material orgánico del suelo - Plantas.		Lombricompost	Es un sistema de descomposición por medio de lombrices, ya que debido a su composición natural contribuyen a liberar los elementos esenciales y ponerlos a disposición de nuevo para las plantas.	Huertas
	- Material orgánico del suelo		Relleno sanitario	Sistema de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia, ni peligro para la salud y seguridad pública, tampoco perjudica el ambiente durante su operación, ni después de terminado del mismo.	Suelo

Elaboración: Lazo A.

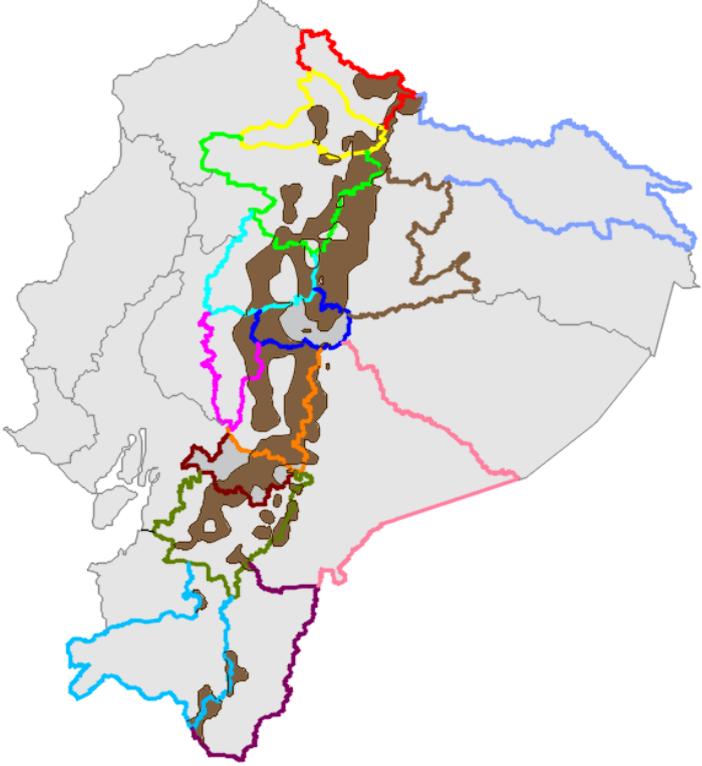
RESULTADOS



4.14. Resultados

El presente estudio sirve de base para la población de las Provincias, Cantones y Parroquias del Ecuador que posean el clima Ecuatorial de Alta Montaña. A continuación se presenta un listado de todos los lugares geográficos del Ecuador en donde se pueda tener presente las recomendaciones bioclimáticas aquí expuestas para mejorar el confort tanto con el medio ambiente como con el usuario.

Cuadro 58. Listado de Provincias, Cantones y Parroquias.

Provincias, Cantones y Parroquias donde se puede aplicar las recomendaciones bioclimáticas	
	Simbología límites provinciales
	 Carchi
	 Imbabura
	 Pichincha
	 Cotopaxi
	 Tungurahua
	 Bolívar
	 Chimborazo
	 Cañar
	 Azuay
	 Loja
	 Zamora Chinchipe
	 Morona Santiago
 Napo	
 Sucumbíos	

Provincias	Cantones	Parroquias
Carchi	Tulcán	Maldonado
		Tufiño
		Tulcan
		Urbina
		Piöter
		Santa Martha
		Julio Andrade
	Espejo	La Libertad
		El Ángel
	Bolívar	Monte Olivo
	Montúfar	San Gabriel
		Cristóbal Colon
		Piartal
		La Paz
	San Pedro de Huaca	Huaca
		Mariscal Sucre
Imbabura	Pimampiro	Mariano Acosta
		San Francisco de Sigsipamba
	Ibarra	La Esperanza
		Angochahua
	Cotacachi	Apuela
		Plaza Gutiérrez
Cayambe	Cayambe	Olmedo
		Ayora
		Cayambe
		Juan Montalvo

Pichincha		Cangahua
	Pedro Moncayo	La Esperanza
		Tocachi
	Distrito Metropolitano de Quito	El Quinche
		Checa
		Pifo
		Pintag
		Yaruquí
		Lloa
	Rumiñahui	Rumipamba
		Cotogchoa
	Mejía	Machachi
		Chaupi
		Aloasi
		Alóag
Tambillo		
Cotopaxi	Latacunga	Toacaso
		San Juan de Pastocalle
		Mulaló
		Aláquez
		Latacunga
		Belisario Quevedo
	Sigchos	Chugchilán
		Isinliví
	Pujili	Guangaje
		Zumbahua
		Pilaló
		Angamarca
	Saquisili	Cochapamba

	Salcedo	Canchagua
		Chamtilín
		San Miguel
		Cusubamba
Tungurahua	Ambato	Augusto Martínez
		Pinillo
		Constantino Fernández
		Ambatillo
		Quisapincha
		Pasa
		Santa Rosa
		Picaihua
		San Fernando
		Pilahuín
	Tisaleo	Tisaleo
		Quinchicoto
	Mocha	La Matriz
		Pinguilí
		Mocha
	Quero	Rumipamba
		Yanayacu
	Baños	Baños de Agua Santa
	Patate	Los Andes
		Sucre
		El Triunfo
	Píllaro	San Andrés
		Píllaro
		Marcos Espinel
		Emilio María Terán

		Baquerizo Moreno
		San José de Poaló
Bolívar	Guaranda	Simiatug
		Salinas
		Guaranda
		San Simón
		San Lorenzo
	San Miguel	San Vicente
Chimborazo	Pallatanga	Pallatanga
	Colta	Cicalpa
		Juan de Velasco
		Cañi
	Riobamba	San Juan
		Calpi
		Quimiag
		Licto
		Pungala
	Guano	San Andrés
		San Isidro
		Valparaíso
		Santa Fe de Galán
		San Lucas de Llapo
		San José de Chazo
		La Providencia
		Guano
	Penipe	Penipe
		Bayushig
		Bilbao
La Candelaria		

		El Altar
		Matus
		Puela
	Guamote	Guamote
		Palmira
		Cebadas
	Alausí	Achupallas
		Guasuntos
		Pumallacta
		Tixán
	Chunchi	Compud
		Capsol
	Cañar	Cañar
Cañar		
Zhud		
Honorato Vásquez		
Ingapirca		
El Tambo		El Tambo
Azogues		Rivera
		Pindilig
		Taday
		Guapán
		Azogues
		Luis Cordero
		San Miguel
		Javier Loyola
		Cojitambo
Biblian		Nazón
		Jerusalén

		Biblian	
		Sageo	
		Turupamba	
	Déleg	Déleg	
		Solano	
	Azuay	Cuenca	Molleturo
			Chaucha
			Victoria del Portete
			Tarqui
			Baños
San Joaquín			
Sayausi			
Chiquintad			
Checa			
Octavio Cordero			
San Fernando		San Fernando	
Pucará		San Rafael de Sharug	
Santa Isabel		San Pablo de Shaglli	
Girón		San Gerardo	
Nabón		Nabón	
		Cochapata	
Sígsig		Cutchil	
		Sígsig	
		Güel	
		San Bartolomé	
	Ludo		
Chordeleg	Principal		
	La Unión		
	Delegsol		

		Chordeleg
	Gualaceo	Gualaceo
		San Juan
		Luis Cordero
		Mariano Moreno
		El Pan
	Guachapala	Guachapala
	Sevilla de Oro	Palmas
		Amaluza
Loja	Loja	Gualel
		Malacatos
		San Pedro de Vilcabamba
		Quinara
	Saraguro	El Paraíso de Celen
	Quilanga	Fundochamba
	Espíndola	El ingenio
		El Airo
		Santa Teresita
		Amaluza
		Jimbura
Zamora Chinchipe	Yacuambi	Tutupali
	Zamora	Zamora
	Palanda	Vergel
	Chinchipe	El Porvenir
Morona Santiago	Pablo Sexto	Pablo Sexto
	Morona	San Vicente de Zuñac
		Rio Blanco
	Tiwintza	Santiago

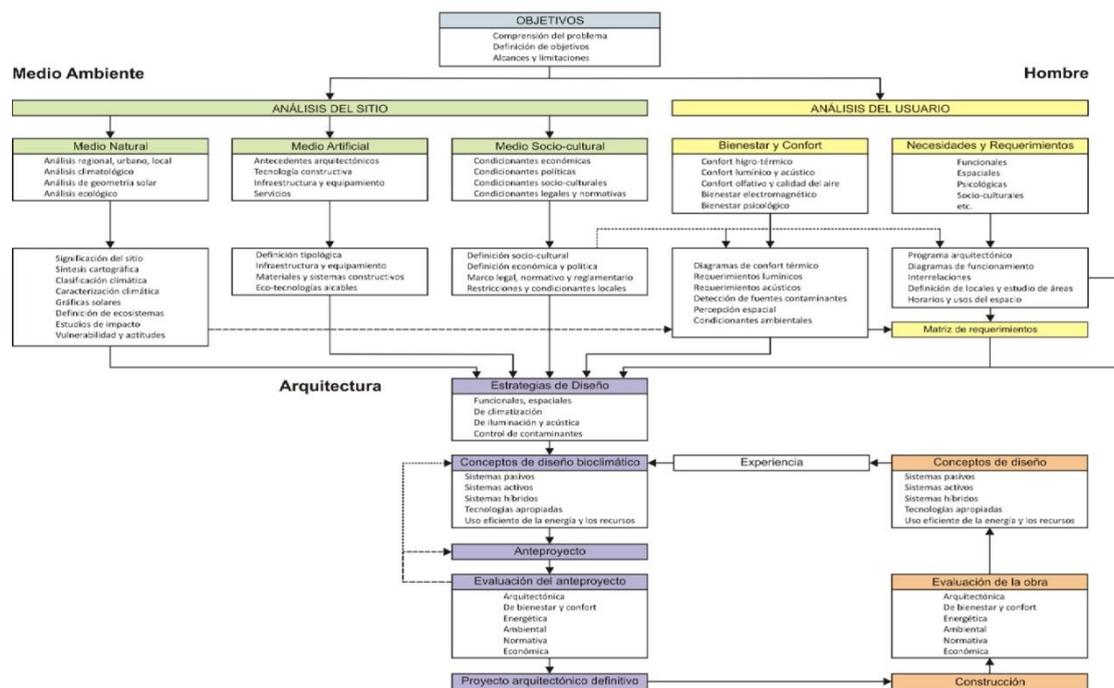
	Limón Indanza	Yunganza
		General Plaza
	Gualaquiza	Chiguinda
Napó	El Chaco	Oyacachi
	Quijos	Papallacta
	Archidona	Archidona
	Tena	Pano
		Tálag
Sucumbíos	Sucumbíos	Santa Bárbara
		Rosa Florida
	Gonzalo Pizarro	Puerto Libre

Elaboración: Lazo A.

La metodología de diseño bioclimático que se tuvo como base es la de Víctor Fuentes Freixanet que indica que la palabra método significa modo razonado de obrar. En diseño, los métodos han surgido como una forma lógica de proceder para encontrar la solución de un problema. Los procedimientos son formas de actuar o las acciones consecutivas que deben hacerse para llegar a un objetivo.

El diseñador o arquitecto crea espacios que cumplen con una finalidad tanto funcional como expresiva tendientes a satisfacer necesidades específicas. Para configurar espacios que satisfagan las necesidades específicas, el diseñador comúnmente se basa en métodos, sin embargo, el problema más común al que se enfrenta el diseñador es que durante el proceso de diseño se presentan etapas analíticas, lógicas y racionales, pero hay otras etapas creativas, intuitivas o emotivas que no pueden darse a través del razonamiento lógico. Como metodología para el diseño bioclimático propone lo siguiente:

Imagen 10. Metodología de diseño bioclimático.



Fuente: (Freixanet, 2000).

Para definir las estrategias bioclimáticas idóneas se optó por la utilización de esta Metodología porque a través de ella nos permite obtener mayor nivel de información para aplicarlos a los conceptos de diseño bioclimático. Cabe señalar que la metodología no ha sido concebida en su totalidad ya que en el presente estudio se ha llegado hasta los conceptos de diseño bioclimático, para plantear las recomendaciones bioclimáticas, en estudios posteriores se continuará con el análisis del anteproyecto, evaluación del anteproyecto, construcción, etc., pero con base en las recomendaciones aquí descritas. Es necesario precisar que la metodología definida debe aplicarse a un sitio específico por ello en base a los resultados obtenidos dentro de la población y muestra se ha escogido a la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

Siguiendo la metodología bioclimática, para el análisis del Medio Ambiente y del usuario se han considerado metodologías de recolección y técnicas de procesamiento de datos específicos del análisis, los mismos que son citados a continuación.

Cuadro 59. Metodología bioclimática aplicada.

Metodología Bioclimática					
Medio Ambiente		Usuario		Estrategias de diseño	
EL MEDIO NATURAL	<p>Análisis de los elementos de significación: No se realizó este proceso pero se debe hacer de la siguiente forma. Se debe analizar el sitio, considerando las condicionantes espaciales y de significación, para determinar los elementos más significativos del sector de estudio.</p>	CONFORT Y BIENESTAR	<p>Confort higro-térmico: A través de datos estadísticos, fuentes bibliográficas y tabulación de encuestas se analizó a los potenciales usuarios y sus requerimientos básicos de confort térmico.</p>	CONCEPTOS DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO	<p>Herramientas Bioclimáticas: Luego de analizar el sitio y al usuario se definió las estrategias a partir del uso de herramientas bioclimáticas y el análisis del clima del sector de estudio definiendo las estrategias bioclimáticas a utilizar.</p>
	<p>Análisis cartográfico: A través del análisis del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT), se estudió los factores del clima como: Topografía, Geología, Hidrología, Riesgos y Fallas Geológicas, para definir las características espaciales del sector de estudio.</p>		<p>Confort Lumínico: El confort lumínico se refiere a la percepción a través del sentido de la vista. A través del análisis de la luz se analizó los horarios y requerimientos de luminosidad en el proyecto.</p>		<p>Sistemas Pasivos: Los sistemas pasivos son aquellos que permiten captar, controlar, almacenar, distribuir o emitir los aportes de la energía natural sin intervención de ninguna fuente de energía. Para ello fue necesario analizar los siguientes; Sistemas pasivos de climatización, Sistemas pasivos de iluminación natural, Sistemas para el control de ruidos. Sistemas para el control de olores.</p>
	<p>Análisis de estructura urbana: No se realizó este proceso pero se debe hacer en la fase de anteproyecto donde se debe analizar las sendas (vialidades), nodos (plazas), distritos (barrios), límites, hitos, del sector de estudio, para definir la relación existente entre la ciudad y el terreno.</p>		<p>Confort Acústico: Se refiere a la percepción que se da a través del sentido del oído, donde se incluyen, además de los factores acústicos, los factores del ruido. Para ello se analizó todas las fuentes generadores de ruido que pueda tener un proyecto arquitectónico.</p>		<p>Sistemas Activos e híbridos: Los sistemas activos son aquellos en que a la energía natural que los opera en forma prioritaria, se incorpora algún dispositivo de apoyo mecánico o eléctrico que funciona con algún aporte de energía convencional, para lograr su óptimo funcionamiento. Estos sistemas son necesarios cuando los sistemas pasivos no son suficientes para lograr el control ambiental adecuado o deseado; y sobre todo se utilizan cuando se pretende hacer un uso eficiente de la energía y los recursos. En este apartado se analizó los distintos sistemas activos y tecnologías a ser utilizadas en el proyecto, estos son; sistemas activo de climatización, de generación y control de la energía (uso eficiente), de manejo y control del agua (captación pluvial, de reutilización, calentamiento, etc.) (uso eficiente) y de manejo de desechos (líquidos y sólidos).</p>

	<p>Análisis de los ecosistemas: No se realizó este proceso pero se debe hacer mediante la observación científica, se realiza un análisis de los ecosistemas naturales y humanos (rural o urbano) en cuanto a capacidades, aptitudes y vulnerabilidad.</p>		<p>Confort Olfativo: Se refiere a la percepción a través del sentido del olfato. En este apartado se analizó las diferentes fuentes de contaminación.</p>	<p>Resumen de estrategias: En este proceso se realizó un cuadro resumen de estrategias bioclimáticas con los sistemas pasivos y activos a ser utilizados dentro del proyecto.</p>
	<p>Análisis Climático: El clima es un factor fundamental para el desarrollo de la vida en general y condicionante de la arquitectura. Por ello fue indispensable conocer, analizar y evaluar los elementos y factores determinantes del clima, a nivel regional y el micro clima ecuatorial de alta montaña. Dicho análisis se lo realizó utilizando hojas de cálculo de Excel mediante programas de tabulación de datos estadísticos climáticos, los mismos que fueron proporcionados por el INAMHI, dichos datos fueron obtenidos desde 2004 hasta 2014.</p>	<p>NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS</p>	<p>Por medio del presente análisis se evaluó los requerimientos de confort en relación con los requerimientos funcionales y espaciales del proyecto arquitectónico. Para ello se utilizó tablas relacionadas de índices de confort en relación con el programa arquitectónico, horarios y usos del espacio; así como tablas de confort relacionadas con los datos climáticos horarios.</p>	
	<p>Análisis de Geometría solar: No se realizó este proceso pero se debe estudiar la posición del sol e influencia de los vientos predominantes con respecto al sector de estudio, para ello se debe trabajar mediante tres métodos de análisis, a saber; método matemático, método gráfico y modelo de simulación, para lo cual mediante cálculo matemático, análisis de la estereográfica solar y programas de simulación, con lo cual se logre determinar las zonas, meses, horas y sombras que genera el sol y el viento en el sector del proyecto.</p>			
<p>EL MEDIO ARTIFICIAL</p>	<p>Antecedentes arquitectónicos: No se realizó este proceso que se debe realizar en la fase de anteproyecto con el fin de conocer las características de la arquitectura propia de cada localidad o región en estudio, detectando tipologías propias permitirá establecer un criterio para evitar la destrucción o deterioro de un medio ambiente cultural significativo.</p>			

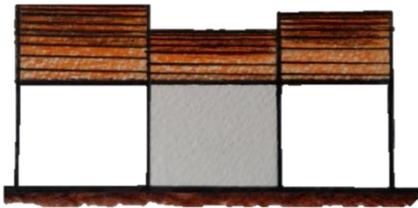
<p><u>Infraestructura y equipamiento:</u> No se realizó este proceso pero se debe conocer y evaluar la infraestructura y equipamiento del sitio de análisis, para poder aprovecharlos en el proyecto o para proponer sistemas tecnológicos apropiados y alternativos más eficientes y con menores consumos energéticos.</p>				
<p><u>Estudio de tecnología local y apropiada - Materiales constructivos regionales:</u> No se realizó este proceso pero se debe determinar los materiales constructivos tradicionales y de uso más común para la construcción en la zona.</p>				
<p><u>Estudio de tecnología local y apropiada - Sistemas y procedimientos constructivos:</u> De igual manera se debe analizar los sistemas y procedimientos constructivos más importantes que se utilizan en nuestro medio.</p>				
<p><u>Estudio de tecnología local y apropiada - Eco-tecnologías apropiadas:</u> De manera similar para el análisis de este proceso a través de la investigación bibliográfica, se logró determinar las eco – tecnologías apropiadas, sus ventajas y desventajas para la incorporación en el proyecto.</p>				

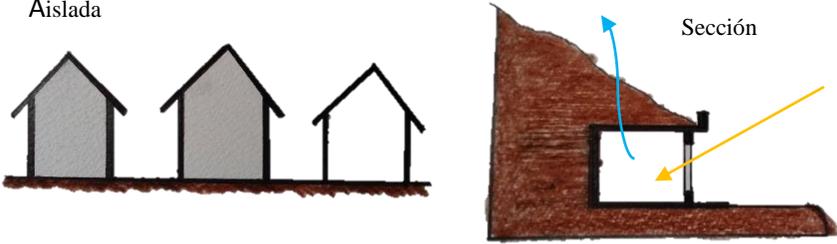
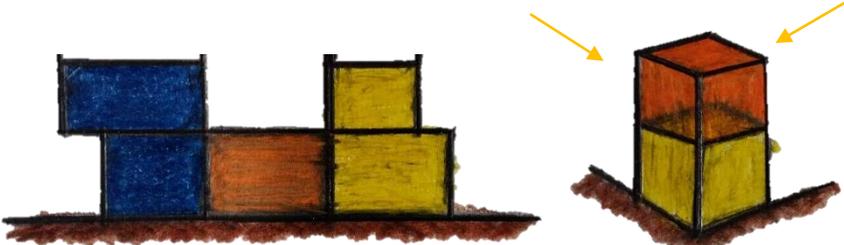
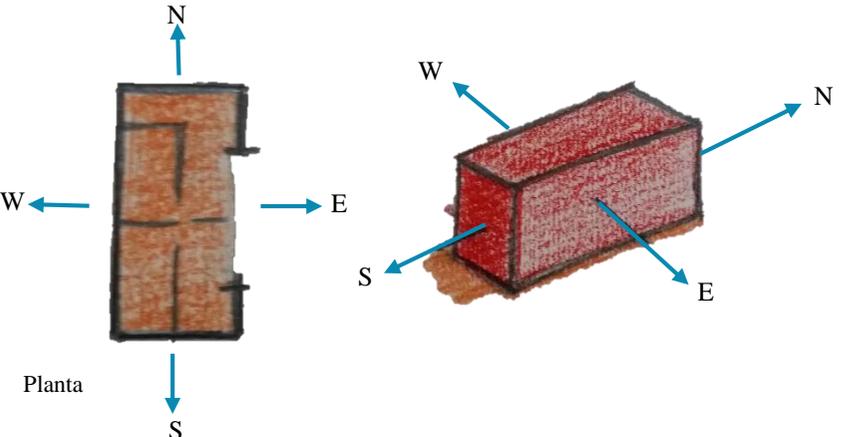
Elaboración: Lazo A.

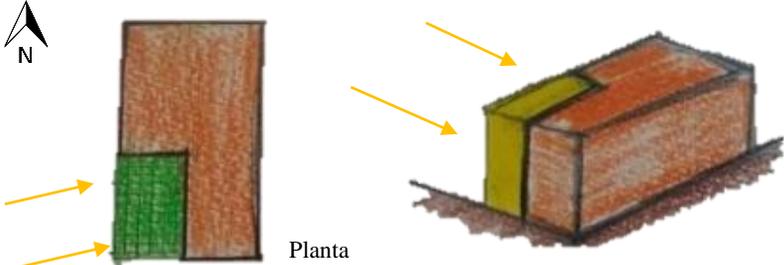
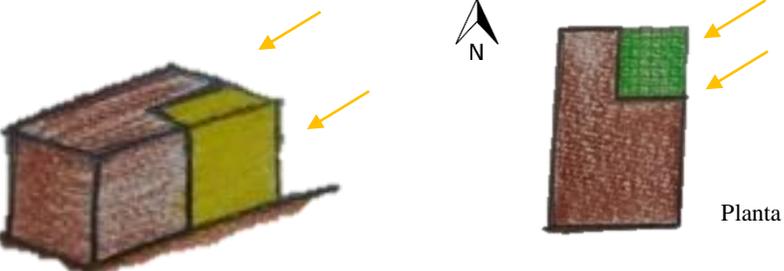
4.15. Recomendaciones bioclimáticas para el diseño de vivienda en el clima ecuatorial de alta montaña ubicado en la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg

Se establece que la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg posee el clima ecuatorial de alta montaña, en la región fría; por lo que se resume en el Cuadro 60, los criterios y recomendaciones que deben tomarse en consideración al momento de plantear el diseño de una vivienda bioclimática adaptada al contexto y características climáticas del sector.

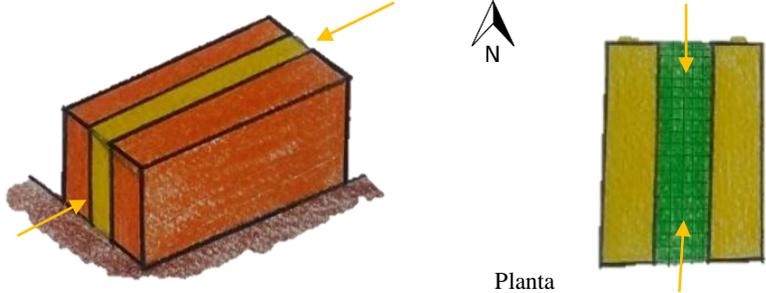
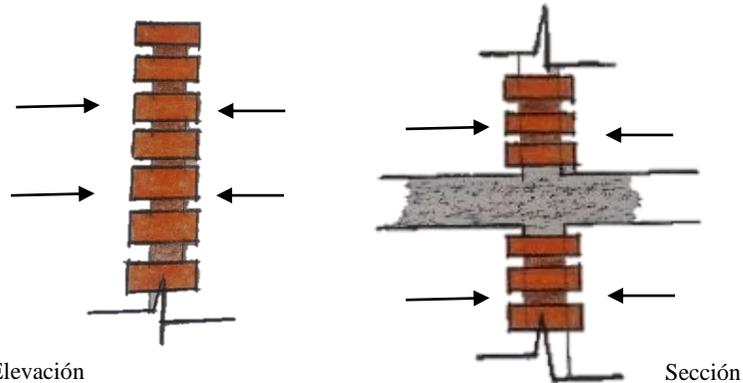
Cuadro 60. Criterios y recomendaciones bioclimáticas para el diseño de vivienda con el clima ecuatorial de alta montaña.

Recomendaciones bioclimáticas para diseño arquitectónico con el clima ecuatorial de alta montaña.		
Proyecto Arquitectónico		
Configuración de la edificación	<p>Una vivienda bioclimática tiene que ser diseñada con la finalidad de aprovechar la energía brindada por la naturaleza, minimizando el consumo energético de fuentes no renovables, integrándose al medio ambiente que lo rodea es por ello que se establecen ciertas recomendaciones bioclimáticas que nos servirá para minimizar el impacto de las edificaciones. Para una correcta configuración de la edificación se deberán emplear las siguientes recomendaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ubicación de la vivienda en el lote. • Configuración de la envolvente. • Orientación de la fachada más larga. 	
Descripción	Recomendación	Gráfico
Ubicación de la vivienda en el lote	<ul style="list-style-type: none"> • Muro a muro. (pag. 168) • Aislada en sus 4 fachadas si las características del terreno lo permite. • Diseño cerrado y compacto, aprovechando la topografía del terreno. (pag. 201) 	<p>Adosada</p> 

<p>Confort Alcanzado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Higrotérmico • Lumínico 	<p>Aislada</p>  <p>Sección</p>
<p>Configuración de la envolvente</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compacta, forma óptima de cubo, para mínimas pérdidas de calor. (pag. 199) • Viviendas compactas de una o dos plantas, situadas en hilera, se recomienda vivienda en altura por la presión ambiental. • Mínima superficie exterior expuesta. Efecto volumen en proporción 1:1.1 ó 1:1.3 en el eje E-O. (pag.200) 	 <p>Elevación</p>
<p>Confort Alcanzado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Higrotérmico • Lumínico • Acústico 	
<p>Orientación de la fachada más larga</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fachada más larga orientación Este – Oeste con la finalidad de ganar calor durante todo el año, en casos más desfavorables y en los meses más fríos orientación Norte. (pag.198) • Orientación de la vivienda en dirección Norte – Sur (eje largo Este – Oeste) (pag 168) 	 <p>Planta</p>
<p>Confort Alcanzado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Higrotérmico • Lumínico 	

Localización de los espacios dentro de la vivienda	<p>Los espacios más utilizados y con los que cuenta la vivienda deben ser orientados correctamente con la finalidad de conseguir ganancias de calor al interior de los mismos y evitar pérdidas de calor y consumo de energía eléctrica por una mala orientación de los espacios. En la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg dentro de las viviendas se cuenta con los siguientes espacios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sala • Comedor • Cocina • Dormitorio • Baño • Lavandería 	
Descripción	Recomendación	Gráfico
Sala	<ul style="list-style-type: none"> • La Sala debe ser orientada hacia el Oeste – Suroeste, ya que es utilizada en horas de la tarde, y el soleamiento será directo. 	 <p>Planta</p>
Confort Alcanzado	<ul style="list-style-type: none"> • Higrotérmico • Lumínico • Acústico 	
Comedor	<ul style="list-style-type: none"> • El Comedor debe ser orientado hacia el Este – Noreste puesto que en las mañanas se necesita mayor calefacción. 	 <p>Planta</p>
Confort Alcanzado	<ul style="list-style-type: none"> • Higrotérmico • Lumínico • Acústico 	

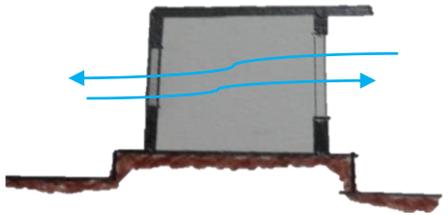
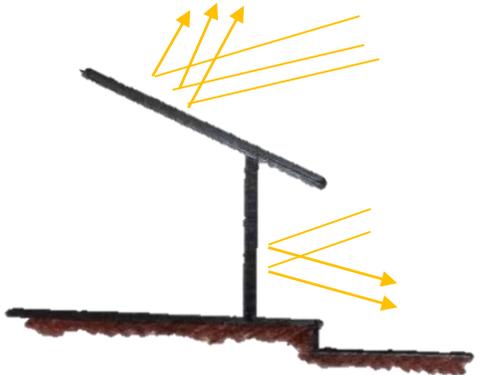
<p>Cocina</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La Cocina debe ser orientado hacia el Sur – Suroeste puesto que necesita ventilación constante y los vientos predominantes son en dirección Suroeste – Sureste. 	
<p>Confort Alcanzado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lumínico • Acústico • Olfativo 	
<p>Confort Alcanzado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Higrotérmico • Lumínico • Acústico 	
<p>Baños - Lavandería</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los Baños y Lavandería deben ser orientados en dirección Suroeste ya que no son espacios habitables, las ganancias de calor son mínimas, lo primordial es la ventilación y los vientos predominantes son en dirección Suroeste. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lumínico • Olfativo

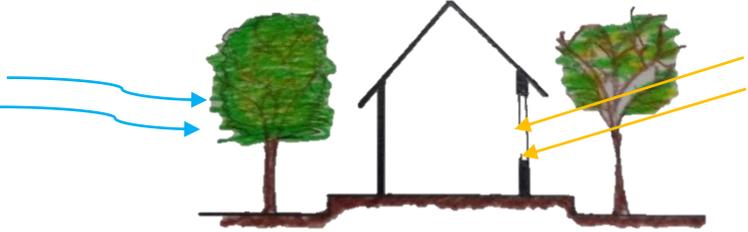
<p>Circulación horizontal y vertical</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Circulaciones al norte – sur (como colchón térmico). 	
<p>Confort Alcanzado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lumínico • Higrotérmico 	
<p>Envolvente de la vivienda</p>	<p>Dentro del diseño bioclimático un punto importante que se debe tener en consideración al momento de diseñar la vivienda es la envoltura arquitectónica que está compuesta por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muros • Ventanas • Cubierta • Pisos 	
<p>Descripción</p>	<p>Recomendación</p>	<p>Gráfico</p>
<p>Muros</p>	<p>Muros exteriores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Masivos de alta inercia térmica, para ahorro de energía $R = 1.67 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$ y para confort térmico $R = 1.34 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W} = 2.025 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$. • Materiales lisos, no absorbentes en el exterior, con capacidad de aislamiento térmico. (pag. 208) <p>Muros interiores y entrepisos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Masivos, de alta inercia térmica. 	

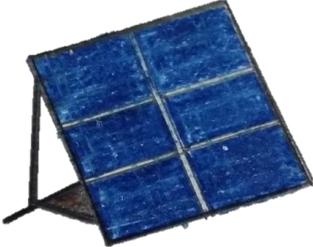
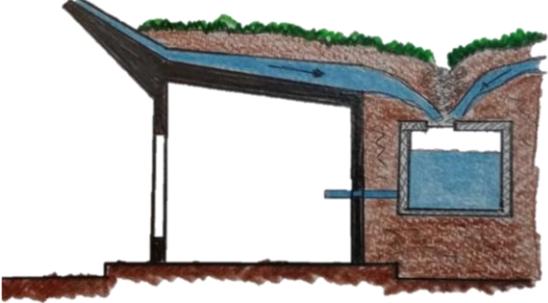
<p>Confort Alcanzado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acústico • Higrotérmico 	
<p>Ventanas</p>	<p>En fachadas según dimensión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Máximas en las fachadas este y oeste para ganancia de calor, debe ser menor al 30% de la superficie del muro. • Mínimas en las fachadas norte y sur. <p>Ubicación según nivel de piso interior:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Horizontales en la parte alta del muro para iluminación y ventilación, con las partes operables por encima de los ocupantes. (pag. 221) <p>Tamaño de las aberturas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medianas 30 -50 %. (pag. 168) 	
<p>Confort Alcanzado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acústico • Higrotérmico • Lumínico 	
<p>Cubierta</p>	<p>Tipo de techo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pendiente de 40 a 70%. • Uso de canaletas y aleros para protección de lluvias. • Ligeros, pero bien aislados térmicamente. (pag. 1682, 210). • Cuando es inclinado debe tener aislamiento. (pag. 211) • Para ahorro de energía $R = 2.64 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$ y para confort térmico $R = 2.025 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$. • Materiales impermeables y resistentes a la humedad. 	

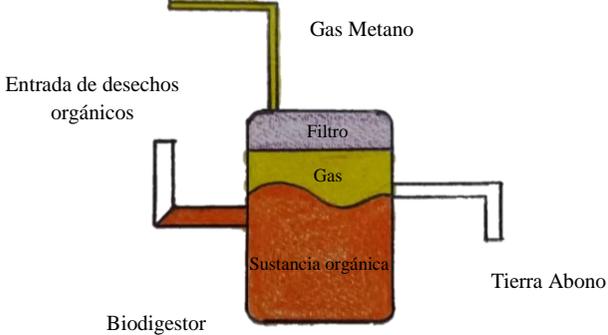
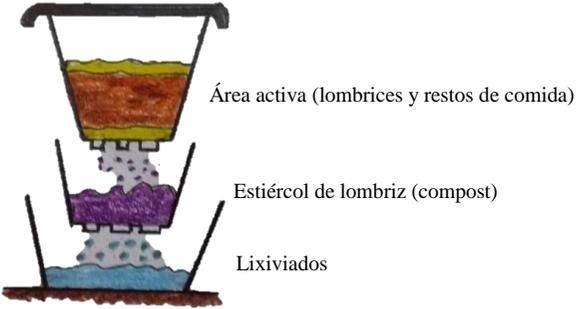
Confort Alcanzado	<ul style="list-style-type: none"> • Acústico • Higrotérmico • Lumínico 	
Pisos	<p>Pisos exteriores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pavimentos permeables que permitan la infiltración del agua de lluvia al subsuelo. (pag. 212). 	<p>Sección</p>
Altura de piso a techo	<ul style="list-style-type: none"> • Entre 2.3 a 2.5 m como máximo para acumular calor dentro de la vivienda. 	
Confort Alcanzado	<ul style="list-style-type: none"> • Higrotérmico 	
Estrategias para ganancias pasivas de calor	<p>De acuerdo al análisis de las herramientas bioclimáticas del capítulo III, se establece que en la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg, se deben emplear estrategias de calentamiento pasivo. Las estrategias a continuación descritas permitirán ganar calor al interior de la vivienda y son:</p>	
Descripción	Recomendación	Gráfico
	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar entrantes y salientes en todas las fachadas. • Patios interiores como invernadero con ventilación para evitar el sobrecalentamiento en verano. (pag. 230) • Invernadero adosado ubicado en la fachada Noreste u Noroeste. (pag. 193). • Muro acumulador o Muro Trombe. (pag. 194) • Cubierta piscina. (pag. 202) • Cubiertas vegetales. (pag. 203) 	<p>Sección</p> <p>Invernadero Adosado</p>

<p>Dispositivos de control solar pasivo</p>	<p>Aberturas cenitales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tragaluces en espacios de uso diurno, con protección solar para verano y propiciar ganancia directa en invierno. (pag. 226) • Atrios en espacios donde se necesite iluminación central, patio cubierto con materiales transparentes. (pag. 227). • Lucernarios. (pag. 226) <p>Aberturas sobre el plano vertical:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En ventanas de la fachada oeste y suroeste. • Muros translucidos, se ubicara en la fachada que requiere iluminación natural pero no ganancias de calor. (pag. 223) • Repisas de luz, se utiliza en fachadas que no necesiten el ingreso de calor pero si iluminación. (pag. 224) <p>Vegetación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Árboles y arbustos de hoja caduca en la fachada oeste y noreste, para protección solar en verano y permita el paso de calor en invierno. (pag. 216) • Evitar que se sombreen los muros de todas las orientaciones. 	<p>Muro Trombe: Diagrama de un muro con un alfiler que absorbe y almacena calor solar.</p> <p>Atrio: Diagrama de un espacio cubierto con un techo transparente que permite la luz natural.</p> <p>Lucernario: Diagrama de un techo con una abertura que permite la luz natural.</p> <p>Repisa de luz: Diagrama de un alfiler que proyecta luz natural hacia el interior.</p> <p>Vegetación: Diagrama que muestra árboles y arbustos que protegen la fachada del sol en verano y permiten el paso de calor en invierno.</p> <p>Cubierta piscina: Diagrama de un techo con una piscina que absorbe y almacena calor solar.</p> <p>Cubierta vegetal: Diagrama de un techo con una cubierta vegetal que absorbe y almacena calor solar.</p>
---	---	---

<p>Ventilación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Unilateral con protección de vientos fríos de invierno en dirección Suroeste, sirve para renovación de aire para condiciones higiénicas, la orientación de las ventanas no es significativa. • Cruzada, mínima y por encima de los ocupantes. 	
<p>Confort Alcanzado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Higrotérmico • Lumínico 	
<p>Materiales y acabados</p> <p>Los distintos materiales que se empleen como recubrimiento de los muros de las fachadas y cubierta tienen que ser de acuerdo a las recomendaciones descritas a continuación:</p>		
<p>Descripción</p>	<p>Recomendación</p>	<p>Gráfico</p>
<p>Color y textura</p>	<p>Color y textura de los acabados exteriores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En muros y techos: de baja reflectancia, color oscuro, textura rugosa. <p>Color y textura de los acabados interiores: (pag. 213)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso de tonalidad mate. • Pisos: Semi oscuros (<20%). • Muros: Neutros (50 – 60%). • Cielo Raso: Blanco (70%). 	
<p>Confort Alcanzado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Higrotérmico • Lumínico 	<p>Sección</p>

<p>Estrategias para el control de ruidos</p>	<p>Los ruidos generados en el exterior de la vivienda suelen resultar molestos y perjudiciales para la salud de los usuarios, por esta razón se presentan ciertas recomendaciones pasivas para minimizar la intensidad del ruido que llega a la vivienda.</p>	
<p>Descripción</p>	<p>Recomendación</p>	<p>Gráfico</p>
<p>Vegetación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Árboles de hoja perenne como barrera permeable de vientos de invierno. • De hoja caduca como control de soleamiento. <p>Arbustos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • De hoja caduca como protección solar, de sureste a suroeste, o donde se presente la fuente de ruido. 	 <p>Sección</p>
<p>Confort Alcanzado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acústico 	 <p>Sección</p>
<p>Manejo y Control de la energía</p>	<p>Se recomienda la utilización de equipos de captación solar que deben ser utilizados aprovechando la radiación solar, la fuerza del viento, bio gas, etc., los cuales se describen a continuación:</p>	
<p>Descripción</p>	<p>Recomendación</p>	<p>Gráfico</p>

<p>Paneles Solares</p>	<p>Sistemas que deben ser colocados en la cubierta con dirección Este – Oeste con la finalidad de captar la mayor cantidad de radiación solar que incida sobre la vivienda. (pag. 246)</p>	
<p>Generador Eólico</p>	<p>Sistemas que deben ser colocados y orientados en dirección Suroeste que es la dirección por donde soplan los vientos predominantes de la Parroquia Principal. (pag. 248)</p>	
<p>Manejo y control del agua Se recomienda dar un tratamiento a la recolección de agua lluvia, aguas servidas, jabonosas y negras como se describe a continuación:</p>		
<p>Descripción</p>	<p>Recomendación</p>	<p>Gráfico</p>
<p>Recogida de aguas pluviales</p>	<p>Sistema de recolección de aguas pluviales consiste en una superficie de recogida, normalmente la cubierta del edificio, un sistema de transporte que dirige el agua lluvia hacia un depósito. En climas fríos, el depósito debe estar situado en el interior del edificio o enterrado para evitar que el agua almacenada se congele. Los depósitos pueden ser de muchos materiales, como de acero, hormigón, madera, fibra de vidrio o plástico. (pag. 252)</p>	

<p>Tratamiento de aguas negras</p>	<p>Estas son tratadas mediante un sistema llamado biodigestor. Este espacio cuenta con cuatro trampas de separación de la materia, en las que existen diferentes piedras porosas y minerales que van eliminando las partículas del agua. (pag. 255)</p>	 <p>El diagrama muestra un biodigestor con una 'Entrada de desechos orgánicos' en la parte superior izquierda. Una tubería superior derecha recoge el 'Gas Metano'. Dentro del tanque, hay una capa de 'Gas' y una capa de 'Sustancia orgánica' en la parte inferior. Una tubería lateral derecha recoge la 'Tierra Abono'. El tanque está etiquetado como 'Biodigestor' y tiene un 'Filtro' en la parte superior.</p>
<p>Manejo y control de desechos sólidos y líquidos.</p>	<p>Se recomienda tener en consideración el cuidado del medio ambiente, con la aplicación de las técnicas de manejo y control de desechos sólidos y líquidos que se describen a continuación:</p>	
<p>Descripción</p>	<p>Recomendación</p>	<p>Gráfico</p>
<p>Compostación</p>	<p>Es el sistema en el cual los componentes orgánicos de los desechos son degradables biológicamente. El producto es parecido al humus y es un excelente acondicionador de suelo, pero un fertilizante pobre. (pag. 256)</p>	 <p>El diagrama muestra un sistema de compostación con tres niveles. El nivel superior es la 'Área activa (lombrices y restos de comida)'. El nivel medio es el 'Estiércol de lombriz (compost)'. El nivel inferior es el 'Lixiviados' que se acumula en un recipiente.</p>

Elaboración: Lazo A.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



4.16. Conclusiones

De todo el análisis del documento de recomendaciones bioclimáticas para la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg, se han obtenido las siguientes conclusiones con las cuales se demuestra el alcance del objetivo general y específicos:

Primera:

La arquitectura bioclimática debe extenderse a todo el desarrollo y propuesta de la construcción de los edificios: orientación, forma, aprovechamiento de las características climáticas, estudio de condiciones derivadas del entorno construido, elección de materiales, diseño de elementos constructivos, etc. Bajo esta óptica, el acondicionamiento térmico natural de los edificios exige un replanteamiento del diseño de los elementos con la aceptación de las prioridades ambientales y de acuerdo con las implicaciones constructivas, estéticas y funcionales. Es por ello que se tiene que tomar en cuenta los elementos y factores del clima al momento de diseñar una vivienda, comprendiendo de esta manera que la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg; posee un clima de alta montaña, la oscilación diaria es de 10 a 12°C, las mínimas tienen sin excepción valores inferiores a 0°C y las medias anuales, aunque muy variables, fluctúan casi siempre entre 4 y 8 °C. La gama de los totales pluviométricos anuales es variable, comprendida entre los 1000 y 2000 mm, según su altitud y la mayoría de los aguaceros son de larga duración pero de baja intensidad. La humedad relativa siempre superior a 80%. La vegetación natural es de alta montaña. La humedad relativa media y máxima se encuentran por encima de los rangos de confort. Los vientos son fríos en invierno y por la noche.

Segunda:

Los parámetros de confort analizados juegan un papel significativo en la obtención de la calidad de vida y el confort de los usuarios dentro de los espacios de la vivienda. La iluminación natural es un factor importante que se debe tener en cuenta en todo diseño arquitectónico. Las condiciones de confort pueden ser analizadas en función de la temperatura del aire, el movimiento del aire, radiación y humedad como las características dominantes del clima, aunque se produce la influencia de otros factores individuales que contribuyen también en la definición de las situaciones térmicas de confort, además de la determinación del confort lumínico, olfativo, psicológico, auditivo, etc.

Tercera:

Para la determinación de los rangos de confort térmico dentro de la Parroquia Principal se ha utilizado las siguientes herramientas, desde los clásicos tales como la Carta Bioclimática, la Temperatura Efectiva Corregida y el Índice de Fanger o Índice PMV, hasta los más simples Modelo de Neutralidad Térmica y Modelo de Confort Adaptable todos ellos configurados para generar un análisis de las condiciones de temperatura y humedad, con el fin de establecer las estrategias bioclimáticas para el diseño arquitectónico de una vivienda con el objetivo de generar y lograr un confort térmico para los potenciales usuarios del proyecto, adaptándose a las condiciones climáticas del sector.

Cuarta:

Los sistemas activos de climatización juegan un papel importante en conjunto con los sistemas pasivos para calentar los edificios, con el objetivo de ganar calor en el interior de la envolvente térmica, logrando de esta manera edificios ecológicos que se adapten a las necesidades del entorno constructivo. Las recomendaciones bioclimáticas planteadas en este

documento tratan de integrar soluciones de diseño arquitectónico y constructivas que aprovechen los factores y elementos del clima ecuatorial de alta montaña y que sean utilizados en otros lugares geográficos con características similares de clima dentro del Ecuador, para de esta manera lograr una armonía entre en usuario, el medio ambiente y la vivienda.

4.17. Recomendaciones

De todo lo analizado en los diferentes capítulos del documento se puede dar las siguientes recomendaciones que servirán para desarrollar y elaborar con mayor éxito los proyectos arquitectónicos en beneficio de la Parroquia Principal del Cantón Chordeleg.

Primera:

Para determinar los elementos y factores del clima de cualquier lugar se debe obtener los datos climáticos del sector de estudio, con la mayor veracidad de los datos y obtenerlos de fuentes fidedignas de modo que el producto del análisis climático sea el adecuado y se apegue a las necesidades del lugar de estudio y del clima que se esté analizando.

Segunda:

Considerando las dificultades del trabajo de campo, se recomienda que las encuestas que sean planteadas a las personas del lugar de estudio sean claras, precisas y estén de acuerdo con el tema analizado, además servirán de base para elaborar el proyecto porque se utilizará información real de las necesidades y oportunidades que las personas dan a conocer.

Tercera:

Con base en los datos obtenidos del clima del sector de estudio, se recomienda aplicar las herramientas bioclimáticas con criterio y dar a conocer los datos reales que fueron el producto del análisis, para no alterar los futuros resultados.

Cuarta:

Se debe generar estrategias reales que se adapten a las necesidades del clima y de los potenciales usuarios, generando una integración entre la persona y el ambiente, realizando una arquitectura bioclimática consciente y verdadera para no afectar al medio ambiente y lograr un confort del usuario.

BIBLIOGRAFÍA



- Conafovi. (2006). *Uso eficiente de la energía en la vivienda*. Mexico D.F.
- Garcia, E. (1964). *Modificación al sistema de Clasificación Climática de Köppen*. Mexico, D.F.: Instituto de Geografía.
- Garcia, E. (1986). *Apuntes de Climatología*. Mexico, D.F.: Talleres Larios.
- Higuera, E. (2006). *Urbanismo bioclimático*. Barcelona:: Editorial Gustavo Gili.
- Ineti. (2005). *Edificio Solar XXI Un edificio energéticamente eficiente en Portugal*. Lisboa: Instituto Nacional de Engenharia.
- Morillón, D. (2005). *Recomendaciones bioclimáticas para diseño arquitectónico y urbano*. Mexico: CFE-PAESE.
- Murillo, G. (2011). *Arquitectura Bioclimática*. Guayaquil-Ecuador: Editorial de Publicaciones de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Navarra, G. d. (12 de Marzo de 2006). *navarra.es*. Obtenido de *navarra.es*: <http://meteo.navarra.es/definiciones/koppen.cfm>
- Olgay, V. (2002). *Manual de Diseño Bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Pourrut, P. (1983). *Los climas del Ecuador*. Quito.
- Pourrut, p. (1983). *Los climas del Ecuador-Fundamentos explicativos*. Quito: Orstom.
- Tudela, F. (1982). *Ecodiseño*. Mexico: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Viqueiras, M. (2002). *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*. Mexico, D.F.: Limusa.
- Acustica, d. (2013). *Tecnología acústica*. Obtenido de Tecnología acústica: <http://www.dba-acustica.com/quienes-somos/la-empresa/>
- Banham, R. (1975). *La arquitectura del entorno bien climatizado*. Buenos Aires: Ediciones Infinito.
- Berenguer Subils, M. J. (1997). *Olores: un factor de calidad y confort en ambientes interiores*.
- Cadenas, J. (2007). *Tecnologías limpias de desodorización*.

- Covarrubias, J. (1987). *Complejidad Visual en la Arquitectura*. México: U.A.M. Azcapotzalco.
- Disseny. (2000). *Psicología del color*.
- Fuentes, V. (2013). *Arquitectura Bioclimatica Confort*. Mexico: Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
- Murillo, G. (2011). *Arquitectura Bioclimatica*. Guayaquil-Ecuador: Editorial de Publicaciones de la Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil.
- Organización Mundial de la Salud, O. (1983). *El Ruido, Criterios de salud ambiental*. Washington DC.
- Organization, W. (2006). *Constitution of the World Health Organization - Basic Documents*. Estados Unidos: Supplement.
- Ponte, L. (1981). *How artificial Light affects your health*. New U.S.: Reader's Digest.
- Roberto García y Fuentes Freixanet, V. (1995). *Viento y Arquitectura*. México D.F.: Editorial Trillas.
- Szokolay, S. (1981). *The Construction Press*. Lancaster, England: Environmental Science Handbook.
- Szokolay, S. (2004). *Introduction to Architectural Science: The Basis of Sustainable Design*. Oxford UK: Architectural Press.
- Evans, M. (2000). *Técnicas bioclimáticas de diseño: las tablas de confort y los triángulos de confort*. Maracaibo, Venezuela: COTEDI.
- Fuentes, V. (2000). *Arquitectura Bioclimatica - Metodologia*. Mexico: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
- Givoni, B. (1981). *Climate and Architecture*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Murillo, G. (2011). *Arquitectura Bioclimatica*. Guayaquil-Ecuador: Editorial de Publicaciones de la Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil.
- Olgyay, V. (1963). *Design with climate*. USA: Princeton University Press.
- Szokolay, D. a. (1999). *Climate Analysis*. Australia: The University of Queensland.
- D. Francis, K. C. (2015). *Arquitectura Ecologica un manual ilustrado*. Barcelona: Gustavo Gili.

- Freixanet, V. F. (2000). *Arquitectura Bioclimatica - Metodologia*. Mexico: Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
- Fuentes, V. (2000). *Arquitectura Bioclimatica - Estrategias de Climatizacion Natural*. Mexico: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
- Lacomba, R. (2012). *Arquitectura Solar y Sustentabilidad*. Mexico: Trillas.
- Matic, D. (2010). *Estrategias de diseño solar pasivo para ahorro energetico en edificacion*. Barcelona.
- Murillo, E. (2001). *Arboles y Arbustos*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Murillo, G. (2011). *Arquitectura Bioclimatica*. Guayaquil-Ecuador: Editorial de Publicaciones de la Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil.
- Olgay, V. (2002). *Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y (Vol. (2ª. Ed.))*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Victor, O. y. (1963). *Design With Climate*. USA: Princeton University Press.
- *Buenas tareas*. (s.f.). Obtenido de Buenas tareas: <http://www.buenastareas.com/ensayos/C%C3%B3mo-El-Agua-Afecta-Al-Medio/7095946.html>

ANEXOS



ANEXO 1

	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA	CODIGO:
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA		
La presente encuesta se plantea realizar en el Cantón Chordeleg con el fin de conocer la calidad de confort térmico que tienen las familias al interior de su vivienda, para de esta manera determinar la resultante que nos servirá para las estrategias de diseño bioclimático, que se adaptan a las características físicas y climatológicas del lugar.		
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:	RECOMENDACIONES BIOCLIMÁTICAS PARA EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR EN EL CLIMA ECUATORIAL DE ALTA MONTAÑA, UBICADO EN EL CANTÓN CHORDELEG, PROVINCIA DEL AZUAY.	
<i>Instrucciones: Sr/a. encuestado/a sírvase contestar con toda honestidad el siguiente cuestionario que tiene como objetivo obtener información sobre los horarios de utilización de los espacios en la vivienda y el balance térmico de sus habitantes; con fines netamente académicos.</i>		
DATOS GENERALES		
Nombre del Encuestado		
Profesión.....		Fecha:

SECCION I					
1.- Considera que la temperatura en el interior de su vivienda es: (Sr./Srta. encuestador/a marque con una x la opción escogida)					
Frio		Cálido		Templado	
2.- Su familia se encuentra integrada por cuantos miembros: (Sr./Srta. encuestador/a marque con una x la opción escogida)					
1		3		5	
2		4		6	
3. Su vivienda cuenta con los siguientes espacios:					
Sala		Cocina		Estudi	
Comedor		Dormitorios		Patio / Lavanderia	
4. La cocina es utilizada en su hogar en que horarios					
06:00 a		10:00 a 12:00		14:00 a 16:00	
08:00 a		12:00 a 14:00		16:00 a 18:00	
18:00 a		20:00 a 22:00		22:00 a 24:00	
5. El comedor de su vivienda es utilizado en que horarios del día?					
06:00 a		10:00 a 12:00		14:00 a 16:00	
08:00 a		12:00 a 14:00		16:00 a 18:00	
18:00 a		20:00 a 22:00		22:00 a 24:00	
6. En un día común a qué hora utiliza la sala?					
06:00 a		10:00 a 12:00		14:00 a 16:00	
08:00 a		12:00 a 14:00		16:00 a 18:00	
18:00 a		20:00 a 22:00		22:00 a 24:00	
7. Habitualmente a partir de qué hora hacen uso de la habitación en su hogar?					
06:00 a		10:00 a 12:00		14:00 a 16:00	
08:00 a		12:00 a 14:00		16:00 a 18:00	
18:00 a		20:00 a 22:00		22:00 en adelante	
8. Utiliza el estudio de su vivienda en que horarios					
06:00 a		10:00 a 12:00		14:00 a 16:00	
08:00 a		12:00 a 14:00		16:00 a 18:00	
18:00 a		20:00 a 22:00		22:00 en adelante	

Miembro Familiar / Nombre	Color de piel	Vestimenta			Actividad que realiza en el espacio más utilizado	
		Mañana	Tarde	Noche		
	Piel muy pálida, cabello rojizo, muchas pecas	Cherno desnudo	Cherno desnudo	Cherno desnudo	Dormir	Trabajo manual
	Piel pálida, cabello rubio, algunas pecas	Bikini similar	Bikini similar	Bikini similar	Estos Asesado	Comisar
	Piel caucásica, cabello castaño, sin pecas	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Sentado con movimiento moderado	Sentado con actividad ligera
	Piel marrón, cabello y ojos oscuros	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	De pie sin movimiento	De pie con actividad ligera
	Piel marrón oscuro, cabello oscuro					
	Piel y cabello negro					
Peso en Kg	Espacio mas utilizado	Traje tropical	Traje tropical	Traje tropical	De pie con levantamiento y transporte moderados	
		Traje formal de negocios incluido chaleco	Traje formal de negocios incluido chaleco	Traje formal de negocios incluido chaleco	Bailar	
					Construcción	
Altura en metros	Horario	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Trabajo manual	Lavar platos
		Ropa de esquimales	Ropa de esquimales	Ropa de esquimales	Limpieza	Limpieza
					Ejercicio moderado	Lavar a mano, planchar
					Construcción	Trabajo muy intensos
PERSONA						
	Piel muy pálida, cabello rojizo, muchas pecas	Cherno desnudo	Cherno desnudo	Cherno desnudo	Dormir	Trabajo manual
	Piel pálida, cabello rubio, algunas pecas	Bikini similar	Bikini similar	Bikini similar	Estos Asesado	Comisar
	Piel caucásica, cabello castaño, sin pecas	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Sentado con movimiento moderado	Sentado con actividad ligera
	Piel marrón, cabello y ojos oscuros	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	De pie sin movimiento	De pie con actividad ligera
	Piel marrón oscuro, cabello oscuro					
	Piel y cabello negro					
Peso en Kg	Espacio mas utilizado	Traje tropical	Traje tropical	Traje tropical	De pie con levantamiento y transporte moderados	
		Traje formal de negocios incluido chaleco	Traje formal de negocios incluido chaleco	Traje formal de negocios incluido chaleco	Bailar	
					Construcción ligera	
Altura en metros	Horario	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Trabajo manual	Lavar platos
		Ropa de esquimales	Ropa de esquimales	Ropa de esquimales	Limpieza	Limpieza
					Ejercicio moderado	Lavar a mano, planchar
					Construcción	Trabajo muy intensos
PERSONA						
	Piel muy pálida, cabello rojizo, muchas pecas	Cherno desnudo	Cherno desnudo	Cherno desnudo	Dormir	Trabajo manual
	Piel pálida, cabello rubio, algunas pecas	Bikini similar	Bikini similar	Bikini similar	Estos Asesado	Comisar
	Piel caucásica, cabello castaño, sin pecas	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Sentado con movimiento moderado	Sentado con actividad ligera
	Piel marrón, cabello y ojos oscuros	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	De pie sin movimiento	De pie con actividad ligera
	Piel marrón oscuro, cabello oscuro					
	Piel y cabello negro					
Peso en Kg	Espacio mas utilizado	Traje tropical	Traje tropical	Traje tropical	De pie con levantamiento y transporte moderados	
		Traje formal de negocios incluido chaleco	Traje formal de negocios incluido chaleco	Traje formal de negocios incluido chaleco	Bailar	
					Construcción ligera	
Altura en metros	Horario	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Trabajo manual	Lavar platos
		Ropa de esquimales	Ropa de esquimales	Ropa de esquimales	Limpieza	Limpieza
					Ejercicio moderado	Lavar a mano, planchar
					Construcción	Trabajo muy intensos
PERSONA						
	Piel muy pálida, cabello rojizo, muchas pecas	Cherno desnudo	Cherno desnudo	Cherno desnudo	Dormir	Trabajo manual
	Piel pálida, cabello rubio, algunas pecas	Bikini similar	Bikini similar	Bikini similar	Estos Asesado	Comisar
	Piel caucásica, cabello castaño, sin pecas	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Sentado con movimiento moderado	Sentado con actividad ligera
	Piel marrón, cabello y ojos oscuros	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	De pie sin movimiento	De pie con actividad ligera
	Piel marrón oscuro, cabello oscuro					
	Piel y cabello negro					
Peso en Kg	Espacio mas utilizado	Traje tropical	Traje tropical	Traje tropical	De pie con levantamiento y transporte moderados	
		Traje formal de negocios incluido chaleco	Traje formal de negocios incluido chaleco	Traje formal de negocios incluido chaleco	Bailar	
					Construcción ligera	
Altura en metros	Horario	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Trabajo manual	Lavar platos
		Ropa de esquimales	Ropa de esquimales	Ropa de esquimales	Limpieza	Limpieza
					Ejercicio moderado	Lavar a mano, planchar
					Construcción	Trabajo muy intensos
					moderada	



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

CODIGO:

010

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

La presente encuesta se plantea realizar en el Cantón Chordeleg con el fin de conocer la calidad de confort térmico que tienen las familias al interior de su vivienda, para de esta manera determinar la resultante que nos servirá para las estrategias de diseño bioclimático, que se adaptan a las características físicas y climatológicas del lugar.

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

RECOMENDACIONES BIOCLIMÁTICAS PARA EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR EN EL CLIMA ECUATORIAL DE ALTA MONTAÑA, UBICADO EN EL CANTÓN CHORDELEG, PROVINCIA DEL AZUAY.

Instrucciones: Sr/a. encuestado/a sirvase contestar con toda honestidad el siguiente cuestionario que tiene como objetivo obtener información sobre los horarios de utilización de los espacios en la vivienda y el balance térmico de sus habitantes; con fines netamente académicos.

DATOS GENERALES

Nombre del Encuestado Elizabeth Moreno
 Profesión Comerciante
 Fecha: 20 Febrero de 2016

SECCION I

1.- Considere que la temperatura en el interior de su vivienda es: (Sr./Srta. encuestador/a marque con una x la opción escogida)

Frío		Cálido		Templado	<input checked="" type="checkbox"/>
------	--	--------	--	----------	-------------------------------------

2.- Su familia se encuentra integrada por cuantos miembros: (Sr./Srta. encuestador/a marque con una x la opción escogida)

1		3		5	
2		4	<input checked="" type="checkbox"/>	6	

3. Su vivienda cuenta con los siguientes espacios:

Sala	<input checked="" type="checkbox"/>	Cocina	<input checked="" type="checkbox"/>	Estudio	<input checked="" type="checkbox"/>
Comedor	<input checked="" type="checkbox"/>	Dormitorios	<input checked="" type="checkbox"/>	Patio / Lavandería	<input checked="" type="checkbox"/>

4. La cocina es utilizada en su hogar en que horarios

06:00 a 08:00	<input checked="" type="checkbox"/>	10:00 a 12:00	<input checked="" type="checkbox"/>	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	<input checked="" type="checkbox"/>	20:00 a 22:00		22:00 a 24:00	

5. El comedor de su vivienda es utilizado en que horarios del día?

06:00 a 08:00		10:00 a 12:00		14:00 a 16:00	
08:00 a 10:00	<input checked="" type="checkbox"/>	12:00 a 14:00	<input checked="" type="checkbox"/>	16:00 a 18:00	
18:00 a 20:00		20:00 a 22:00	<input checked="" type="checkbox"/>	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	<input checked="" type="checkbox"/>
18:00 a 20:00		20:00 a 22:00		22:00 a 24:00	

7. Habitualmente a partir de qué hora hacen uso de la habitación en su hogar?

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 en adelante	<input checked="" type="checkbox"/>

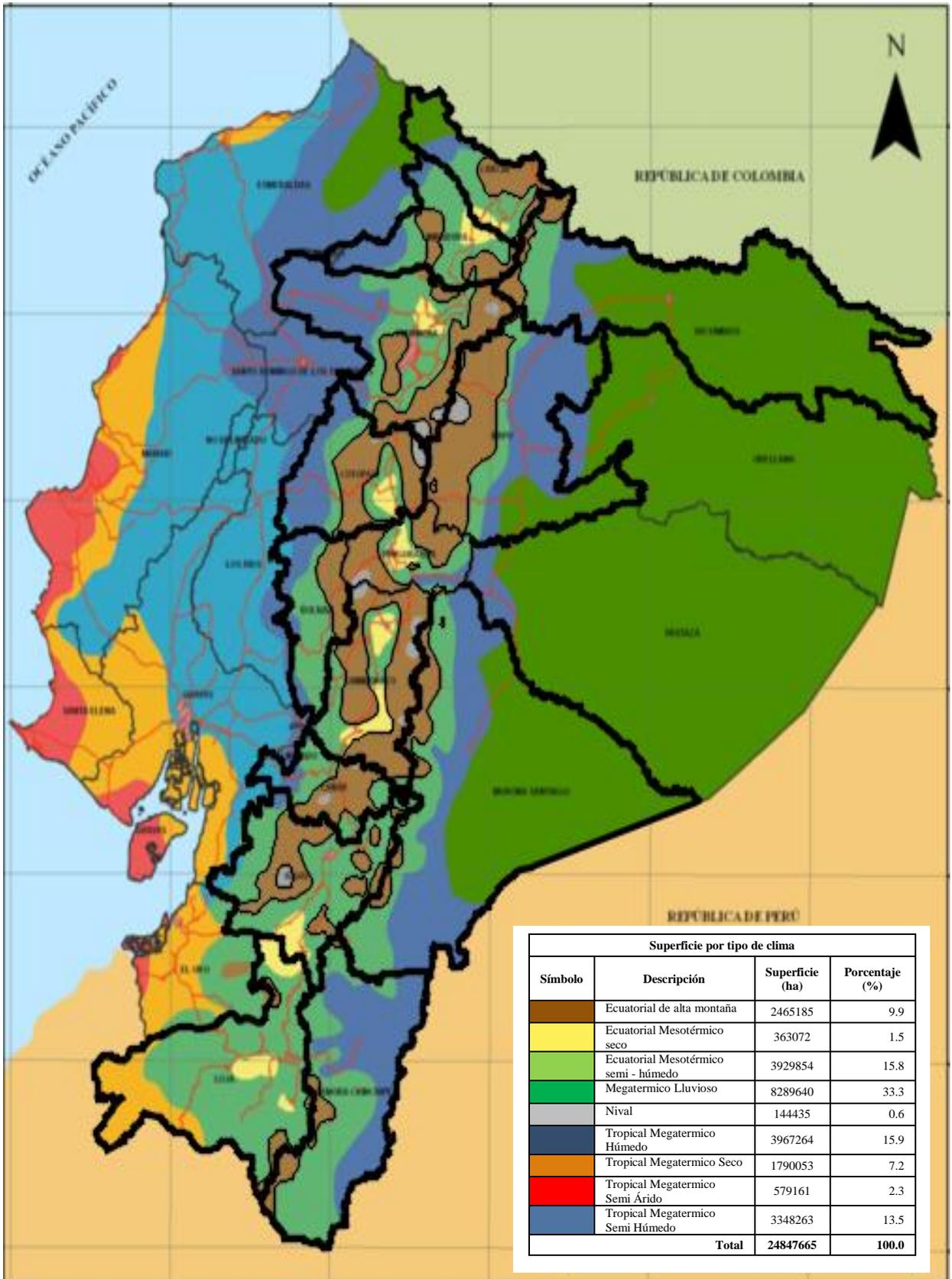
8. Utiliza el estudio de su vivienda en que horarios

06:00 a 08:00		10:00 a 12:00		14:00 a 16:00	<input checked="" type="checkbox"/>
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 en adelante	

Elizabeth Moreno

Miembro Familiar / Nombre	Color de piel	Vestimenta			Actividad que realiza en el espacio más utilizado	
		Día	Tarde	Noche		
Sandra Moreno	Piel muy pálida, cabello rojizo, muchas pecas	Cuerpo desnudo	Cuerpo desnudo	Cuerpo desnudo	Dormir	Trabajo manual liviano
	Piel pálida, cabello rubio, algunas pecas	Bikini similar	Bikini similar	Bikini similar	Estar Acostado	Caminar horizontal
	Piel caucásica, cabello castaño, sin pecas	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Sentado con movimiento moderado	X
	Piel marrón, cabello y ojos oscuros	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Sentado con actividad ligera	
	Piel marrón oscuro, cabello oscuro	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	De pie sin movimiento	
Piel y cabello negro	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	De pie con actividad ligera		
Peso en Kg	Espacio mas utilizado	Traje tropical	Traje tropical	Traje tropical	De pie con levantamiento y transporte moderados	
55	Dormitorio	Traje formal de negocios incluido chaleco	Traje formal de negocios incluido chaleco	Traje formal de negocios incluido chaleco	Bañar	
Altura en metros	Horario	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Construcción ligera	
1.55	14:00 - 18:00	Ropa de esquimales	Ropa de esquimales	Ropa de esquimales	Trabajo manual	Lavar platos
					Limpieza domestica	Limpieza domestica
					Ejercicio moderado	Lavar a mano, planchar
					Construcción moderada	Trabajo muy intensos
PERSONA 2						
Elizabeth Moreno	Piel muy pálida, cabello rojizo, muchas pecas	Cuerpo desnudo	Cuerpo desnudo	Cuerpo desnudo	Dormir	Trabajo manual
	Piel pálida, cabello rubio, algunas pecas	Bikini similar	Bikini similar	Bikini similar	Estar Acostado	Caminar
	Piel caucásica, cabello castaño, sin pecas	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Sentado con movimiento moderado	
	Piel marrón, cabello y ojos oscuros	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Sentado con actividad ligera	
	Piel marrón oscuro, cabello oscuro	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	De pie sin movimiento	
Piel y cabello negro	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	De pie con actividad ligera	X	
Peso en Kg	Espacio mas utilizado	Traje tropical	Traje tropical	Traje tropical	De pie con levantamiento y transporte moderados	
58	Cocina	Traje formal de negocios incluido chaleco	Traje formal de negocios incluido chaleco	Traje formal de negocios incluido chaleco	Bañar	
Altura en metros	Horario	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Construcción ligera	
1.50	07:00 - 12:00	Ropa de esquimales	Ropa de esquimales	Ropa de esquimales	Trabajo manual	Lavar platos
					Limpieza domestica	Limpieza domestica
					Ejercicio moderado	Lavar a mano, planchar
					Construcción moderada	Trabajo muy intensos
PERSONA 3						
Nataly Pucha	Piel muy pálida, cabello rojizo, muchas pecas	Cuerpo desnudo	Cuerpo desnudo	Cuerpo desnudo	Dormir	Trabajo manual
	Piel pálida, cabello rubio, algunas pecas	Bikini similar	Bikini similar	Bikini similar	Estar Acostado	Caminar
	Piel caucásica, cabello castaño, sin pecas	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Sentado con movimiento moderado	X
	Piel marrón, cabello y ojos oscuros	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Sentado con actividad ligera	
	Piel marrón oscuro, cabello oscuro	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	De pie sin movimiento	
Piel y cabello negro	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	De pie con actividad ligera		
Peso en Kg	Espacio mas utilizado	Traje tropical	Traje tropical	Traje tropical	De pie con levantamiento y transporte moderados	
50	Dormitorio	Traje formal de negocios incluido chaleco	Traje formal de negocios incluido chaleco	Traje formal de negocios incluido chaleco	Bañar	
Altura en metros	Horario	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Construcción ligera	
1.58	14:00 - 19:00	Ropa de esquimales	Ropa de esquimales	Ropa de esquimales	Trabajo manual	Lavar platos
					Limpieza domestica	Limpieza domestica
					Ejercicio moderado	Lavar a mano, planchar
					Construcción moderada	Trabajo muy intensos
PERSONA 4						
Dignei Moreno	Piel muy pálida, cabello rojizo, muchas pecas	Cuerpo desnudo	Cuerpo desnudo	Cuerpo desnudo	Dormir	Trabajo manual
	Piel pálida, cabello rubio, algunas pecas	Bikini similar	Bikini similar	Bikini similar	Estar Acostado	Caminar
	Piel caucásica, cabello castaño, sin pecas	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Ropa tropical: interior ligero+ camisa corta+ pantalón corto	Sentado con movimiento moderado	X
	Piel marrón, cabello y ojos oscuros	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Sentado con actividad ligera	
	Piel marrón oscuro, cabello oscuro	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	De pie sin movimiento	
Piel y cabello negro	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	Ropa ligera: interior ligero+ camisa corta+ pantalón ligero	De pie con actividad ligera		
Peso en Kg	Espacio mas utilizado	Traje tropical	Traje tropical	Traje tropical	De pie con levantamiento y transporte moderados	
62	Dormitorio	Traje formal de negocios incluido chaleco	Traje formal de negocios incluido chaleco	Traje formal de negocios incluido chaleco	Bañar	
Altura en metros	Horario	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Traje con abrigo de lana y ropa interior larga	Construcción ligera	
1.67	14:00 - 18:00	Ropa de esquimales	Ropa de esquimales	Ropa de esquimales	Trabajo manual	Lavar platos
					Limpieza domestica	Limpieza domestica
					Ejercicio moderado	Lavar a mano, planchar
					Construcción moderada	Trabajo muy intensos

ANEXO 2



Fuente: MAGAP
Elaboración: Lazo A.

ANEXO 3

fte		Chordeleg-Cuenca - Ecuador		2004-2014	
I	CLIMA			(A)Ca (w0)(w)e)g	
J	BIOClima			FRIO	
A	LATITUD	3°,10'08"00		3,17	decimal
A	LONGITUD	78°,44'01"00		78,73	decimal
A	ALTITUD	3.205 msnm			

Ecuatorial de alta montaña

fte	PARÁMETROS	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURAS															
A	MÁXIMA EXTREMA	°C	10,7	10,7	10,5	10,1	10,0	10,0	10,0	10,8	10,0	11,0	11,4	11,1	11,4
A	MÁXIMA	°C	9,8	9,7	9,8	9,7	9,5	9,1	9,0	9,0	9,1	10,3	10,3	10,4	9,6
A	MEDIA	°C	7,9	8,0	7,7	7,8	7,6	7,0	6,9	6,9	7,0	7,9	7,9	8,1	7,5
A	MÍNIMA	°C	5,7	5,2	5,2	5,0	5,2	4,9	4,6	4,1	4,6	5,1	5,0	5,1	5,0
A	MÍNIMA EXTREMA	°C	5,4	5,1	5,1	4,8	5,0	4,5	4,1	4,0	4,4	4,7	4,7	4,9	4,7
E	OSCILACION	°C	4,2	4,6	4,6	4,7	4,3	4,2	4,4	4,9	4,6	5,2	5,3	5,3	4,7
HUMEDAD															
A	TEMP. BULBO HÚMEDO	°C	6,93	6,81	6,66	6,64	6,64	6,22	6,11	5,94	6,14	6,73	6,69	6,81	6,53
E2	H.R. MÁXIMA	%	95,9	92,0	96,7	94,2	95,8	99,6	98,6	97,3	97,9	95,4	95,7	94,4	96,1
A	H.R. MEDIA	%	85,6	83,0	85,2	83,8	85,5	87,9	87,2	85,7	86,4	83,2	83,3	82,5	85,0
E2	H.R. MÍNIMA	%	75,3	74,0	73,7	73,5	75,2	76,2	75,9	74,0	75,0	71,0	70,8	70,7	73,8
E	PRESIÓN DE VAPOR MEDIA	hPa	0,91	0,89	0,89	0,88	0,89	0,88	0,87	0,85	0,87	0,89	0,88	0,89	0,88
A	EVAPORACION	mm	108,8	132,6	186,0	199,2	203,5	167,9	153,1	149,7	133,2	134,6	116,3	100,9	1785,8
PRESIÓN															
A	MEDIA	hPa	685,5	684,2	683,5	687,5	680,5	682,7	683,5	685,8	698,2	684,0	686,5	683,5	686,9
PRECIPITACIÓN															
A	MEDIA (TOTAL)	mm	80,5	110,2	98,5	120,3	80,5	60,2	45,7	38,2	47,9	98,5	120,5	126,3	1.027,08
A	MÁXIMA	mm	134,8	157,7	172,9	183,9	130,0	96,3	103,8	60,0	81,0	147,5	201,2	363,3	363,3
A	MÁXIMA EN 24 HRS.	mm	39,1	87,2	52,8	48,4	38,1	35,9	29,3	31,8	38,4	39,7	48,0	61,7	87,2
A	MÁXIMA EN 1 HR.	mm	11,4	8,1	12,8	3,0	26,2	53,5	50,0	30,0	24,5	20,7	15,8	3,9	53,5
B	MÍNIMA	mm	20,3	12,4	43,5	24,8	26,4	33,0	12,0	16,0	8,9	43,2	39,2	42,3	321,0
DÍAS GRADO															
E	DÍAS GRADO GENERAL	dg	-313,1	-280,0	-320,9	-307,5	-322,4	-331,5	-344,1	-345,7	-330,0	-313,1	-304,5	-308,5	-3.821,2
E	DÍAS GRADO LOCAL	dg	-295,6	-264,2	-303,3	-290,6	-304,9	-314,6	-326,6	-328,1	-313,1	-295,6	-287,6	-290,9	-3.615,0
E	DG-enfriamiento	dg	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
E	DG-calentamiento	dg	-304,5	-284,3	-309,1	-304,6	-313,3	-309,1	-324,4	-330,9	-313,4	-306,9	-297,3	-306,0	-3703,7
ÍNDICE OMBROTÉRMICO															
14															
E	TEMP. EQUIVALENTE	coef.	33,25	48,1	42,225	53,125	33,25	23,1	15,84	12,1	16,925	42,225	53,25	56,15	35,8
E	ÍNDICE DE ARIDEZ	coef.	4,2	6,0	5,5	6,9	4,4	3,3	2,3	1,8	2,4	5,3	6,8	7,0	4,7
E	SECO/HUMEDO		H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
RADIACIÓN SOLAR															
C	RADIACIÓN MÁXIMA DIRECTA	W/m ²	521,0	585,0	642,0	661,0	676,0	530,0	549,0	576,0	591,0	570,0	568,0	459,0	577,3
E	RADIACIÓN MÁXIMA DIFUSA	W/m ²	155,0	167,0	181,0	192,0	189,0	212,0	210,0	206,0	195,0	177,0	150,0	159,0	182,8
C	RADIACIÓN MÁXIMA TOTAL	W/m ²	676,0	752,0	823,0	853,0	865,0	742,0	759,0	782,0	786,0	747,0	718,0	618,0	760,1
A	INSOLACIÓN TOTAL	hr	276,0	236,0	200,0	204,0	223,0	210,0	231,0	234,0	224,0	241,0	266,0	277,0	2.822,0
FENOMENOS ESPECIALES															
A	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
B	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
A	DÍAS DESPEJADOS	días	10,4	9,6	11,1	6,7	5,1	2,2	4,3	0,9	4,4	5,3	8,3	10,7	79,0
A	MEDIO NUBLADOS	días	11,4	11,6	14,2	14,8	13,9	9,6	8,9	10,7	12,9	14,1	15,2	11,0	148,3
A	DÍAS NUBLADOS	días	9,2	6,8	5,7	8,5	12,0	18,2	17,8	19,4	12,7	11,6	6,5	9,3	137,7
B	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
A	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
A	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
A	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
A	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
B	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
A	VISIBILIDAD DOMINANTE	días	5	5	5	7	7	7	5	5	5	5	5	7	5
VENTO															
D	DIRECCIÓN DOMINANTE		SW	SW	NW	SW	NW	NW	SW						
D	CALMAS	%	73,0	70,3	70,3	64,9	70,3	70,3	70,3	73,0	70,3	70,3	70,3	70,3	70,3
D	VELOCIDAD MEDIA	m/s	2,4	3,2	2,8	1,8	2,6	2,0	2,0	1,4	2,4	2,8	2,6	3,2	2,4
D	VELOCIDAD MÁXIMA	m/s	5,8	5,8	5,8	5,2	6,2	6,2	6,2	6,4	6,6	6,2	5,6	6,0	6,6
A	MÁXIMO DIARIO	m/s	2,8	2,9	2,9	2,6	3,1	3,1	3,1	3,2	3,3	3,1	2,8	3,0	3,0

mínima máxima Oscilación anual

10,0	11,4	1,5
9,0	10,4	1,4
6,9	8,1	1,2
4,1	5,7	1,6
4,0	5,4	1,5
4,2	5,3	1,1

92,0	99,6	7,6
82,5	87,9	5,4
70,7	76,2	5,6

38,2	126,3	88,1
60,0	363,3	303,3
29,3	87,2	57,9
3,0	53,5	50,5

fte	Datos	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
CONFORT															
Zona de confort térmico mensual															
E	ZCs	°C	22,5	22,6	22,5	22,5	22,5	22,3	22,2	22,2	22,3	22,5	22,5	22,6	22,4
E	Tn	°C	20,0	20,1	20,0	20,0	20,0	19,8	19,7	19,7	19,8	20,0	20,0	20,1	19,9
E	ZCi	°C	17,5	17,6	17,5	17,5	17,5	17,3	17,2	17,2	17,3	17,5	17,5	17,6	17,4
Confort de Humedad															
	Superior	%	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
	Inferior	%	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Predicted Mean Vote (PMV) - Voto medio estimado															
	Máxima														
	Media														
	Minima														
Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) - porcentaje estimado de insatisfacción															
	Máxima	%													
	Media	%													
	Minima	%													
Nuevo Wind Chill															
G	Minima	°C	1,79	1,15	1,22	1,23	1,05	0,61	0,29	-0,43	0,07	0,86	1,05	1,01	0,58
G	Diferencia	°C	-3,86	-4,00	-3,98	-3,77	-4,15	-4,24	-4,31	-4,53	-4,48	-4,19	-3,95	-4,09	-4,37
Humidex															
H	Máxima	°C	9,80	9,70	9,80	9,70	9,50	9,05	8,95	9,00	9,10	10,25	10,25	10,35	9,62
H	Diferencia	°C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Límite de Radiación Solar															
	Máximo	W/m ²	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
	Minimo	W/m ²	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Límite de viento															
	Velocidad en interiores	m/s	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Nubosidad en porcentaje															
E	Días despejados	%	33,5%	34,3%	35,8%	22,3%	16,5%	7,3%	13,9%	2,9%	14,7%	17,1%	27,7%	34,5%	21,7%
E	Medio nublados	%	36,8%	41,4%	45,8%	49,3%	44,8%	32,0%	28,7%	34,5%	43,0%	45,5%	50,7%	35,5%	40,7%
E	Días nublados	%	29,7%	24,3%	18,4%	28,3%	38,7%	60,7%	57,4%	62,6%	42,3%	37,4%	21,7%	30,0%	37,6%

Fuente: Tabulación estadística datos del INAMHI, Parroquia Principal – Cantón Chordeleg

Elaboración: Lazo A.