

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial
15018, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 1976.

Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano
MAESTRÍA EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLE



Tecnologías sustentables y estrategias de diseño para la adecuación de la vivienda rural en la localidad Benito Juárez en Tepic, Nayarit.

Trabajo que para obtener el grado de:
MAESTRA EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLES

Presenta:
BLANCA VERANIA LIZÁRRAGA ESTRADA
EXPEDIENTE: 700431

Tutor de proyecto:
FRANCISCO ÁLVAREZ PARTIDA

San Pedro Tlaquepaque, Jalisco, a 06 de Mayo de 2016

ÍNDICE GENERAL

Resumen del proyecto	1
1. Planteamiento del tema	2
1.1 Delimitación del objeto de innovación	2
1.2 Descripción de la situación-problema que se aborda.....	3
1.3 Importancia del proyecto que se desarrollará	3
1.3.1 Justificación social	4
1.3.2 Justificación de campo	4
1.3.3 Justificación institucional	5
1.3.4 Justificación personal	5
2. Marco teórico	6
2.1 Antecedentes empíricos del tema	6
2.2 Referencias conceptuales del tema.....	8
2.3 Encuadre contextual	12
3. Diseño Metodológico	14
3.1 Hipótesis o supuesto de trabajo	14
3.1.1 Estado del arte	14
3.1.2 Problematización	15
3.1.3 Supuestos.....	15
3.1.4 Variables y unidades de análisis	15
3.2 Preguntas generadoras.....	17
3.2.1 Pregunta principal de investigación.....	17
3.2.2 Preguntas secundarias.....	17
3.3 Objetivos.....	18
3.3.1 Objetivo general	18
3.3.2 Objetivos particulares	18
3.4 Postura epistémica.....	19
3.5 Elección metodológica	20
3.6 Selección de técnicas y diseño de instrumentos	23
3.6.1 Observación directa.....	23
3.6.2 Diseño de experimentos.....	24
3.6.3 Entrevista.....	26
3.6.4 Encuesta.....	26
3.6.5 Dinámica participativa	27
3.7 Trabajo de campo	27
3.7.1 Descripción del planteamiento metodológico.....	27
3.7.2 Desarrollo puntual de los pasos seleccionados	28
3.7.3 Descripción de las técnicas de investigación	30
4. Análisis, desarrollo de la propuesta y resultados	35
4.1 Síntesis interpretativa de los datos analizados	35
4.1.1 Análisis del sitio y del entorno	35
4.1.1.1 Localización geográfica	35
4.1.1.2 Medio natural: sitio.....	35
4.1.1.3 Medio natural: entorno.....	43
4.1.1.4 Medio artificial.....	47
4.1.1.5 Medio socio-cultural.....	48
4.1.1.6 Análisis de Infraestructura y de servicios básicos.....	49
4.1.2 Climatología de la localidad rural Benito Juárez	51
4.1.2.1 Clasificación.....	51

4.1.2.2 Mesoclima.....	52
4.1.2.3 Datos climáticos.....	54
4.1.2.4 Análisis de geometría solar	57
4.1.3 Análisis Bioclimático	61
4.1.3.1 Análisis Paramétrico	61
4.1.3.2 Análisis Estratégico	73
4.1.4 Análisis del Usuario	93
4.1.5 Análisis del edificio	95
4.1.5.1 Ubicación de la vivienda	95
4.1.5.2 Distribución de la vivienda.....	96
4.1.5.3 Planos de la vivienda.....	96
4.1.5.4 Monitoreo de la vivienda.....	100
4.1.5.5 Comportamiento térmico de la envolvente NOM-020-ENER-2011.....	103
4.1.5.6 Análisis térmico Ecotect Analysis 2011	123
4.1.5.7 Análisis de ventilación Ecotect Analysis 2011	134
4.1.5.8 Análisis de protección solar	144
4.2 Diseño aplicativo de la solución	158
4.3 Factibilidad y validación	161
4.3.1 Metodología SAT aplicada a aislamientos térmicos en la vivienda rural	161
4.3.2 Escenarios Futuros.....	173
5. Tecnología sustentable	177
5.1 Humedal artificial para localidad rural Benito Juárez.....	177
5.2 Propuesta esquemática de un humedal artificial para localidad rural Benito Juárez	185
6. Conclusiones	193
7. Fuentes Consultadas	196
8. Anexos	201

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Orientación óptima para la ciudad de Tepic, Nayarit	35
Figura 2. Representación gráfica de las temperaturas horarias de los meses Enero-Junio de Tepic.....	57
Figura 3. Representación gráfica de las temperaturas horarias de los meses Julio-Diciembre de Tepic	58
Figura 4. Representación gráfica de la humedad relativa horaria de los meses Enero-Junio de Tepic.....	59
Figura 5. Representación gráfica de la humedad relativa horaria de los meses Julio-Diciembre de Tepic	60
Figura 6. Planta Arquitectónica del Conjunto.....	96
Figura 7. Planta Arquitectónica - Vivienda Tipo	97
Figura 8. Corte Transversal X – X'	97
Figura 9. Corte Longitudinal Y – Y'	98
Figura 10. Fachada Este – F1.....	98
Figura 11. Fachada Lateral Norte – F2	98
Figura 12. Fachada Oeste – F3	98
Figura 13. Fachada Sur – F4	99
Figura 14. Localización de dataloggers en vivienda analizada	100
Figura 15. Planta arquitectónica de la vivienda analizada	103
Figura 16. Fachada Este – F1.....	104
Figura 17. Fachada Norte – F2	104
Figura 18. Fachada Oeste – F3	104
Figura 19. Fachada Sur – F4	104
Figura 20. Detalle de instalación con aislante térmico (lana) en losa plana de concreto	114
Figura 21. Detalle de instalación con aislante térmico (lino) en losa plana de concreto	115
Figura 22. Detalle de instalación con aislante térmico (corcho) en losa plana de concreto	116
Figura 23. Detalle de instalación con aislante térmico (celulosa) en losa plana de concreto.....	117
Figura 24. Vivienda Rural ACTUAL de Benito Juárez.....	123
Figura 25. Fachada Norte de la Vivienda Actual de Benito Juárez	123
Figura 26. Fachada Sur de la Vivienda Actual de Benito Juárez	123
Figura 27. Vivienda Rural ADECUADA de Benito Juárez.....	129
Figura 28. Fachada Sur de la Vivienda Adecuada de Benito Juárez	129
Figura 29. Fachada Norte de la Vivienda Adecuada de Benito Juárez.....	129
Figura 30. Vivienda Rural ACTUAL de Benito Juárez (ventilación)	134
Figura 31. Fachada Norte de la Vivienda Actual de Benito Juárez	134
Figura 32. Fachada Sur de la Vivienda Actual de Benito Juárez	134
Figura 33. Análisis de ventilación de la vivienda actual de Benito Juárez vista en planta	135
Figura 34. Análisis de ventilación de la vivienda actual de Benito Juárez, vista en perspectiva	135
Figura 35. Temperatura por zonas Análisis de ventilación de la vivienda actual de Benito Juárez	136
Figura 36. Análisis de ventilación de la vivienda actual (zona 1 y 2) de Benito Juárez.....	136
Figura 37. Análisis de ventilación de la vivienda actual (zona 3 y 4) de Benito Juárez.....	137
Figura 38. Temperatura de zonas de acuerdo al Análisis de ventilación de la vivienda actual de Benito Juárez.	137
Figura 39. Temperatura de zonas de acuerdo al Análisis de ventilación de la vivienda actual de Benito Juárez.	138
Figura 40. Vivienda Rural ADECUADA de Benito Juárez (ventilación)	140
Figura 41. Fachada Norte de la Vivienda Adecuada de Benito Juárez	140
Figura 42. Fachada Sur de la Vivienda Adecuada de Benito Juárez	140
Figura 43. Análisis de ventilación de la vivienda adecuada de Benito Juárez, vista en planta	141
Figura 44. Análisis de ventilación de la vivienda actual de Benito Juárez, efecto “remolino”, vista en planta.....	141
Figura 45. Análisis de ventilación de la vivienda adecuada de Benito Juárez, efecto “ventilación cruzada”.....	141
Figura 46. Análisis de ventilación de la vivienda actual de Benito Juárez, efecto “remolino”.....	142
Figura 47. Análisis de ventilación de la vivienda adecuada de Benito Juárez, efecto “ventilación cruzada”.	142
Figura 48. Temperatura por zonas del Análisis de ventilación de la vivienda adecuada de Benito Juárez	143
Figura 49. Resultados de Temperatura de la vivienda actual de Benito Juárez.	143
Figura 50. Resultados de Temperatura de la vivienda adecuada de Benito Juárez	143
Figura 51. Plano de localización de Ventanas en Fachada Este	144
Figura 52. Posición del sol en la fachada Este a las 12 horas	145
Figura 53. Plano de localización de Ventanas en Fachada Norte	146
Figura 54. Posición del sol en la fachada Norte a las 12 horas	146
Figura 55. Plano de localización de Ventanas en Fachada Oeste.....	147
Figura 56. Posición del sol en la fachada Oeste a las 12 horas	147
Figura 57. Plano de localización de Ventanas en Fachada Oeste.....	148
Figura 58. Posición del sol en la fachada Sur a las 12 horas	148
Figura 59. Diagrama de Ángulos de sombra vertical	151

Figura 60. Propuesta 1 para la protección solar de la fachada sur de la vivienda adecuada	151
Figura 61. Aplicación de protección solar en ventanas sur.....	153
Figura 62. Propuesta 2 para la protección solar de la fachada sur de la vivienda adecuada	154
Figura 63. Aplicación de protección solar en ventanas sur.....	156
Figura 64. Diseño aplicativo de la Fachada Este	158
Figura 65. Diseño aplicativo de la Fachada Norte	159
Figura 66. Diseño aplicativo de la Fachada Oeste.....	159
Figura 67. Diseño aplicativo de la Fachada Sur.....	160
Figura 68. Ciclo metodológico SAT. Fuente: UNEP.....	161
Figura 69. Diseño Bioclimático. Fuente: Elaboración propia.....	162

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 0. Ubicación en mapa de la localidad rural Benito Juárez	12
Mapa 1. Regiones y Cuencas Hidrológicas en el estado de Nayarit.....	36
Mapa 2. Identificación de la cuenca a la que pertenece la localidad rural Benito Juárez	36
Mapa 3. Uso de Suelo y Vegetación en el Municipio de TEPIC.....	37
Mapa 4. Identificación del tipo de suelo que pertenece a la localidad rural Benito Juárez	38
Mapa 5. Geología en el Municipio de TEPIC	39
Mapa 6. Identificación de la composición geológica que predomina en la localidad rural Benito Juárez.....	39
Mapa 7. Edafología en el Municipio de TEPIC.....	40
Mapa 8. Identificación de la composición edafológica que predomina en la localidad rural Benito Juárez.....	41
Mapa 9. Provincias Fisiográficas del Municipio de TEPIC	42
Mapa 10. Identificación de la Subprovincia fisiográfica que pertenece la localidad rural Benito Juárez	42
Mapa 11. Identificación de la zona de derrumbes en la localidad rural Benito Juárez.....	43
Mapa 12. Identificación de la zona de hundimientos en la localidad rural Benito Juárez.....	44
Mapa 13. Identificación de la zona inestable de laderas en la localidad rural Benito Juárez.....	45
Mapa 14. Identificación de la zona de inundaciones en la localidad rural Benito Juárez.....	46
Mapa 15. Identificación del clima que predomina en la localidad rural Benito Juárez	51
Mapa 16. Localización de la vivienda seleccionada en la localidad rural Benito Juárez	95
Mapa 17. Mapa de localización de localidad rural Benito Juárez M-00	185
Mapa 18. Mapa de localización de viviendas en la localidad rural Benito Juárez M-01.....	186
Mapa 19. Mapa de localización de opción óptima de humedal artificial M-02	187
Mapa 20. Mapa Esquemático de humedal artificial M-03	188
Mapa 21. Mapa Esquemático de humedal artificial con tuberías M-04.....	189

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Temperatura y umbral de confort térmico de la ciudad de Tepic, Nayarit	61
Gráfica 2. Humedad relativa de la ciudad de Tepic, Nayarit	62
Gráfica 3. Precipitación y Evaporación de la ciudad de Tepic, Nayarit	63
Gráfica 4. Velocidad Media y Máxima de Viento Mensual para la Ciudad de Tepic, Nayarit	64
Gráfica 5. Dirección del Viento de los meses Enero-Junio de la Ciudad de Tepic, Nayarit	65
Gráfica 6. Dirección del Viento de los meses Julio-Diciembre de la Ciudad de Tepic, Nayarit.	66
Gráfica 7. Datos anuales de los días grado para la Ciudad de Tepic, Nayarit	68
Gráfica 8. Datos anuales de la insolación en la ciudad de Tepic, Nayarit.	69
Gráfica 9. Datos anuales de la radiación solar para la Ciudad de Tepic, Nayarit	70
Gráfica 10. Datos anuales del índice ombrotérmico de la Ciudad de Tepic, Nayarit	72
Gráfica 11. Triángulos de Confort mensual para la Ciudad de Tepic, Nayarit	73
Gráfica 12. Estrategias bioclimáticas mensuales del triángulo de Evans para la Ciudad de Tepic, Nayarit	74
Gráfica 13. Datos anuales del índice ombrotérmico de la Ciudad de Tepic, Nayarit	77
Gráfica 14. Diagrama Psicométrico de la Ciudad de Tepic, Nayarit	79
Gráfico 15. Estrategias de diseño de acuerdo a los resultados del diagrama psicométrico	81
Gráfica 16. Confort Térmico pronosticado por el método de Fanger, para la Ciudad de Tepic, Nayarit	82
Gráfica 17. Problemas o inconvenientes en la vivienda.....	94
Gráfica 18. Resultados del monitoreo interior de la vivienda rural de Benito Juárez	101
Gráfica 19. Resultados del monitoreo exterior de la vivienda rural de Benito Juárez	101
Gráfica 20. Análisis térmico (sala-comedor) del día 20 de Mayo (día más caliente)	124
Gráfica 21. Análisis térmico (cocina) del día 20 de Mayo (día más caliente)	124
Gráfica 22. Análisis térmico (recámara 1) del día 20 de Mayo (día más caliente)	125
Gráfica 23. Análisis térmico (recámara 2) del día 20 de Mayo (día más caliente)	125
Gráfica 24. Análisis térmico (sala-comedor) del día 12 de Enero (día más frío)	126
Gráfica 25. Análisis térmico (cocina) del día 12 de Enero (día más frío)	126
Gráfica 26. Análisis térmico (recámara 1) del día 12 de Enero (día más frío)	127
Gráfica 27. Análisis térmico (recámara 2) del día 12 de Enero (día más frío)	127
Gráfica 28. Análisis térmico de la vivienda adecuada (sala-comedor) del día 20 de Mayo (día más caliente)	130
Gráfica 29. Análisis térmico de la vivienda adecuada (cocina) del día 20 de Mayo (día más caliente)	130
Gráfica 30. Análisis térmico de la vivienda adecuada (recámara 1) del día 20 de Mayo (día más caliente)	131
Gráfica 31. Análisis térmico de la vivienda adecuada (recámara 2) del día 20 de Mayo (día más caliente)	131
Gráfica 32. Análisis térmico de la vivienda adecuada (sala-comedor) del día 12 de Enero (día más frío)	132
Gráfica 33. Análisis térmico de la vivienda adecuada (cocina) del día 12 de Enero (día más frío)	132
Gráfica 34. Análisis térmico de la vivienda adecuada (recámara 1) del día 12 de Enero (día más frío)	133
Gráfica 35. Análisis térmico de la vivienda adecuada (recámara 2) del día 12 de Enero (día más frío)	133
Gráfica 36. Sombreado de Ventana 1. Fachada Este de la Vivienda	144
Gráfico 37. Sombreado de Ventana 2. Fachada Este de la Vivienda	144
Gráfica 38. Sombreado de Ventana 3. Fachada Norte de la Vivienda.....	146
Gráfico 39. Sombreado de Ventana 4. Fachada Norte de la Vivienda.....	146
Gráfica 40. Sombreado de Ventana 5. Fachada Oeste de la Vivienda.	147
Gráfica 41. Sombreado de Ventana 6. Fachada Sur de la Vivienda.....	148
Gráfica 42. Sombreado de Ventana 7. Fachada Sur de la Vivienda.....	148
Gráfica 43. Gráfica solar estereográfica de la ciudad de Tepic, Nayarit	149
Gráfica 44. Gráfica de sombreado y asoleamiento de ventana	149
Gráfica 45. Ventana orientada al Sur empatada con la Gráfica solar de la ciudad de Tepic, Nayarit.	150
Gráfica 46. Ángulos de la posición solar.....	150
Gráfica 47. Gráfica solar con máscara de sombras	150
Gráfica 48. Resultado de la Propuesta 1 para la protección solar en ventanas sur.....	153
Gráfica 49. Gráfica solar de ventana orientada al sur sin protección solar	154
Gráfica 50. Gráfica solar de ventana orientada al sur con protección solar	154
Gráfica 51. Resultado de la Propuesta 2 para la protección solar en ventanas sur.....	156
Gráfica 52. Gráfica solar de ventana orientada al sur sin protección solar	157
Gráfica 53. Gráfica solar de ventana orientada al sur con protección solar	157
Gráfica 54. Criterios Ambientales	169
Gráfica 55. Criterios Sociales.....	170
Gráfica 56. Criterios Económicos.....	171
Gráfica 57. Evaluación de la Sustentabilidad en Sistemas Aislantes.....	172

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de la Población.....	13
Tabla 2. Características de las viviendas particulares habitadas.....	13
Tabla 3. Clasificación climática de Köppen-García.....	54
Tabla 4. Normales climatológicas: Humedad del Municipio de Tepic en el periodo de 1994 al 2014.....	54
Tabla 5. Normales climatológicas: Temperatura del Municipio de Tepic en el periodo de 1951 al 2010.....	55
Tabla 6. Normales climatológicas: Precipitación del Municipio de Tepic en el periodo de 1951 al 2010.....	55
Tabla 7. Normales climatológicas: Evaporación del Municipio de Tepic en el periodo de 1951 al 2010.....	56
Tabla 8. Viento mensual de la ciudad de Tepic.....	56
Tabla 9. Temperaturas horarias anuales de la Ciudad de Tepic, Nayarit.....	57
Tabla 10. Humedades relativas horarias anuales de la Ciudad de Tepic, Nayarit.....	57
Tabla 11. Radiación solar total (RSg) horaria de la Ciudad de Tepic, Nayarit.....	71
Tabla 12. Radiación solar directa total (RSb) horaria de la Ciudad de Tepic, Nayarit.....	71
Tabla 13. Tablas e Indicadores de Mahoney.....	75
Tabla 14. Recomendaciones finales de Mahoney.....	76
Tabla 15. Datos de la carta bioclimática de Olgyay.....	78
Tabla 16. Resultados en porcentaje de las estrategias de diseño de Olgyay para cada mes del año.....	79
Tabla 17. Resultados en porcentaje anual de las estrategias de diseño según la carta psicométrica.....	81
Tabla 18. Ciclos estacionales de la ciudad de Tepic, Nayarit.....	84
Tabla 19. Matriz de climatización de la ciudad de Tepic, Nayarit.....	89
Tabla 20. Lista de especificaciones del CEV en comparación con los requerimientos del análisis bioclimático.....	90
Tabla 21. Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda actual.....	113
Tabla 22. Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda con aislante térmico: lana.....	114
Tabla 23. Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda con aislante térmico: lino.....	115
Tabla 24. Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda con aislante térmico: corcho.....	116
Tabla 25. Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda con aislante térmico: celulosa.....	117
Tabla 26. Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda con aislante térmico: hoja de palma.....	119
Tabla 27. Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda con aislante térmico: paja con cal.....	121
Tabla 28. Sistemas constructivos y su cumplimiento con leyes y normas.....	164
Tabla 29. Evaluación de nivel operacional.....	168
Tabla 30. Escenario actual con aislante térmico: hoja de palma.....	174
Tabla 31. Escenario 2080 con aislante térmico: hoja de palma.....	176
Tabla 32. Información de la Localidad rural Benito Juárez.....	177
Tabla 33. Indicadores de carencia en viviendas.....	177

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1: la casa autosuficiente.....	6
Imagen 2: Las cañadas.....	6
Imagen 3: Proyecto San Isidro.....	6
Imagen 4: Eco desarrollo Xochicalli.....	7
Imagen 5: Vivienda rural en Jaltenango.....	7
Imagen 6. Ecotecnologías para la vivienda rural.....	12
Imagen 7. Sra. Silvia Flores Bustamante, entrevistada.....	31
Imagen 8. Sra. Leticia Estrada Sánchez, entrevistada.....	31
Imagen 9. Imágenes de vivienda, dinámica participativa.....	33
Imagen 10. Vivienda rural de Benito Juárez, fachada norte.....	47
Imagen 11. Vivienda rural de Benito Juárez, fachada sur.....	47
Imagen 12. Calle principal de la localidad rural Benito Juárez.....	48
Imagen 13. Habitantes de la localidad rural Benito Juárez.....	49
Imagen 14. Fachadas con orientación al Norte.....	99
Imagen 15. Fachadas con orientación al Oeste.....	99
Imagen 16. Detalle constructivo de la técnica de hoja de palma en techo con estructura de madera.....	120
Imagen 17. Procedimiento constructivo de la técnica de paja con cal con estructura de madera.....	122
Imagen 18. Escenarios climáticos para el Estado de Nayarit.....	173
Imagen 19. Esquema del diseño de un humedal de flujo superficial.....	180
Imagen 20. Esquema del diseño de un humedal de flujo sub-superficial.....	181

RESUMEN

En las zonas rurales de Nayarit, la calidad de las viviendas y su impacto al medio ambiente son problemas actuales que aún no son atendidos eficientemente; el problema central es el limitado acceso a programas de ayuda para la vivienda y las condiciones precarias habitacionales de la población en condiciones de pobreza en zonas rurales. El estudio de los espacios habitados se orienta casi siempre al examen de las edificaciones y sitios propios de los sectores sociales intermedios o de las clases dominantes. Igualmente, se advierte una inclinación de éste hacia las ciudades y, por consiguiente, a descuidar el análisis de la vivienda rural.

El presente proyecto se desarrolla a partir de la necesidad social de mejorar la calidad de vida de una zona rural marginada, a través de la calidad habitacional. Como estrategia para dar una solución a este problema, surge la necesidad de crear una adecuación en la vivienda rural de la localidad Benito Juárez, el cuál propone la incorporación de tecnologías sustentables y la aplicación de estrategias de diseño bioclimático, aprovechando los recursos naturales, los materiales del lugar, y la generación de productividad entre la población y sus viviendas. Buscando entonces, generar un ahorro económico en la vivienda rural a través de la sustentabilidad.

Palabras clave: vivienda sustentable, tecnologías sustentables, ecotecnologías, estrategias bioclimáticas.

Blanca Verania Lizárraga Estrada.

1. PLANTEAMIENTO DEL TEMA

1.1 DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INNOVACIÓN

Arquitectura sin Arquitectos, es el término que representa a la vivienda en el término rural. Refiriéndose a la realización empírica de proyectar y edificar, siendo entonces, la manera más común en las comunidades campesinas. El autor Sánchez, G., (2009) afirma que “en la actualidad la vivienda rural tienen un latente riesgo de ser alterada o de perder su autenticidad, pero esta, sigue siendo la arquitectura popular sobreviviente, que se niega a desaparecer en una época industrial y tecnológica, suspendida en el tiempo; o mejor dicho en lo atemporal, en la medida que su diseño no pretende significar una moda, por el contrario, significa una resistencia cultural y desde ese ángulo, es un fenómeno marginal con respecto a la cultura occidental contemporánea, producto del capitalismo industrial.

Uno de los principales objetivos de las construcciones a lo largo de la historia es proporcionar las condiciones óptimas de confort térmico para la especie humana. Desde los inicios de la civilización, el ser humano ha modificado su hábitat para cobijarse del clima y de otros agentes externos. En cambio, gran parte de los edificios modernos ponen gran énfasis en el diseño, los materiales y la construcción, pero se olvidan de que su principal objetivo es lograr un ambiente interior confortable.

La idea de este proyecto, principalmente, es mejorar la calidad de vida de la población a través de la calidad habitacional. Benito Juárez (Las Chivas) en Tepic, Nayarit, es la localidad seleccionada; siendo catalogada por Sedesol como “marginada”, se hace la razón principal para el desarrollo e investigación de este proyecto.

Basado principalmente, en el estudio de estrategias bioclimáticas para realizar una adecuación a la vivienda rural actual junto con la implementación de tecnologías sustentables necesarias para contrarrestar el problema significativo que tiene la vivienda de la localidad en cuestión de servicios básicos, sobre todo el de drenaje. La realidad en México al día de hoy es que son pocas las viviendas construidas bajo este concepto. En el estado de Nayarit existen programas de ayuda para la vivienda rural, pero no proyectos que solucionen sustentablemente ésta problemática.

Lamentablemente, las viviendas de las localidades rurales, están siendo olvidadas. Existe por tanto, la necesidad de proponer una adecuación sustentable para la vivienda y poder ayudar económicamente a la población que pertenece al lugar. El arquitecto, Ortiz, E., (2011) en el libro el camino posible, afirma que “las necesidades de vivienda que afectan a grandes masas de población son traducidas, por la lógica de mercado, en demanda potencial y efectiva”. Esta última queda limitada a los sectores con capacidad de pago o que cuentan con los apoyos necesarios (crédito, exenciones, subsidios y otros) para adquirir una vivienda en el mercado.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN-PROBLEMA QUE SE ABORDA

Cuando se habla de vivienda rural es imposible no pensar actualmente en el término sustentabilidad. Es inevitable no considerar un proyecto de vivienda ajeno a la situación económica que afecta al país, o como en este caso, al estado de Nayarit. No se puede diseñar o adecuar una vivienda sin considerar los problemas de habitabilidad que existen en las localidades rurales de Tepic, y tampoco se puede avanzar sin tomar en cuenta las principales necesidades o requerimientos del usuario que está siendo afectado. Es importante abordar la problemática desde esta perspectiva y ofrecer una solución a los problemas de vivienda que existen en la actualidad.

En la localidad rural Benito Juárez, el problema central es el limitado acceso a opciones de vivienda y programas de ayuda por parte del gobierno, los bajos ingresos económicos y las condiciones precarias habitacionales de la población en condiciones de pobreza. En la comunidad seleccionada -como caso de estudio para este proyecto- esta problemática se refleja en un alto porcentaje de los hogares pobres que habitan viviendas en situación de hacinamiento, elaboradas con materiales poco amigables con el medio ambiente y la falta de servicios básicos como agua, luz o drenaje. Entre los factores que inciden en la vivienda actual del lugar, se encuentran las inadecuadas condiciones de habitabilidad o confort en el interior de la vivienda, causadas por los altos índices de temperatura y humedad.

En función de lo anterior, se puede afirmar que el estudio de la vivienda actual resulta muy valioso al momento de plantear soluciones para la adecuación sustentable y bioclimática que satisfagan las necesidades psicológicas, sociales y funcionales, así como las físicas y fisiológicas, de los usuarios en el marco de las circunstancias topográficas, climáticas y económicas dadas. Si se actúa acorde a lo anterior, se lograría una vivienda mejor adaptada, que aprovecharía al máximo las características de la región natural. Con esto, se podría lograr un mayor confort, menor consumo de energía y un óptimo uso de los recursos naturales.

1.3 IMPORTANCIA DEL PROYECTO QUE SE DESARROLLARÁ

La mayor parte de la vivienda que se construye en el Estado de Nayarit, sigue sin considerar acciones mínimas de sustentabilidad. Por estas razones, el tener en cuenta una estrategia sustentable en el momento de planear, diseñar y construir es la oportunidad de mejorar la calidad de vida para las personas del estado, sobre todo para las personas de las localidades rurales, que son las que más lo necesitan.

En el año 2010, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, declara que a nivel nacional el 78% de la población vive en localidades urbanas y el 22% en rurales, en donde existen comunidades con marginación y pobreza a pesar de los recursos que el gobierno canaliza no se ha podido lograr un desarrollo rural que permita minimizarlo. En el estado de Nayarit, el 69% de la población es urbana y el 31% rural, éstas comunidades rurales, que abarcan poco más de una tercera parte de la población a nivel estatal, no cuentan con una vivienda digna mucho menos sustentable. El caso de estudio es la comunidad Benito Juárez (las chivas) ubicada en zona aledaña al municipio de Tepic, capital de estado Nayarit, donde la situación de pobreza y marginación predominan.

Este proyecto pretende lograr una adecuación en la vivienda actual de la localidad rural Benito Juárez, a través de un estudio que permita evaluar los niveles de confort térmico; implementar

estrategias de diseño, que respondan a las condiciones climáticas locales y así mejorar la habitabilidad del usuario en la vivienda. Todo esto, junto con la propuesta de tecnologías sustentables que puedan contrarrestar el problema que tienen actualmente con los servicios básicos. Si la creación de este proyecto resulta efectiva, tiene potencial para ser aplicado en las viviendas rurales que pertenecen a las diferentes localidades del municipio de Tepic, que también carecen de confort térmico y requieren del uso e implementación de las tecnologías sustentables.

1.3.1 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La necesidad del proyecto surge a través del índice de marginación alto en vivienda emitido por el Consejo Nacional de Población, (2010) donde expresa que la “marginación se concibe como un problema estructural de la sociedad, en donde no están presentes ciertas oportunidades para el desarrollo, ni las capacidades para adquirirlas”, si tales oportunidades no se manifiestan directamente, las familias y comunidades que viven en esta situación se encuentran expuestas a ciertos riesgos y vulnerabilidades que les impiden alcanzar determinadas condiciones de vida. En la localidad antes mencionada, las viviendas existentes se han ido deteriorando con el tiempo por varias razones, entre ellas el mal uso de modelos arquitectónicos procedentes de la ciudad, sin un estudio previo respecto a las condiciones económicas, sociales ni ambientales de la zona, el uso de materiales constructivos derivados de la industrialización y ajenos a los recursos naturales predominantes; la baja accesibilidad a financiamientos habitacionales para la población en pobreza, ocasionando asentamiento de familias en zonas marginadas o con riesgo de desastre, dominando la insalubridad, los servicios básicos y el desconfort, la falta de incentivos para la construcción y mejoramiento de viviendas, la autoconstrucción deficiente de las viviendas y el desaprovechamiento de la energía renovable.

Las viviendas rurales construidas con criterios bioclimáticos y sustentables son factibles, eficientes energéticamente, manufacturan de forma responsable los materiales, promueven la salud de sus habitantes, preservan el hábitat y ecosistemas, promueven la comunidad, son de mayor calidad y su operación es menos costosa. Las estrategias pasivas utilizadas adecuadamente en el diseño de una vivienda ayudan a obtener como resultado, una vivienda comfortable.

1.3.2 JUSTIFICACIÓN DE CAMPO

En la actualidad la vivienda rural tienen un riesgo latente de ser alterada o de perder su capacidad funcional de respuesta a las necesidades de habitabilidad de las familias rurales, sigue siendo la arquitectura popular sobreviviente, que se niega a desaparecer en una época industrial y tecnológica, suspendida en el tiempo; o mejor dicho en lo atemporal, en la medida que su diseño no pretende significar una moda, por el contrario, significa una resistencia cultural y desde ese ángulo, es un fenómeno marginal con respecto a la cultura occidental contemporánea, producto del capitalismo industrial. Este proyecto, mantendrá la autenticidad, costumbres y tradiciones de la vivienda rural, yendo de la mano siempre con el medio ambiente, convirtiéndola en una vivienda rural sustentable.

1.3.3 JUSTIFICACIÓN INSTITUCIONAL

Los beneficios que aporta éste proyecto a la institución docente que pertenezco, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, ITESO, en este caso, como parte de los alumnos en busca del título de maestro en Proyectos y edificación Sustentables, son la investigación, innovación y diseño de un tema olvidado por la sociedad, la vivienda rural. Un proyecto con propuestas de innovación mejoraría la calidad de vida, social, ambiental y económica de la población de escasos recursos. El tener maestrantes que se dediquen a desarrollar proyectos de innovación sustentable, implica la vinculación social con el exterior a través de este tipo de proyectos; siendo entonces, una de las pocas instituciones en el país, relacionadas con el tema de la sustentabilidad.

1.3.4 JUSTIFICACIÓN PERSONAL

La idea de ayudar a quien más lo necesita es el objetivo principal en esta justificación personal. Cuando hablo de comunidades muy vulnerables donde existen necesidades que satisfacer, estos colectivos, al estar en posiciones tan alejadas de los recursos, pueden llegar a creer que su voz no es escuchada, eso, sumado a que actualmente, les cuesta mucho más participar y reivindicar sus derechos. Me satisface moralmente y mentalmente crear, desarrollar e implementar un proyecto de este tipo, al mismo tiempo, me ayuda a transformar mi capacidad de pensar, de hacer y ver las cosas. Profesionalmente, crezco como Arquitecta, donde se van abriendo campos de trabajo a los que no tenía acceso. Los beneficios que obtengo, al participar en esta maestría, y desarrollar un proyecto catalogado como innovador, son las diversas áreas de trabajo en las que puedo considerar a partir del presente, el conocimiento acerca de un tema que no había explorado a profundidad, un aprendizaje extraordinario, experiencias inolvidables, pero sobre todo la oportunidad de ayudar a alguien que me necesita.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES EMPÍRICOS DEL TEMA

Son muchos los antecedentes teóricos y empíricos que pueden enlistarse en materia de viviendas rurales sustentables. A continuación se presentan y resumen las más sobresalientes y recientes dentro del país:

- **La Casa Autónoma. Diseño y Planificación para la Autosuficiencia.** Brenda y Robert Vale. La casa autónoma - definen los autores del manual-, es una vivienda que funciona con independencia de cualquier tipo de alimentación del exterior, a excepción de aquellas que provienen de su entorno inmediato. Proporciona un interesante punto de partida para los experimentos relativos a la autonomía, puesto que constituye una pequeña unidad que puede ser diseñada, construida y probada en un plazo relativamente corto.



- ✓ *Para este proyecto, se tomará como ejemplo la utilización de los materiales locales en la adecuación de la vivienda y la autoconstrucción que se pueda llevar a cabo dentro de la localidad.*

- **Las Cañadas Bosque de Niebla, Huatusco, Veracruz.** En este proyecto, se tiene como objetivo aprender el porqué y el cómo de la arquitectura sustentable, siempre de una manera totalmente práctica, pues la idea es aprender construyendo mediante la práctica de diversas técnicas de construcción natural, se intenta recuperar y fortalecer la capacidad innata del diseño y la autoconstrucción en la vivienda.



- ✓ *Se muestra la información básica de la Arquitectura Sustentable, lo cual se tomará como información complementaria para este proyecto de vivienda.*

- **Proyecto San Isidro, educación permanente, s.c., Tlaxco, Tlaxcala.** El Proyecto San Isidro: educación permanente, s.c., es un espacio formativo donde se ofrecen cursos y talleres, en donde animan a los participantes a explorar diversas formas de construir, comer, cosechar, educar y soñar en armonía con la naturaleza y una extensa zona demostrativa de técnicas de reconstrucción y regeneración de suelos.



- ✓ *La utilización de los recursos naturales y los materiales locales junto con la autoconstrucción, es lo que se tomará como ejemplo para este proyecto de vivienda.*

- **Eco desarrollo Xochicalli.** Busca la mejora de la calidad de vida comunitaria, de forma autogestiva, inter-relacionada, complementaria, permanente y en armonía con el ambiente, impulsa desde hace años un método de enseñanza y aprendizaje para la transmisión y apropiación de conocimientos que rescaten y potencialicen todos los recursos, en este caso la vivienda.



- ✓ *El ejemplo de las ecotecnologías para las comunidades y el autodesarrollo de la población es el ejemplo que se tomará para este proyecto de vivienda.*
- **Vivienda Rural Sustentable Jaltenango, Chiapas.** Las viviendas en la ciudad rural sustentable de Jaltenango, se encuentra en proceso de construcción en un predio de 80 hectáreas ubicado junto a la cabecera municipal de Ángel Albino Corzo. En esta ciudad rural sustentable se ha proyectado la construcción de 625 viviendas para reubicar a igual número de familias provenientes de localidades en situación de dispersión, pobreza, carencia de servicios básicos y vulnerabilidad a riesgos por fenómenos naturales.
- ✓ *A diferencia de los ejemplos presentados anteriormente, en este caso, solo se tomará la idea de crear sustentabilidad en la vivienda, no a través de la reubicación sino de la adecuación. También se buscará dar solución a la carencia de servicios básicos a través de tecnologías sustentables o ecotecnologías, como en este ejemplo.*
- **El conjunto Ecológico Autosuficiente. Guía de su Operatividad.** Promoción Ecológica Campesina, A.C. En esta guía, los autores pretenden que el campesino, por sí mismo, con una adecuada iniciación, pueda adentrarse en el contenido, evitando términos demasiado técnicos y con una redacción descriptiva. El propósito de la guía es partir de la realidad socio-cultural y tecnológica del campesino y dentro de su contexto buscar el máximo aprovechamiento de los recursos humanos, naturales y tecnológicos que están al alcance del hombre del campo.
- ✓ *Se tomará como ejemplo de este proyecto, el fomento del uso de las tecnologías que usufructúen los materiales e insumos locales y propicien los procesos de autoconstrucción y/o automanejo.*
- **La vivienda sustentable en comunidades rurales.** Caso de estudio: San Fernando, Chiapas de Corzo, Suchiapa, Ocozocoautla y Berriozábal municipios aledaños a Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Con el objetivo de obtener viviendas rurales sustentables en las comunidades aledañas a Tuxtla Gutiérrez (municipios de San Fernando, Chiapas de Corzo, Suchiapa, Ocozocoautla y Berriozábal), se propone incorporar estrategias en el diseño y ecotecnias de bajo costo para el cuidado del medio ambiente.
- ✓ *Se tomará como ejemplo de este proyecto, la utilización de estrategias de diseño para la adecuación de la vivienda rural y la implementación de ecotecnologías para combatir la carencia de servicios en la localidad rural Benito Juárez.*

2.2 REFERENCIAS CONCEPTUALES DEL TEMA

Para el desarrollo de ésta investigación es preciso partir de una base teórica, que se fundamentará en conceptos y estudios que han realizado distintos autores expertos en el tema. Siguiendo una lógica a partir de lo general y terminando en lo particular.

La vivienda es la célula básica de los asentamientos humanos. Diversos autores le dan diferente significado a éste término, como el autor Núñez, R., (2010) la define como “Vivienda es aquella envolvente que no sólo, delimita espacios que el hombre necesita para el desarrollo de su vida cotidiana, sino que, también, los dota de las condiciones de confort necesarias para tal fin”. Permite la agrupación de las personas, usualmente familias, se relaciona con el reposo, la alimentación y la vida en común y su entorno constituye el vínculo social elemental de la interrelación productiva global del hombre. La vivienda tiene múltiples dimensiones que abarcan la agenda cultural, política y económica; constituye desde diferentes ópticas una representación de la familia como el vestuario constituye una representación del individuo. Expresan, de modo pragmático pero aún simbólico, los sistemas de valores socialmente aceptados por la familia y el individuo. De este modo en la vivienda se reflejan las estructuras sociales y con ella las jerarquías y los sistemas de privilegio que resaltan unos individuos sobre otros.

Según los autores Figueroa y Salles., (1994) el hogar puede definirse “mediante una dimensión espacial (la vivienda, la casa como infraestructura) y otra relacional, es decir, referida a las acciones y relaciones desarrolladas por las personas que en él viven. Estas dimensiones interactúan de tal manera que las características estructurales de la vivienda (y de su entorno) afectan la convivencia de las personas”. También se visualiza la situación contraria; esto es, cómo las acciones familiares inciden sobre las características de las viviendas.

La vivienda puede ser erigida en el campo de forma aislada o integrada a pequeños asentamientos de base o puede ser erigida en núcleos poblacionales significativos. La vivienda a estudiar en este proyecto será aplicada en un contexto rural.

- **Vivienda Rural.** Suelen ser construcciones independientes, inconexas, o sólo débilmente enlazadas por caminos, con un rudimentario ordenamiento de agrupación que no impide un equilibrio individual con el entorno; mayormente carecen de suministro de agua, disposición de residuales, energía eléctrica y telefonía, todo ello habilitado en redes públicas. La infraestructura es relativamente pobre debido a que la inversión es menos productiva en asentamientos poco densos. La Secretaría de Desarrollo Social, (2005) en su informe final de evaluación del programa de vivienda rural afirma que, “La vivienda rural es solamente un componente añadido a lo que realmente vale en el campo (el suelo); entonces, los espacios de la vivienda, su equipamiento, su diseño y los materiales de construcción se incorporan plenamente a la dinámica de la zona geográfica en la que se ubica”. También menciona que, “Es el lugar donde se reproducen las costumbres y los valores, propicia un desarrollo social sano de las familias, así como mejores condiciones para su inserción social. El tipo de materiales, las dimensiones, la ubicación geográfica, así como la disponibilidad de infraestructura básica y de servicios, contribuyen a su calidad y el grado de satisfacción que proporcionan”, así, la vivienda rural no puede ser vista sólo como un componente económico y necesariamente se convierte en muchos sentidos en una emergencia social que demanda acciones subsidiarias.

El autor González, C., (1999) en su libro *la vivienda rural en México*, afirma que “la vivienda rural es la tradición constructiva que existe en la tipicidad de cada grupo humano y en cada región, hay un modo característico de hacer su vivienda, producto de largos años de probar y experimentar”.

- **Vivienda Rural Sustentable.** Se conoce como vivienda rural sustentable a aquella construcción realizada de manera informal que logra una adaptación a las condiciones ambientales, sociales y económicas del lugar, además de conservar sistemas constructivos tradicionales originarios de la región donde se realizan estas construcciones. La arquitectura bioclimática va de la mano con la vivienda sustentable; las estrategias de la adaptación del ser humano al ambiente logran el confort deseado para los habitantes.

Dadas sus particularidades –ubicación, densidad poblacional y entorno social–, resulta viable diseñar y edificar viviendas de acuerdo con la perspectiva teórica de la arquitectura bioclimática, cuyo concepto prevé un proyecto arquitectónico que incluye la orientación adecuada de la vivienda.

En pleno siglo XXI todavía surgen dudas acerca de definir y adoptar términos como rural, urbano o ciudad, esto, debido a la complejidad del tema y a las diferentes características de cada país. El Consejo Nacional de Población, (2010) menciona que, “lo rural se identifica con una población distribuida en pequeños asentamientos dispersos, con una baja relación entre el número de habitantes y la superficie que ocupan, así como predominio de actividades primarias, niveles bajos de bienestar y de condiciones de vida”. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2010) “una población se considera rural cuando tiene menos de 2,500 habitantes; definiendo entonces tres índices de marginación, alto, medio y bajo”.

El Consejo Nacional de Población, (2010) también menciona que “la marginación es un fenómeno multidimensional y estructural originado, en última instancia por el modelo de producción económica expresado en la desigual distribución del progreso, en la estructura productiva y en la exclusión de diversos grupos sociales, tanto del proceso como de los beneficios del desarrollo”.

De esta manera, la marginación se asocia a la carencia de oportunidades sociales y a la ausencia de capacidades para adquirirlas o generarlas, pero eso también a privaciones e inaccesibilidad a bienes y servicios fundamentales para el bienestar. En consecuencia, las comunidades marginadas enfrentan escenarios de elevada vulnerabilidad social cuya mitigación escapa del control personal o familiar, pues esas situaciones no son resultado de elecciones individuales, sino de un modelo productivo que no brinda a todos las mismas oportunidades.

- **Arquitectura Bioclimática.** La arquitectura bioclimática puede definirse como la arquitectura diseñada sabiamente para lograr un máximo confort dentro del edificio con el mínimo gasto energético. Para ello aprovecha las condiciones climáticas de su entorno, transformando los elementos climáticos externos en confort interno gracias a un diseño inteligente. Si en algunas épocas del año fuese necesario un aporte energético extra, se recurriría si fuese posible a las fuentes de energía renovables. Para el arquitecto Rodríguez, M., (2005) “la arquitectura bioclimática como una arquitectura sensible a su entorno, tiene como objetivo fundamental obtener mediante el diseño, ambientes en confort natural” esto, para el desarrollo adecuado de las actividades humanas.

Existen parámetros de diseño a considerar dentro de la arquitectura bioclimática, entre los más destacados se encuentran los siguientes:

- Estudio del emplazamiento, análisis del lugar, integración de la vivienda con el lugar, protección frente al medio.
- Climatología de la construcción, modos de transmisión del calor, reacciones fisiológicas del cuerpo humano frente al clima, clima interior de la vivienda: factores que determinan el clima, relación de la humedad, temperatura y velocidad del aire, aislamiento.
- Ventilación natural y enfriamiento en verano, acondicionamiento natural de aire, ventilación con el aire de la noche, respiraderos de techo y ático, patios de control climático, flujos de aire a través de ventanas.
- Diseño del paisaje para control climático, elección y localización de la vegetación, construcción con cobertura de tierra.

“Arquitectura bioclimática es aquella que estudia e intenta minimizar al máximo la alteración que provoca en la Naturaleza, y que, para ello, intenta sacar al máximo partido de los recursos naturales disponibles, (radiación solar, vientos, precipitaciones, vegetación, materiales, etc.) adaptándose al medio en el que se ubica”. (Núñez Carrasco, R, 2012).

- **Sistemas de climatización pasiva.** El diseño pasivo de una vivienda, supone incorporar soluciones arquitectónicas y constructivas adecuadas al clima y al ecosistema de la zona donde se implanta el edificio para poder conseguir confort interior, por medio del sol, reduciendo al máximo las aportaciones energéticas que supongan un consumo extra. El resultado es una vivienda confortable, durante todos los días del año, y que permite un consumo mínimo de energía. El autor Serra, R., (1999) define los parámetros ambientales o de confort como aquellas “características objetivables de un espacio determinado, que pueden valorarse en términos energéticos y que resumen las acciones que, en dicho espacio, reciben las personas que lo ocupan”. Entonces, una buena “climatización pasiva” ayuda a gestionar con eficiencia la temperatura interior del hogar.
- **Adecuación Bioclimática.** Según el autor Morillón, D., (1993) en su libro Bioclimática y sistemas pasivos de climatización, menciona que “la adecuación bioclimática es la primera alternativa a la climatización natural del edificio, aplicando criterios y recomendaciones sensatas que permitan la conservación de energías no renovables, y que permite que las construcciones sean compatibles con el clima y con la sensación de bienestar térmico”. Es de aquí que se pueden definir las estrategias a utilizar en la vivienda rural de la localidad.

“La mayor parte de la energía del planeta procede del sol. Las plantas que crecen sobre la tierra captan una pequeñísima fracción de esa luz y la utilizan para accionar la conversión del agua y el dióxido de carbono en las complejas moléculas que ellas contienen, convirtiéndose en alimento para animales y oxígeno”. (Brown, G, 1999).

- **Eficiencia energética.** Se le denomina eficiencia energética a todas las acciones que conlleven a una reducción económicamente viable de la cantidad de energía necesaria para satisfacer las necesidades energéticas de los servicios y bienes que requiere la sociedad, asegurando un nivel de calidad igual o superior y una disminución de los

impactos ambientales negativos derivados de la generación, distribución y consumo de energía.

Los autores Arias, O. y Ávila, R., (2004) definen la eficiencia energética de la edificación como “el factor que determinará el consumo de energía, tanto diario como anual; dicho consumo puede verse reducido considerablemente siguiendo criterios de diseño térmico en el uso de materiales de construcción adecuados: la conducción de la energía a través del material, el tiempo que tarda para ello, el aislamiento que impide ese paso, así como el período y tiempo de ocupación del espacio”, estos, son los parámetros que delimitarán la adecuada utilización de dichos materiales.

El aprovechamiento sustentable de la energía se promueve a través del fortalecimiento del marco normativo (Normas Oficiales Mexicanas, NOM) en materia de eficiencia energética, y por medio de la implementación de programas innovadores de transición energética para incorporar el financiamiento en tecnologías eficientes.

La Comisión Nacional del Fomento a la Vivienda, (2006) edita una guía para el uso eficiente de energía en la vivienda, esta guía explica que “el panorama actual del consumo de energía en México, haciendo recomendaciones de sistemas mecánicos, pero también establece criterios para diseño arquitectónico basado en eco tecnologías y en sistemas del tipo pasivo, como buscar orientaciones óptimas de acuerdo a la clasificación de las zonas climáticas del país”.

- **Ecotecnologías.** Es el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y materiales diversos para la vida diaria por instrumentos elaborados por el hombre. Son todas aquellas tecnologías que garantizan una operación limpia, económica y ecológica para generar bienes y servicios necesarios para el desarrollo de la vida diaria. La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, (2011) define a las ecotecnias como, “las técnicas que el hombre ha desarrollado a través del tiempo las cuales se caracterizan por aprovechar eficiente mente los recursos naturales y materiales, para dar paso a la elaboración de productos y servicios para la vida diaria”. Las ecotecnias ofrecen diversos beneficios dentro de los que se encuentran el mejorar la salud de las personas, limitar el impacto humano sobre la biósfera y representan un ahorro en recursos y en dinero.

Dentro de las principales ventajas de las ecotecnias existen las siguientes: limitan el impacto humano sobre la biosfera, mantienen el patrimonio biológico, utilizan racionalmente los recursos naturales no renovables, mejoran la salud de las personas, permiten reciclar y manejar los desechos de forma adecuada, ahorran agua y energía. “La aplicación práctica de la ecotecnología son las ecotecnias. Éstas son herramientas tecnológicas que ofrecen ventajas ambientales sobre sus contrapartes tradicionales”, aseguran los autores (Arias y Páramo, 2009).

- **Humedal artificial.** Los humedales artificiales son zonas construidas por el hombre en las que, de forma controlada, se reproducen mecanismos de eliminación de contaminantes presentes en aguas residuales, que se dan en los humedales naturales mediante procesos físicos, biológicos y químicos. El carácter artificial de este tipo de humedales viene definido por: el confinamiento del humedal, el cual se construye mecánicamente y se impermeabiliza para evitar pérdidas de agua al subsuelo, el empleo de sustratos diferentes del terreno original para el enraizamiento de las plantas y la selección de las plantas que van a colonizar el humedal.



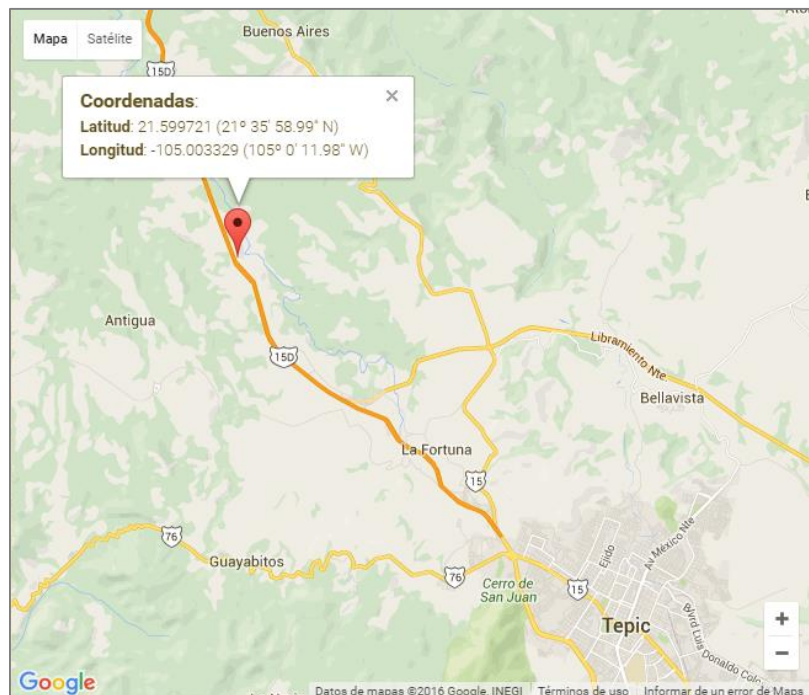
Imagen 6. Ecotecnologías para la vivienda rural. Fuente: Ecotec.cieco.com.mx

Para el autor de la guía, el conjunto ecológico autosuficiente, Jesús, Q., (2009) junto con otro grupo de autores de FEXAC, describen a las ecotecnias como “las tecnologías que toman en cuenta el medio ambiente natural, cultural y además los recursos regionales, lo que constituye su adecuación”. Son tecnologías en que además sus beneficiarios (familia-comunidad) participan en su planeación, implementación, operación y mantenimiento. Finalmente son tecnologías que se sincronizan a los procesos naturales (integración ecológica) y se auxilian en procesos (holísticos) entre varias de ellas. Para la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos., (2013) una ecotecnia es “un instrumento desarrollado para aprovechar eficientemente los recursos naturales y materiales y permitir la elaboración de productos y servicios, así como el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y materiales” diversos para la vida diaria.

2.3 ENCUADRE CONTEXTUAL

LOCALIDAD RURAL BENITO JUÁREZ (LAS CHIVAS)

Ubicación Geográfica. La localidad Rural seleccionada como zona de estudio se localiza en el Municipio de Tepic en el Estado de Nayarit, México, con las coordenadas GPS: Longitud: -105.003029, Latitud: 21.599721. Se encuentra a una mediana altura de 557 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con los municipios de Santiago Ixcuintla y de Del Nayar; al este con los municipios de Del Nayar y Santa María del Oro; al sur con los municipios de Santa María del Oro, Xalisco y San Blas; al oeste con los municipios de San Blas y Santiago Ixcuintla.



Mapa 0. Ubicación en mapa de la localidad rural Benito Juárez. Fuente: google maps.

Población. La población total, en la Localidad Rural Benito Juárez, es de 399 habitantes, predominando la población de 0 a 14 años y la población de 30 a 59 años, siendo el 62% en total (Tabla 1). Benito Juárez está clasificada con un grado de marginación alto y un índice de rezago social de -0.64427. El inventario de viviendas de INEGI, (Tabla 2) nos dice que el total de las viviendas son 142, las cuales solo 115 están habitadas y 27 son las viviendas particulares no habitadas.

1. Población

Nombre del indicador	Población	Porcentaje
Población total:	399	
Población de 0 a 14 años:	125	31
Población de 15 a 29 años:	93	23
Población de 30 a 59 años:	123	31
Población de 60 y más años:	58	15
Población con discapacidad:	5	1
Promedio de escolaridad:	5.5	

Entidad federativa: 18 Nayarit
 Municipio: 017 Tepic
 Localidad: 0107 Benito Juárez (Las Chivas)
 AGEB: 005-0
 Etapa de actualización: Censo 2010

Tabla 1. Características de la Población. Fuente: INEGI

2. Vivienda

Nombre del indicador	Viviendas	Porcentaje
Total de viviendas particulares habitadas:	115	81
Viviendas con recubrimiento en piso:	102	89
Viviendas con agua entubada:	111	97
Viviendas con drenaje:	104	90
Viviendas con servicio sanitario:	104	90
Viviendas con 3 o más ocupantes por cuarto:	12	10
Promedio de ocupantes por vivienda:	3.5	

Entidad federativa: 18 Nayarit
 Municipio: 017 Tepic
 Localidad: 0107 Benito Juárez (Las Chivas)
 AGEB: 005-0
 Etapa de actualización: Censo 2010

Tabla 2. Características de las viviendas particulares habitadas. Fuente: INEGI

Es importante destacar que las viviendas de la localidad si cuentan con el servicio de agua potable, no obstante, la información que muestra la tabla 2 obtenida de INEGI, donde se afirma que son 104 viviendas con drenaje y 104 viviendas con servicio sanitario no es verdad. Ninguna vivienda de la localidad rural Benito Juárez cuenta con el servicio de drenaje ni alcantarillado, motivo por el cual hace más importante la utilización de ecotecnologías para contrarrestar este problema.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 HIPÓTESIS O SUPUESTOS DE TRABAJO

Este proyecto se sustenta en un conjunto de supuestos que sirven de base para la formulación de la hipótesis de trabajo.

3.1.1 PRESUPUESTOS TEÓRICOS

La hipótesis de este proyecto, es un supuesto formulado sobre la realidad de estudio, tiene como eslabón la teoría y la investigación, llevando al descubrimiento de nuevas aportaciones al saber. Contribuye a la generación del conocimiento, señalando la relevancia teórica; se abordan los principios básicos de los temas derivados de la **sustentabilidad**, eje principal de este proyecto; se destacan, las tecnologías sustentables y las estrategias de diseño pasivas bioclimáticas. El Informe de Brundtland, (1987) define al desarrollo sustentable como “el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”.

Diversos autores le dan diferente significado al término **vivienda**, el autor Núñez, R., (2010) la define argumentando como la “Vivienda es aquella envolvente que no sólo, delimita espacios que el hombre necesita para el desarrollo de su vida cotidiana, sino que, también, los dota de las condiciones de confort necesarias para tal fin”.

La **vivienda rural** puede ser erigida en el campo de forma aislada o integrada a pequeños asentamientos de base o puede ser erigida en núcleos poblacionales significativos. La vivienda a estudiar en este proyecto será aplicada en un contexto rural. Según el autor González, R., (1999) la vivienda rural “es la tradición constructiva que existe en la tipicidad de cada grupo humano y en cada región, hay un modo característico de hacer su vivienda, producto de largos años de probar y experimentar”. En lo personal, creo que la **vivienda rural sustentable** es “aquella construcción que logra una adaptarse a las condiciones climáticas del lugar, además de conservar sistemas constructivos tradicionales originarios de la región donde se realizarán dichas construcciones”. (Lizárraga Estrada, B., 2014).

La **arquitectura bioclimática** va de la mano con la vivienda rural; las estrategias de la adaptación del ser humano al ambiente logran el confort deseado para los habitantes. Según el autor Rodríguez, M., (2005), la arquitectura bioclimática “es como una arquitectura sensible a su entorno, tiene como objetivo fundamental obtener mediante el diseño, ambientes en confort natural” esto, para el desarrollo adecuado de las actividades humanas.

Las **estrategias de diseño pasivo** en una vivienda, suponen incorporar soluciones arquitectónicas y constructivas adecuadas al clima y al ecosistema de la zona donde se implanta el edificio para poder conseguir confort interior, por medio del sol y reduciendo al máximo las aportaciones energéticas que supongan un consumo extra. El autor Serra, R., (1999) define los parámetros ambientales o de confort, “como aquellas características objetivables de un espacio determinado, que pueden valorarse en términos energéticos y que resumen las acciones que, en dicho espacio, reciben las personas que lo ocupan”.

Las **tecnologías sustentables** en una vivienda son el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y materiales diversos para la vida diaria por instrumentos elaborados por el hombre. La

secretaría de medio ambiente y recursos naturales, (2011) define a las ecotecnias como aquellas “técnicas que el hombre ha desarrollado a través del tiempo las cuales se caracterizan por aprovechar eficiente mente los recursos naturales y materiales” esto, para dar paso a la elaboración de productos y servicios para la vida diaria.

3.1.2 PROBLEMATIZACIÓN

En la Localidad Rural Benito Juárez la calidad habitacional que proporcionan las actuales viviendas rurales se ha deteriorado por el empleo de modelos arquitectónicos de procedencia urbana que no corresponden con las condiciones económicas, sociales, ni climáticas de la zona. Los bajos ingresos, el uso de materiales constructivos estandarizados ajenos a los recursos naturales y la baja accesibilidad a financiamientos habitacionales para la población en pobreza, hacen urgente ofrecer una propuesta de diseño a las viviendas de la población rural. Entre los factores que inciden en la vivienda actual del lugar, se encuentran las inadecuadas condiciones de habitabilidad o confort en el interior de la vivienda, causadas por los altos índices de temperatura y humedad del lugar.

3.1.3 HIPÓTESIS

Hoy en día, es posible adecuar una vivienda de escasos recursos con estrategias de diseño bioclimático y tecnologías sustentables. Para la adecuación de la vivienda rural se requiere un análisis de comportamiento térmico, de ventilación y de protección solar. Se espera que con la implementación de dichas estrategias se puedan transformar los elementos climáticos externos en confort interno gracias a un diseño de estrategias adecuado y así mejorar las condiciones de habitabilidad de la población. Adicionalmente, se espera que el uso de tecnologías sustentables pueda mejorar la deficiente y en algunos casos inexistente infraestructura básica y de servicios en la localidad y así elevar el bienestar y la calidad de vida de la población.

Una vez formulada la hipótesis se hace necesaria su caracterización o identificación del tipo de hipótesis de que se trata. Para este caso, la hipótesis que representa este proyecto es de tipo mixta (de trabajo y experimental) ya que combina datos cualitativos y cuantitativos, tratando de dar a comprender y a su vez explicar el tema del proyecto. El tipo de hipótesis para este proyecto es la recapitulativa.

3.1.4 VARIABLES Y UNIDADES DE ANÁLISIS

El disponer de un buen sistema de variables es importante en el proceso de investigación ya que facilita todo un diseño, desarrollo y posterior análisis estadístico de los resultados.

Variable 1. Tecnologías sustentables y estrategias de diseño (dimensión conceptual). Esta variable tiene como base principal la parte ambiental de la sustentabilidad, implicando otros tipos de sustentabilidad como lo social, económico y cultural.

- UA1: Tecnologías sustentables.

Variable 2. Adecuación de la vivienda (dimensión conceptual). Esta variable tiene como base principal la sustentabilidad ambiental; la vivienda implica otros tipos de sustentabilidad como lo social, económico, cultural y político.

- UA2: Estrategias de diseño.
- UA3: Adecuación de la vivienda.

Variable 3. Localidad rural Benito Juárez (dimensión empírica). En esta variable se destaca la sustentabilidad social, ya que implica y engloba un estudio a profundidad de los individuos que pertenecen a la localidad; también implica el estudio de las prácticas y relaciones entre ellos, los espacios y tiempos, y las instituciones que representan el lugar.

- UA4: Localidad rural Benito Juárez.

Variable 4. Tepic, Nayarit, 2014-2016 (dimensión contextual). En esta variable se destaca la sustentabilidad ambiental y social. Es importante conocer las principales características ambientales del contexto, junto con los diversos datos de los aspectos sociales más relevantes de la población del lugar, mismas que pueden influir en el análisis para este proyecto.

- UA5: Tepic, Nayarit.
- UA6: 2014-2016.

En la investigación de este proyecto, sobresalen **cinco unidades de análisis**, definidos por los siguientes observables:

U1. Tecnologías sustentables y ecotecnologías. Para definir qué tecnologías sustentables y ecotecnologías son factibles aplicar a las viviendas rurales de la localidad Benito Juárez, es necesario realizar un previo estudio de las deficiencias en la infraestructura básica de servicios:

1. Agua potable.
2. Drenaje.
3. Residuos sólidos.
4. Iluminación.

U2. Estrategias de diseño. Las estrategias de diseño a aplicar para el prototipo de vivienda rural sustentable en la localidad Benito Juárez, son las pasivas. Existen diversas estrategias pasivas bioclimáticas, las cuáles, solo algunas serán seleccionadas para el diseño de la vivienda a realizar; las que se destacan para este proyecto son:

1. Estrategias de ventilación.
2. Estrategias de confort.
3. Sistemas de aporte directo (protección solar).

U3. Localidad rural Benito Juárez. Para esta unidad de análisis, es importante estudiar y comprender el análisis de sitio, las principales características físicas, naturales y artificiales del lugar, en donde se localiza el proyecto, para lograr una adecuada integración arquitectónica y sobre todo el aprovechamiento de beneficios que provee el entorno y el control de los elementos desfavorables.

- Medio natural:
 1. Clima.
 2. Lugar.
 3. Flora.
 4. Fauna.

- Medio artificial:
 1. Antecedentes arquitectónicos
 2. Infraestructura
 3. Tecnología local y aplicada.

- Medio Socio-cultural:
 1. Conocer y evaluar las condiciones sociales, culturales, políticas y económicas de la localidad.

U4. Tepic, Nayarit. Esta unidad de análisis está relacionada con los observables de la unidad de análisis 3, ya que las características del clima, sitio y entorno son similares que las de la localidad rural Benito Juárez, siendo esta, parte del municipio de Tepic. Los datos del lugar, son diferentes ya que hablamos de localidad y ciudad, teniendo una diferencia muy grande entre ellas.

U5. 2014-2016. El periodo seleccionado para el inicio y término del proyecto, son dos años.

3.2 PREGUNTAS GENERADORAS

Cualquier investigación siempre tiene de fondo una pregunta específica sobre aquello que se quiere saber. En este caso, el planteamiento de la pregunta hace más explícitas las suposiciones teóricas del marco de trabajo, indicando aquello en lo que esta investigación enfoca su principal y primer interés.

3.2.1 PREGUNTA PRINCIPAL DE INVESTIGACIÓN

1. **¿Qué tecnologías sustentables y estrategias de diseño se requieren para lograr la adecuación de la vivienda rural de la localidad Benito Juárez?**

3.2.2 PREGUNTAS SECUNDARIAS

- a. ¿Qué ecotecnias son factibles desarrollar en la vivienda rural teniendo como contexto la localidad Benito Juárez?
- b. ¿Qué estrategias de diseño son factibles aplicar en la adecuación de la vivienda rural que pertenece a la localidad Benito Juárez?

3.3 OBJETIVOS

La formulación de objetivos involucra conceptos y proposiciones que se derivan del marco teórico, donde son definidos. A su vez, los objetivos corresponden con las preguntas realizadas y están contemplados en la metodología propuesta. En definitiva, los conceptos, proposiciones y enfoques que se utilizan en este proyecto son lógicos y teóricamente compatibles con el encuadre general.

3.3.1 OBJETIVO GENERAL

1. **Realizar un modelo demostrativo de vivienda sustentable que pueda ser desarrollado como alternativa habitacional en la localidad rural Benito Juárez (Las Chivas) en Tepic, Nayarit.**

3.3.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- a. Describir los elementos que caracterizan el medio físico natural de la localidad rural Benito Juárez (Las Chivas) en Tepic, Nayarit, para el entendimiento contextual del proyecto.
- b. Identificar las principales características contextuales, sociales y culturales de la localidad rural Benito Juárez.
- c. Analizar las características espaciales y constructivas de la vivienda actual en la localidad rural Benito Juárez.
- d. Realizar un análisis bioclimático del lugar para la identificación y aplicación de las principales estrategias de diseño aplicables en la vivienda que pertenece a la localidad Benito Juárez.
- e. Implementar ecotecnias en el diseño de la vivienda sustentable para el mejoramiento de la problemática en términos de infraestructura básica y de servicios dentro de la localidad rural Benito Juárez.
- f. Desarrollar y proponer tecnologías sustentables que utilicen materiales con bajo impacto ambiental, racionalidad económica y ecológica para la vivienda de la localidad rural Benito Juárez.
- g. Aplicar las principales estrategias de diseño para la adecuación de la vivienda de la localidad rural Benito Juárez.

3.4 POSTURA EPISTÉMICA

La calidad habitacional de una vivienda varía dependiendo del clima de la localidad, su diseño, la eficacia de los procesos constructivos utilizados, el uso, los sistemas de control, etc. Están expuestos de manera dinámica a múltiples y variadas influencias físicas que afectan de manera determinante su propio consumo energético. Para el desarrollo de este modelo en la localidad, se requiere conocer las condiciones de los espacios y las propias necesidades de los habitantes, el entorno social en que se encuentran y la calidad de vida que tienen actualmente. En base a lo anterior, para adoptar la postura que representa este proyecto, se necesita principalmente conocer y registrar aspectos cuantificables de la realidad, obteniendo datos sólidos en materia de marginación, rezago social, disponibilidad de servicios básicos en la vivienda, climatología, recursos naturales disponibles, entre otros; esto, a través de la investigación realizada, llegando a la postura del método descriptivo mejor conocida como *realista*. Este modelo recurre al dimensionamiento numérico de magnitudes utilizando datos sólidos, informaciones censales y conocimiento estadístico, mismos que se utilizaron y utilizarán a lo largo del desarrollo de este proyecto para encontrar los datos que representan a la comunidad seleccionada como caso de estudio. Tal es el caso en este proyecto, el catálogo de localidades de SEDESOL, unidad de Microrregiones en 2012, que junto con INEGI, detalla la información de la localidad rural Benito Juárez; y presenta datos relevantes como la población, las viviendas y los principales servicios básicos, la marginación y el rezago social de la comunidad.

Como complemento a esta investigación se necesita introducir propuestas, desarrollar iniciativas creativas para atender la problemática de la vivienda, llegando a un modelo implicative también conocido como paradigma *transformativo*. Este modelo aspira a modificar situaciones incidiendo en la atención directa de los problemas sociales, como caso de injusticia e inequidad buscando introducir prácticas sociales de vanguardia hacia la sustentabilidad e incorporar también a los habitantes en el impulso de medidas que incidan a modificar su realidad y obtener una mejor calidad habitacional, una vivienda digna.

3.5 ELECCIÓN METODOLÓGICA

La metodología se define no únicamente como el campo del conocimiento de la filosofía y la ciencia que estudia los diversos caminos que se estudian y seleccionan para las distintas investigaciones, sino también, y de forma más práctica, es el conjunto de métodos, observables, técnicas, y estrategias de aproximación a la realidad, que conforman una de las principales herramientas de la investigación de campo. La elección metodológica empleada para este trabajo, está orientada en la metodología del autor Fuentes Freixanet, V. (2004), para el **análisis climatológico en la arquitectura**, basados en propuestas de investigadores clásicos como: Olgyay, Givoni y Szokolay. Se compone por los siguientes puntos, descritos a continuación:

3.5.1 ANÁLISIS DEL SITIO Y ENTORNO. Tendrá como objetivo conocer, analizar y evaluar las variables ambientales, naturales y artificiales, así como socioculturales para lograr una adecuada integración arquitectónica, en la localidad rural Benito Juárez, en Tepic, Nayarit.

3.5.1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

- Datos Geográficos (altitud, latitud y longitud)
- Orientación Óptima.

3.5.1.2 MEDIO NATURAL

Sitio y Entorno. Estudios considerando las condiciones geomorfológicas, geológicas, edáficas, hidrológicas, de vegetación, fauna, etc., para conocer mejor el ecosistema urbano.

- Hidrología
- Vegetación
- Topografía
- Identificación de peligros ante fenómenos perturbadores de origen natural.

3.5.1.3 MEDIO ARTIFICIAL

Antecedentes arquitectónicos. Complementar la información previa de las principales características de la vivienda local, a través de la identificación de la tipología y características de que determinan la arquitectura propia de la región o localidad.

Estudio de tecnología local y apropiada. Realizar un estudio de materiales constructivos regionales, sistemas constructivos locales apropiados, procedimientos constructivos y ecotecnologías factibles a utilizar en la vivienda de la localidad rural Benito Juárez.

3.5.1.4 MEDIO SOCIO-CULTURAL.

Conocer y evaluar las condiciones sociales, culturales, políticas y económicas de la localidad.

3.5.2 CLIMATOLOGÍA. Indispensable para conocer, analizar y evaluar los elementos y factores del clima, en nivel regional, local y de sitio.

3.5.2.1 CLASIFICACIÓN DEL CLIMA

- Mesoclima
- Datos climáticos:
 - Temperatura
 - Precipitación
 - Humedad
 - Evaporación
 - Viento
 - Radiación solar.

3.5.2.2 ANÁLISIS DE GEOMETRÍA SOLAR. Elemento esencial del proyecto bioclimático. Como resultado se obtendrán gráficas y datos solares relacionados con los datos climáticos horarios.

- Tablas Horarias
- Gráficas Solares.

3.5.3 ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO. Análisis de las características climáticas de un sitio, a partir de datos ambientales como la temperatura, la humedad relativa, la radiación solar y los vientos.

3.5.3.1 ANÁLISIS PARAMÉTRICO

- Temperatura
- Humedad
- Precipitación y Evaporación
- Viento
- Días Grado
- Insolación
- Radiación Solar
- Índice Ombrotérmico.

3.5.3.2 ANÁLISIS ESTRATÉGICO

- Triángulo de Evans
- Tablas de Mahoney
- Carta Bioclimática
- Diagrama Psicométrico de Szokolay
- Confort Térmico Pronosticado Método de Fanger
- Matriz de Clima.

3.5.4 ANÁLISIS DE USUARIO. La determinación de las cualidades morfológicas en prototipos de viviendas rurales ofrecen dificultades para establecer sus posibilidades de aceptación por parte del usuario. Particularmente, en los prototipos de carácter rural, valorar la adecuación morfológica significa ahondar en los conceptos de forma y del espacio para encontrar una estructura de los elementos aprehensibles por parte del usuario rural.

3.5.4.1 PATRONES CULTURALES Y DE COSTUMBRES. Identificar las normas que se establecen en la localidad, de acuerdo a las costumbres que han tenido las personas de la comunidad a través de los años; conocer como han ido cambiando de acuerdo a los avances, modificaciones y precisamente a las costumbres que se han vuelto comunes en el lugar.

3.5.4.2 GUSTOS Y PREFERENCIAS ESTÉTICAS. Identificar cuáles son las preferencias estéticas en la población de la localidad. Aquí influye el uso de ciertos colores,

ornamentaciones, forma y espacio de la vivienda. Aplicación de técnicas de investigación de campo como la dinámica participativa, con el fin de detectar gustos, en forma y espacio de la vivienda.

3.5.5 ANÁLISIS DEL EDIFICIO. Aplicación de sistemas de análisis térmicos, de ventilación y de protección solar. Interpretación de las estrategias de diseño y propuestas de adecuación para la vivienda rural.

3.5.5.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

- Estudio de caso: Vivienda rural de la localidad Benito Juárez.

3.5.5.2 PLANOS DE LA VIVIENDA

- Plantas
- Cortes
- Fachadas.

3.5.5.3 COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA VIVIENDA

- Monitoreo de la Vivienda: Interior y Exterior.
- Norma Oficial Mexicana NOM-ENER-020-2011

3.5.5.4 ANÁLISIS TÉRMICO ECOTECT

- Vivienda actual
- Vivienda adecuada

3.5.5.5 ANÁLISIS DE VENTILACIÓN ECOTECT

- Vivienda actual
- Vivienda adecuada

3.5.5.6 ANÁLISIS DE PROTECCIÓN SOLAR

- Vivienda actual
- Vivienda adecuada

3.5.6 ESTRATEGIAS DE DISEÑO. Las estrategias de diseño consisten en determinar las acciones necesarias y la manera en como estas acciones se coordinan para conseguir el principal objetivo que es la adecuación de la vivienda actual para convertirla en una vivienda sustentable.

- Estrategias de diseño para el confort térmico de la vivienda.
- Estrategias de diseño para la ventilación de la vivienda.
- Estrategias de diseño para la protección y captación solar.

3.5.7 TECNOLOGÍAS SUSTENTABLES. Conocer y emplear en forma eficiente los sistemas activos, aquellos que son necesarios cuando los sistemas pasivos no son suficientes para lograr el control ambiental adecuado o deseado, utilizados cuando se pretende hacer uso eficiente de la energía y los recursos. Previamente conocida la problemática de servicios básicos e infraestructura dentro de la localidad rural Benito Juárez, el segundo paso es analizar y proponer los sistemas tecnológicos apropiados (ecotecnologías) y alternativas más eficientes, para dar una solución al problema que tienen actualmente las viviendas del lugar.

- Manejo para la depuración de aguas residuales (humedal artificial).

3.6 SELECCIÓN DE TÉCNICAS Y DISEÑO DE INSTRUMENTOS

Elegido el método y la ventana de observación, posteriormente deben elegirse una o más técnicas de recolección de campo como la observación directa, entrevista, cuestionario, diseño de experimentos o estadística, dinámica participativa (algunas técnicas empleadas en la investigación no tienen referencia a un paradigma en específico). Las técnicas a diseñar y a utilizar para la recolección de datos en campo, en la investigación de este proyecto, son la **observación directa**, la **entrevista** y la **dinámica participativa**, descritas a detalle, y con la presentación de su formato, adjunto dentro de esta misma presentación.

3.6.1 OBSERVACIÓN DIRECTA

Esta técnica, se refiere a las observaciones y registros realizados directamente en el sitio por el investigador. Su principal función es la de ver y registrar detalladamente los objetos, las conductas individuales o sociales, los diversos procedimientos, las diferentes relaciones que existen entre las personas, o cosas, etc. Intentando captar y describir la realidad (Vargas, X., 2015).

FECHA DE APLICACIÓN: **Junio de 2015.**

ASPECTOS A OBSERVAR:

a. Aspectos constructivos

Para poder aplicar el diseño bioclimático en la vivienda rural, es fundamental tener en cuenta los aspectos de funcionamiento de los elementos constructivos. ¿Qué tipo de materiales predominan en la vivienda rural de la localidad?; es importante conocerlos, ya que diversos materiales funcionan de manera diferente según sus características y según el contexto (localidad rural Benito Juárez). El pensamiento bioclimático introduce la idea fundamental del aprovechamiento de los recursos naturales, en la vivienda sustentable. La cultura constructiva de la zona permite el mejor aprovechamiento de los mismos y generalmente garantiza un mejor funcionamiento, en este caso para el diseño a realizar para este proyecto.

b. Aspectos antropológicos-culturales

La vivienda y su arquitectura es siempre marco de la sociedad, donde se desarrolla, donde tiene su pasado, presente y futuro, donde se permite el cambio gradual de las condiciones estético-culturales que marca la historia. Dentro de los aspectos estético-culturales a observar, son los elementos ornamentales y decorativos que tienen las viviendas, los elementos simbólicos representativos (en caso de haberlos), la conformación del espacio de las viviendas rurales, las fachadas, los patios, entre otros. También es importante, la observación de los aspectos histórico-antropológicos de la población. Los aspectos mencionados anteriormente, son importantes a la hora de abordar el problema del diseño arquitectónico bioclimático, ya que la intención siempre será la búsqueda del confort y una mejor calidad de vida. Entre los principales aspectos a observar, se tienen las características históricas en la localidad, las costumbres, tendencias y modos de vida de la población, el concepto de bienestar en la vivienda sustentable, entre otros.

➔ FORMATO DE OBSERVACIÓN DIRECTA: **Ver Anexo 1**

3.6.2 DISEÑO DE EXPERIMENTOS O ESTADÍSTICA

Las pruebas de normalidad determinan un conjunto de datos experimentales. La estadística estudia los datos de una muestra representativa; modelo de investigación científica basada en la experimentación y lógica empírica. El experimento es una serie de pruebas en las que inducen de manera planeada cambios deliberados en variables de entrada de un proceso con el propósito de ver cómo influye en calidad de salida (Vargas, D., 2015).

El principal objetivo de la aplicación de esta técnica es conocer los datos precisos de las viviendas habitadas en la Localidad. Las características de la vivienda actual, la carencia de calidad en la vivienda, la carencia de los servicios básicos con los que cuenta o no cuenta cada vivienda; los datos obtenidos, son fundamentales para el análisis y desarrollo de las propuestas constructivas, tecnológicas y de diseño en el proyecto.

ANÁLISIS DE DATOS CON ESTADÍSTICA:

1. SEDESOL. Unidad de microrregiones

→ Variable

1. Características de la Vivienda en la Localidad Rural Benito Juárez.
2. Características de la Población en la Localidad Rural Benito Juárez.

→ **Estadísticas descriptivas** de la vivienda en la Localidad Rural Benito Juárez, con los datos y la descripción de las características que se necesita.

→ **Hipótesis** o pregunta que se responde con el análisis.

1. Características de la población en la Localidad Rural Benito Juárez.
2. Inventario de Viviendas en la Localidad Rural Benito Juárez.
3. Carencia de acceso a los servicios básicos en las viviendas de la Localidad Rural Benito Juárez (infraestructura: agua potable, drenaje, energía eléctrica).
4. Carencia de calidad y espacios de la vivienda en la Localidad Rural Benito Juárez.
5. Características de las viviendas particulares habitadas en la Localidad Rural Benito Juárez.

2. BASE DE DATOS SOCIAL MÉXICO. BASE DE DATOS PARA EL ANÁLISIS SOCIAL EN MÉXICO. Encuesta Nacional a Hogares Rurales de México (ENHRUM) 2002

→ Variable.

1. Características constructivas de la Vivienda en la Localidad Rural Benito Juárez.
2. Características de diseño y espacio en la Vivienda en la Localidad Rural Benito Juárez.

→ **Estadísticas descriptivas** de la vivienda en la Localidad Rural Benito Juárez, con los datos y la descripción de las características que se necesita. Datos causales entre las características diseño y espacio; el diseño aplicado en la vivienda determina el espacio interior o exterior en el hogar (sala, comedor, cocina, recamaras, baño, etc.)

→ **Hipótesis** o pregunta que se responde con el análisis.

1. ¿Cuáles son las características de los materiales en la vivienda de la Localidad Rural Benito Juárez?
2. ¿Cuáles son las características constructivas en la vivienda de la Localidad Rural Benito Juárez?
3. ¿Cómo es el diseño que determina el espacio interior y exterior realizado en las viviendas de la Localidad Rural Benito Juárez?

3.6.3 ENTREVISTA

Es una técnica de investigación que implica una relación interpersonal; se trata de una conversación que tiene como objeto obtener información de manera oral acerca de alguna temática o tópico de investigación. Es un intercambio de información que se efectúa cara a cara. A diferencia de la encuesta, se busca mayor profundidad en las respuestas (Bojórquez, Y., 2015).

El principal objetivo de la aplicación de esta técnica es conocer la opinión, el interés y aceptación por parte de la comunidad rural localizada en Benito Juárez (las chivas) acerca de la creación del proyecto a realizar.

FECHA DE APLICACIÓN: **Junio de 2015.**

→ FORMATO DE ENTREVISTA: **Ver Anexo 2**

3.6.4 ENCUESTA

Es una técnica de investigación caracterizada por la aplicación de un procedimiento estandarizado (las mismas preguntas y opciones de respuesta para todos) con el propósito de obtener información de una muestra representativa de la población que se pretende estudiar (Silva, Y., 2015).

El principal objetivo de la aplicación de esta técnica es conocer la opinión que tiene cada persona acerca del tema de la vivienda sustentable. Saber cuál es el interés que tienen de mejorar su espacio habitacional y tener un conocimiento del grado de aceptación por parte de la comunidad. Realizado con un formato de preguntas y opciones con respuesta para los encuestados, respecto al proyecto que se va a realizar, sin olvidar el énfasis en los aspectos sociales, las opiniones y actitudes individuales, con la finalidad de obtener una demostración de causalidad y la generalización de los resultados de la investigación.

FECHA DE APLICACIÓN: **Junio de 2015.**

→ FORMATO DE ENCUESTA: **Ver Anexo 3**

3.6.5 DINÁMICA PARTICIPATIVA

Son un conjunto de técnicas de animación grupal muy usadas en la investigación social y en el trabajo comunitario por su probada capacidad para incluir a los sujetos locales en la formulación de proyecto y el en impulso de iniciativas colectivas. Se trata de diversos recursos de integración grupal y modalidades de animación colectiva utilizada con mucho éxito en actividades de educación popular, de trabajo social, de desarrollo comunitario (Mendo, A., 2015).

El principal objetivo de la aplicación de esta técnica es conocer la percepción que tiene la población de la localidad rural Benito Juárez respecto a la vivienda. Esto, a través de imágenes con diferentes tipos y estilos de vivienda, elegidos y presentados por el investigador. También es importante la identificación de las tendencias arquitectónicas y los principales aspectos estético-culturales que describe a las personas que pertenecen al lugar.

FECHA DE APLICACIÓN: **Junio de 2015**

→ FORMATO DE DINÁMICA PARTICIPATIVA: **Ver Anexo 4**

3.7 TRABAJO DE CAMPO

3.7.1 DESCRIPCIÓN DEL PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

El término **metodología** hace referencia al modo en que enfocamos los problemas y buscamos las respuestas, a la manera de realizar la investigación, Castaño, C., 2000, en donde, nuestros supuestos teóricos, perspectivas y propósitos, nos llevan a seleccionar una u otra metodología. Todo trabajo de campo parte de un **planteamiento metodológico** que implica todo el recorrido que se va a realizar, para llegar a los resultados y conclusiones que son fundamentales para la etapa de desarrollo del proyecto. La finalidad de la síntesis interpretativa, es una mayor comprensión de la realidad analizada sobre la que podría llegarse a elaborar algún tipo de modelo explicativo, en este caso, para la localidad rural Benito Juárez. Se utilizaron a continuación, técnicas como las encuestas o cuestionarios, que originaron datos susceptibles de análisis estadísticos de forma genérica, denominada investigación cuantitativa. También se utilizaron técnicas como la observación directa y la entrevista, generando datos descriptivos, denominada como investigación cualitativa. Y por último, la dinámica participativa, diseñada como instrumento de interpretación, utilizada para adquirir conocimientos, partiendo siempre de la práctica, es decir, lo que la gente quiere, los sentimientos que se originan, y los problemas y dificultades de su entorno. La vivienda rural de la localidad Benito Juárez, es el tema principal de las técnicas de investigación realizadas en campo; aplicadas para el desarrollo de los puntos 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 del planteamiento metodológico, descritos detalladamente a continuación.

3.7.2 DESARROLLO PUNTUAL DE LOS PASOS SELECCIONADOS

Para la aplicación observación directa, se tomaron en cuenta los pasos **“2: Identificación de las características de la población en la localidad rural Benito Juárez”** y **“3: Análisis de las características de la vivienda actual en la localidad rural Benito Juárez”**, del planteamiento metodológico propuesto, los días 18, 19 y 22 de Junio del 2015, en la localidad rural Benito Juárez, Tepic, Nayarit.

La primera cuestión, fue identificar las características históricas, antropológicas, culturales y sociales de la población que pertenece a la localidad Benito Juárez. La segunda cuestión, fue analizar las características estéticas, culturales y constructivas de la vivienda actual en la localidad Benito Juárez, estas dos, mediante la observación directa. Los datos empezaron a surgir a medida que se interactuaba con las personas en el flujo diario de los acontecimientos. A medida que se conocía el contexto y la personas, y se llegaba a un punto en el de centrar el foco del estudio, era más preciso y selectivo el registro de datos. Las notas de campo se recogieron en términos descriptivos y no evaluativos pero captaron la perspectiva interna, esto es, el registro de datos tal y como fueron percibidos. Se redactaron descripciones concretas del contexto y de las actividades de los participantes; se registraron detalles tales como gestos, vestimenta, modos de vida y costumbres. Aspectos de la propia conducta de las personas en el campo de estudio, de sus observaciones y acciones. Se estableció una secuencia de los hechos, desde los hechos y su contexto. Se comprendió el tema de interés y el marco de referencia del estudio **“la vivienda rural y su contexto”**, para registrar la información adecuada; lo registrado, se desprendió de los propios recuerdos y percepciones, redactando una estructuración deliberada del significado.

Para la aplicación de la entrevista, se tomó en cuenta, el paso **“4: Aplicar técnica de investigación entrevista, a personas que habitan en la localidad rural Benito Juárez”**, del planteamiento metodológico propuesto, el día 18 de Junio del 2015, en la localidad rural Benito Juárez, Tepic, Nayarit.

Las entrevistas realizadas, fueron flexibles y dinámicas. Descritas como semi-estructuradas, no estandarizadas y abiertas, con preguntas principalmente descriptivas, para poder obtener una descripción del propio entrevistado. Fueron encuentros dirigidos a la comprensión de las perspectivas que tienen los propios habitantes de la localidad acerca del tema de la vivienda, sus experiencias y situaciones, siempre expresado con sus propias palabras. La entrevista fue realizada y aplicada con el fin de conocer el aprendizaje sobre los acontecimientos y las actividades que no se pudieron observar directamente. Los entrevistados contestaron las preguntas realizadas respecto al tema de su vivienda, las principales características de la misma, opiniones respecto el tema de la autoconstrucción, datos sobre los servicios básicos con los que cuentan y los costos que generan los mismos. Al final se pudo identificar lo que hay, lo que no hay y lo que sucede; pero principalmente, la percepción, el interés y la aceptación que tienen de su propia vivienda.

Para la aplicación de encuestas, se tomó en cuenta, el paso **“5: Aplicar técnica de investigación encuesta, a personas que habitan en la localidad rural Benito Juárez”**, del planteamiento metodológico propuesto, el día 19 de Junio del 2015, en la localidad rural Benito Juárez, Tepic, Nayarit.

Las encuestas, fueron instrumentos que sirvieron para recolectar información de la realidad, en este caso, para conocer a detalle el tipo y las principales características espaciales y constructivas de la vivienda en Benito Juárez. El proceso consistió en elegir bien las personas a encuestar, seleccionar adecuadamente las preguntas y organizarlas para su análisis y resultados. Se establecieron los objetivos del estudio, que fue la identificación de los materiales constructivos predominantes y la infraestructura básica y de servicios que poseen actualmente, las viviendas rurales de la localidad. Se definió previamente, la naturaleza de investigación, la variable de interés, en este caso la vivienda rural, la población objetivo del estudio, que fueron las personas que tienen una vivienda en Benito Juárez y el marco muestral, que fueron 30 viviendas seleccionadas. Las preguntas realizadas fueron cerradas, es decir, se pidió elegir una respuesta entre varias previamente establecidas. Los resultados de la aplicación de la encuesta, fueron reflejando datos, preferencias y opiniones, llevando a tener una percepción respecto a cuáles serían los resultados definitivos. La finalidad de la encuesta aplicada, es una mayor comprensión de la vivienda actual, para después, con los resultados obtenidos, elaborar un tipo de modelo de vivienda sustentable.

Para la aplicación de la dinámica participativa, se tomó en cuenta, el paso **“6: Aplicar técnica de investigación dinámica participativa: tu vivienda ideal, a la población que pertenece a la localidad rural Benito Juárez”**, del planteamiento metodológico propuesto, el día 22 de Junio del 2015, en la localidad rural Benito Juárez, Tepic, Nayarit.

La dinámica participativa se presentó como una buena oportunidad para que las personas de la localidad se incentivaran y motivaran con el tema de la vivienda. Más que una forma de entretenimiento, la dinámica aplicada, fue un importante medio que permitió incentivar procesos de participación, expresión e integración, pero sobre todo de conocimiento para el investigador, en busca de respuestas. Siendo expositivas, las imágenes de vivienda, con estilos y características diferentes, presentadas a los grupos participantes implicaron una forma de aprendizaje más existencial y más en comunión con otras personas y por tanto con otras realidades. Se logró un acercamiento entre las personas, lo que permitió conocerse mejor entre ellos e integrarse a las realidades de otros. Se identificó un desarrollo de habilidades de expresión y transmisión de ideas y opiniones, en los puntos referentes, como, las principales tendencias arquitectónicas que tiene la población del lugar, los aspectos estéticos que más les llamaron la atención y las características culturales que predominan en sus gustos, como es el medio ambiente y la vegetación, aspectos que nunca perdieron de vista.

Para la aplicación y complementación de los puntos **“1: Descripción de los elementos que caracterizan el medio físico natural de la localidad rural Benito Juárez”**, y **“7: Análisis de infraestructura básica y de servicios en la vivienda de la localidad rural Benito Juárez”**, propuesto en el planteamiento metodológico, se verificaron los datos de lugar, clima y radiación solar, en la localidad, como correctos, en base a la información que maneja el Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI. Las entrevistas y encuestas mostraron los resultados necesarios para determinar el análisis de infraestructura básica y de servicios, en las viviendas del lugar. Se identificaron las deficiencias y las inexistencias de este servicio, dato relevante para la propuesta de tecnologías sustentables a aplicar en el modelo de vivienda sustentable que se realizará, en la localidad rural Benito Juárez.

3.7.3 DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

1. OBSERVACIÓN DIRECTA: **la población**

Objetivo: Identificar las principales características históricas, antropológicas, culturales y sociales de la población que pertenece a la localidad rural Benito Juárez, a través de la técnica de observación directa.

→ **Datos Generales:**

Fecha de aplicación: 18, 19 y 22 de Junio del 2015.

Lugar: localidad rural Benito Juárez, Tepic, Nayarit.

Observable: Población rural de la localidad Benito Juárez.

Aspectos a observar: Es importante la observación de los aspectos histórico-antropológicos de la población, a la hora de abordar el problema del diseño arquitectónico bioclimático, ya que la intención siempre será la búsqueda del confort y una mejor calidad de vida. Entre los principales aspectos a observar, se tienen las características históricas en la localidad, las costumbres, tendencias y modos de vida de la población, el concepto de bienestar en la vivienda sustentable, entre otros.

2. OBSERVACIÓN DIRECTA: **la vivienda**

Objetivo: Analizar las principales características estéticas, culturales y constructivas de la vivienda actual, en la localidad rural Benito Juárez, a través de la técnica de observación directa.

→ **Datos Generales:**

Fecha de aplicación: 18, 19 y 22 de Junio del 2015.

Lugar: localidad rural Benito Juárez, Tepic, Nayarit.

Observable: Vivienda rural de la localidad Benito Juárez.

Aspectos a observar: La vivienda y su arquitectura es siempre marco de la sociedad. Dentro de los aspectos estético-culturales a observar, se consideran los elementos ornamentales-decorativos, y los elementos simbólicos-representativos. La conformación del espacio de las viviendas rurales, las fachadas, los patios, entre otros. Para poder aplicar el diseño bioclimático en la vivienda rural, es fundamental tener en cuenta los aspectos de funcionamiento de los elementos constructivos. ¿Qué tipo de materiales predominan en la vivienda rural de la localidad?; es importante conocerlos, ya que diversos materiales funcionan de manera diferente según sus características y contexto.

3. ENTREVISTA

Objetivo: Obtener los puntos de vista de la población acerca de su vivienda e identificar sugerencias y opiniones de los usuarios acerca de la misma.

→ Datos Generales de identificación:

Título: Entrevista acerca de la Vivienda Rural en la localidad Benito Juárez.

Nombre del entrevistador: Blanca Verania Lizárraga Estrada.

Fecha de aplicación: 18 de Junio del 2015.

Lugar: localidad rural Benito Juárez, Tepic, Nayarit.

Nombre del entrevistado: Silvia Flores Bustamante.

Edad: 47 años.

Profesión: Dueña de tienda de abarrotes en la localidad.



Imagen 7. Sra. Silvia Flores Bustamante, entrevistada. Fuente: propia.

El día 18 de Junio a las 11:45 de la mañana, aproximadamente, se entrevistó a la señora Silvia Flores, habitante de la localidad rural Benito Juárez, esto, con motivo de saber un poco más a profundidad acerca del tema de su vivienda, su propia percepción y opinión. Las preguntas que se realizaron, fueron sencillas y fáciles de interpretar, transmitidas siempre, con un lenguaje cordial y entendible.

→ Datos Generales de identificación:

Título: Entrevista acerca de la Vivienda Rural en la localidad Benito Juárez.

Nombre del entrevistador: Blanca Verania Lizárraga Estrada.

Fecha de aplicación: 18 de Junio del 2015.

Lugar: localidad rural Benito Juárez, Tepic, Nayarit.

Nombre del entrevistado: María Leticia Estrada Sánchez.

Edad: 51 años.

Profesión: Ama de casa.



Imagen 8. Sra. Leticia Estrada Sánchez, entrevistada. Fuente: propia.

El día 18 de Junio a las 1:20 de la tarde, aproximadamente, se entrevistó a la señora Leticia Estrada, habitante de la localidad rural Benito Juárez, esto, con motivo de saber un poco más a profundidad acerca del tema de su vivienda, su propia percepción y opinión. Las preguntas que se realizaron, fueron sencillas y fáciles de interpretar, transmitidas siempre, con un lenguaje cordial y entendible.

→ TRANSCRIPCIÓN COMPLETA DE ENTREVISTAS: Ver Anexo 2

4. ENCUESTA

Objetivo: Identificar las principales características constructivas e infraestructura de servicios básicos en la vivienda rural que pertenece a la localidad Benito Juárez.

→ **Datos generales:**

Fecha de aplicación: 19 de Junio del 2015.

Lugar: localidad rural Benito Juárez, Tepic, Nayarit.

Responsable: Blanca Verania Lizárraga Estrada.

Reporte de Encuesta:

El principal **objetivo** de la encuesta realizada en la Localidad rural Benito Juárez, fue identificar las principales **características constructivas** en la vivienda rural actual, junto con los datos de la **infraestructura básica y de servicios**, que existen actualmente en el lugar, datos relevantes para complementar la investigación para el proyecto de la vivienda sustentable.

El **marco muestral** considerado como ideal para toda encuesta, es el listado de las personas a entrevistar, a partir del cual se pudiera realizar la selección directa de los entrevistados. En virtud de la imposibilidad de contar con un marco muestral con dichas características, para este caso, se recurrió a la selección de encuestar **una persona por vivienda**, suficiente para conocer los datos requeridos por el cuestionario.

La población **objeto de estudio**, se definió como todos aquellos habitantes de la localidad rural Benito Juárez, que tuvieran una vivienda en el lugar, hombres o mujeres. En este caso, todas fueron mujeres, **amas de casa**.

Después de identificar los objetivos y el marco muestral para la investigación de este proyecto, se realizó el **diseño del dispositivo**. Las preguntas del cuestionario fueron específicas y cerradas, cuyas respuestas proporcionaron datos válidos y confiables, necesarios para alcanzar ciertos objetivos. Todas las preguntas fueron relevantes respecto al tema principal que es la vivienda rural, siendo al mismo tiempo, breves y sencillas, fáciles de comprender por las personas encuestadas. La redacción de las preguntas fue precisas, objetivas y neutras, descartando algún tipo de inconveniente en la comprensión de las mismas. En general, el cuestionario facilitó el procesamiento de los datos recabados.

El **tamaño de la muestra** propuesto, se calculó de acuerdo al total de viviendas que existen en el lugar. La **cantidad de encuestas** aplicadas, fueron **30**, cada una en viviendas diferentes, de las **100 viviendas existentes** en la localidad. Todas realizadas en la localidad Benito Juárez, por la responsable del proyecto, la Arquitecta Blanca Verania Lizárraga Estrada.

→ **RESULTADOS DE ENCUESTA: Ver Anexo 3**

5. DINÁMICA PARTICIPATIVA

Objetivo: Conocer la percepción que tiene la población de la localidad rural Benito Juárez, respecto a la vivienda. Esto, a través de imágenes con diferentes tipos y estilos de vivienda, elegidos y presentados por el investigador. Identificar las tendencias arquitectónicas y los principales aspectos estético-culturales que describe a las personas que pertenecen a la localidad.

→ Datos generales:

Nombre de la dinámica: Tu vivienda ideal.

Fecha de aplicación: 22 de Junio del 2015.

Lugar: localidad rural Benito Juárez, Tepic, Nayarit.

Reporte de Dinámica Participativa:

Para la selección de los sujetos participantes, se buscó como única cuestión, ser habitantes de la localidad rural Benito Juárez y por lo tanto, tener una vivienda en el lugar de estudio para el desarrollo de modelo de vivienda sustentable. Los grupos participantes fueron conformados a partir de las dos personas, elegidos al azahar. Se explicó la dinámica de la actividad con un vocabulario sencillo y práctico, para el correcto entendimiento de la misma.

La actividad consistió en presentar cuatro imágenes de vivienda, con características y estilo arquitectónico diferentes. Se les pidió observar detenidamente, el tipo de vivienda y el estilo que las definía, para posteriormente seleccionar, de las cuatro imágenes presentadas, solo una, identificando cual era para ellos, la “vivienda ideal”, junto con la explicación del “porqué” a su elección. Las imágenes presentadas a continuación, de acuerdo al orden y a la explicación, fueron mostradas a los grupos participantes en la localidad rural Benito Juárez:

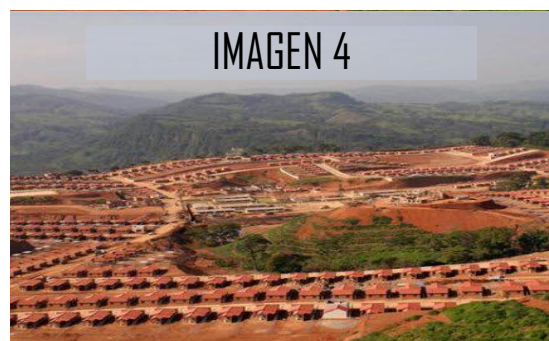


Imagen 9. Imágenes de vivienda, dinámica participativa. Fuente: Google.

- **Imagen 1:** Vivienda rural ubicada en un cerro, sin patio y con aparente vegetación.
- **Imagen 2:** Vivienda rural de dos plantas, sin vegetación.
- **Imagen 3:** Vivienda rural sustentable, con patio y vegetación.
- **Imagen 4:** Ciudad rural sustentable, vivienda tipo con poca vegetación.

La dinámica participativa “**tu vivienda ideal**” se realizó a cuatro grupos de personas diferentes, las respuestas y los datos obtenidos de esta actividad se localizan en los anexos de este proyecto.

→ RESULTADOS DE EJERCICIO: **Ver Anexo 4**

6. ENCUESTA, ENTREVISTA Y OBSERVACIÓN DIRECTA.

Objetivo: Identificar a través de un análisis las deficiencias e inexistencias de los servicios básicos e infraestructura en las viviendas de la localidad rural Benito Juárez, posteriormente, verificar los datos obtenidos con la base de información que maneja el Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI.

→ **Datos generales:**

Nombre de la dinámica: Análisis de Infraestructura y servicios básicos.

Fecha de aplicación: 18, 19 y 22 de Junio del 2015.

Lugar: localidad rural Benito Juárez, Tepic, Nayarit.

Reporte de Dinámica Participativa:

Las entrevistas y encuestas mostraron los resultados necesarios para determinar el análisis de infraestructura básica y de servicios, en las viviendas del lugar. Se identificaron las deficiencias y las inexistencias de este servicio, dato relevante para la propuesta de tecnologías sustentables a aplicar en el modelo de vivienda sustentable que se realizará, en la localidad rural Benito Juárez. Los resultados se muestran a continuación en el apartado 4.1.1.6 análisis de infraestructura y servicios básicos (pág. 49).

4. ANÁLISIS, DESARROLLO DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS

4.1 SÍNTESIS INTERPRETATIVA DE LOS DATOS ANALIZADOS

4.1.1 ANÁLISIS DEL SITIO Y DEL ENTORNO

4.1.1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

Altitud, latitud y longitud. La localidad Rural seleccionada como zona de estudio se localiza en el Municipio de Tepic en el Estado de Nayarit, México, con las coordenadas GPS: Longitud: -105.003029, Latitud: 21.599721. Se encuentra a una mediana altura de 550 metros sobre el nivel del mar.

Orientación. Colinda al norte con los municipios de Santiago Ixcuintla y de Del Nayar; al este con los municipios de Del Nayar y Santa María del Oro; al sur con los municipios de Santa María del Oro, Xalisco y San Blas; al oeste con los municipios de San Blas y Santiago Ixcuintla.

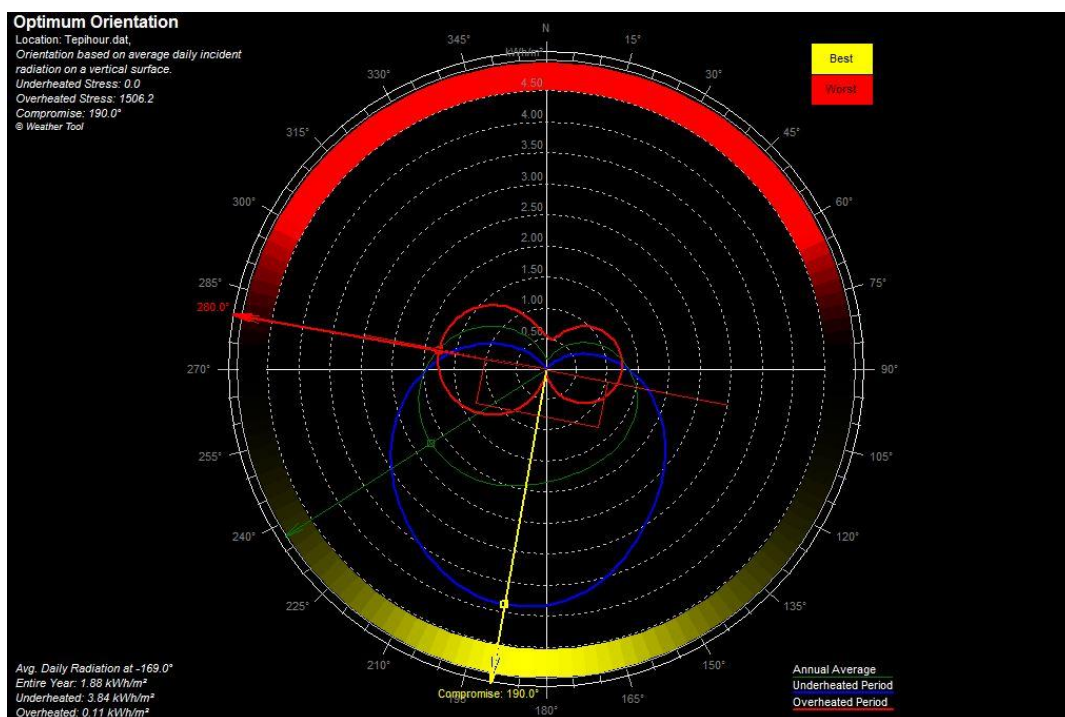


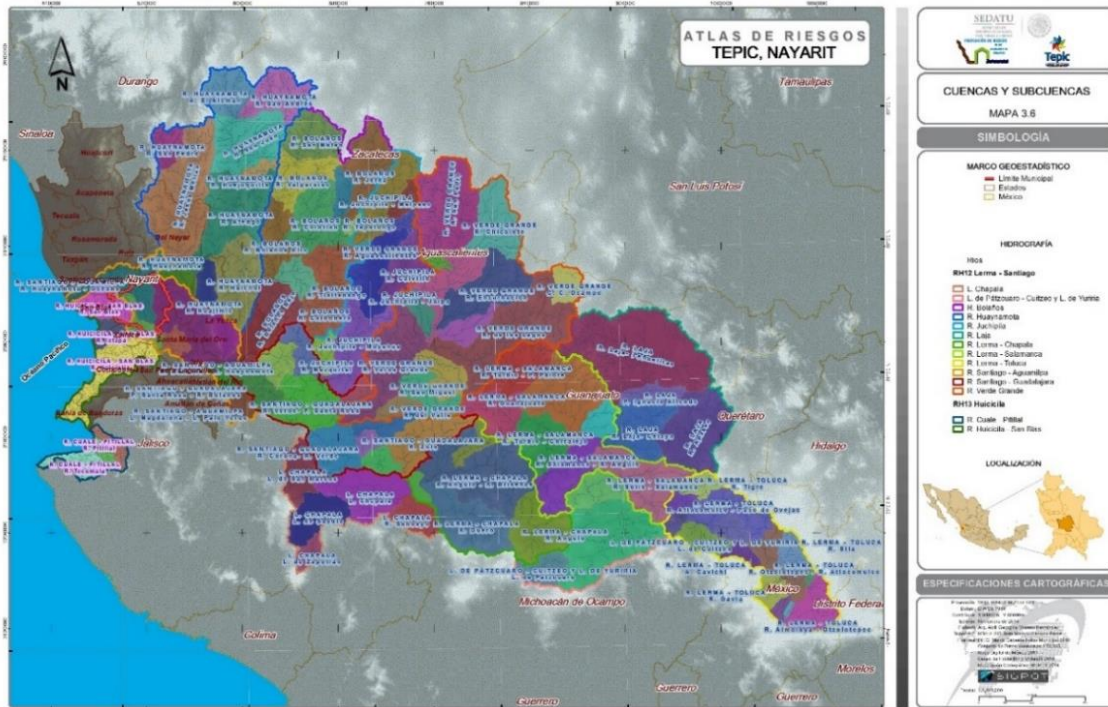
Figura 1. Orientación óptima para la ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia utilizando programa Ecotect Analysis 2011.

De acuerdo al análisis realizado en el programa Ecotect Analysis 2011, la mejor ubicación para orientar las viviendas en el municipio de Tepic es el Sur y Suroeste.

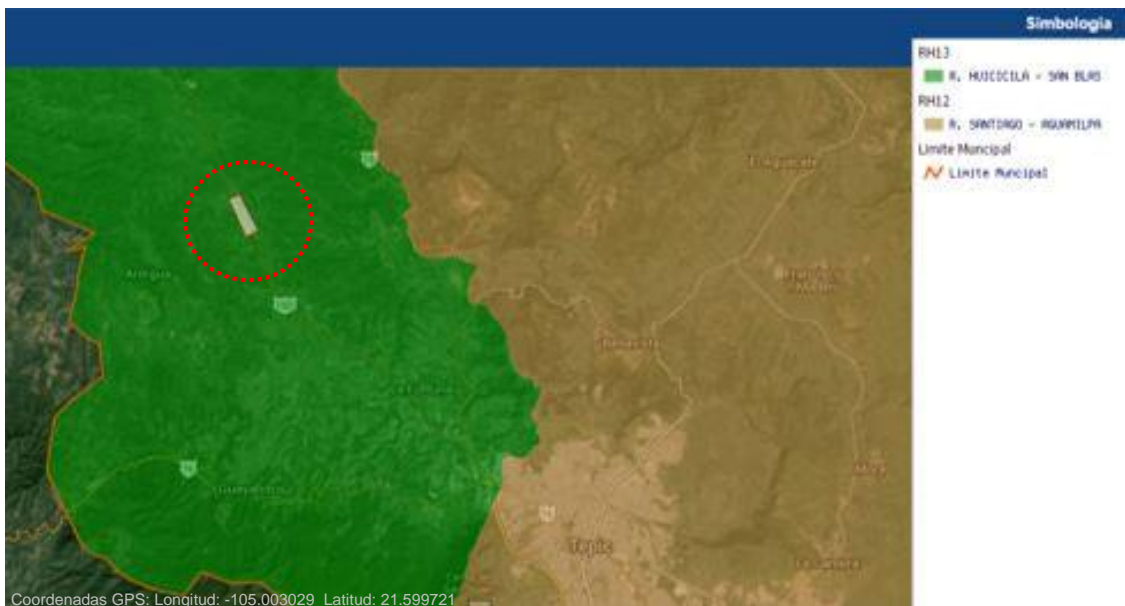
4.1.1.2 MEDIO NATURAL: SITIO

Hidrología. De acuerdo al Atlas Digital del Agua México y al Sistema Nacional de Información del Agua, las cuencas del país se encuentran organizadas en 37 regiones hidrológicas. La región hidrológica que pertenece al estado de Nayarit es el Lerma-Santiago con un 81.59% y Huicicila con un 18.41%. A su vez, las cuencas hidrológicas que se subdividen dentro de la región hidrológica, son el R. Santiago-Aguamilpa con un 81.58%, R. Huicicila-San Blas con un 18.41% y R.

Huaynamota con el 0.01%. Las sub cuencas hidrológicas que se subdividen dentro de las cuencas hidrológicas antes mencionadas, son el R. Huaynamota-Océano con el 35.81%, el R. Bolaños-R. Huaynamota con el 25.14%, R. Tepic con el 20.63%, R. San Blas con el 17.75%, el R. Ixtapa con el 0.66% y el R. Huaynamota con el 0.01%.



Mapa 1. Regiones y Cuencas Hidrológicas en el estado de Nayarit. Fuente: (Atlas de Riesgo del Municipio de Tepic, 2014).



Mapa 2. Identificación de la cuenca a la que pertenece la localidad rural Benito Juárez. Fuente: (Atlas de riesgos del municipio de Tepic, 2014).

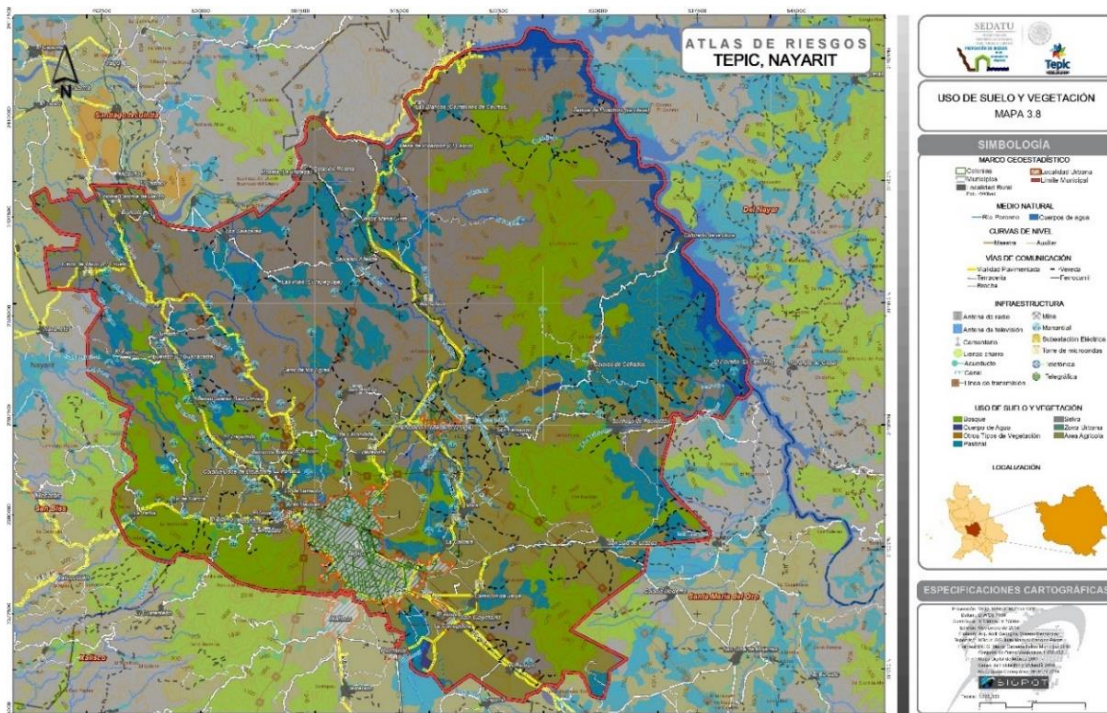
- ✓ La localidad rural Benito Juárez, pertenece a la región hidrológica **Huicicila**, su cuenca hidrológica es la **Huicicila-San Blas**, y su sub cuenca pertenece al **R. Tepic (mololoa)**, cruzando por esa sub cuenca una corriente de agua que se desprende del arroyo llamado “las pilitas”.

Uso de suelo y vegetación. El atlas de riesgos del municipio de Tepic, (2014) define el “uso de suelo” como se muestra a continuación:

- **Área urbana y asentamientos humanos.** Cubre un 2.73% de la superficie, el equivalente a 4,470.51 hectáreas aproximadamente.
- **Área agrícola.** Predomina en el centro y sur del municipio con un 25.53%, equivalente a 41,723.29has aproximadamente.

El atlas de riesgos del municipio de Tepic., (2014) define a la “vegetación” como se muestra a continuación:

- **Selva.** Cubre un 32.53% de la superficie.
- **Bosque.** Cubre un 20.83% de la superficie.
- **Pastizal.** Cubre un 18.68% de la superficie.



Mapa 3. Uso de Suelo y Vegetación en el Municipio de TEPIIC. Fuente: (Atlas de Riesgos del Municipio de Tepic, 2014).

Al presentar un clima muy cálido en gran parte de su territorio, la localidad rural Benito Juárez, cuenta con una vegetación ideal para especies tropicales, aunque tiene superficies con vegetación de origen templado. La vegetación está formada por especies de **hoja perenne y ancha**. Las plantas perennes dominan la mayoría de los ecosistemas naturales. Las perennes silvestres, como

las hierbas vivaces, son normalmente mejores competidores que las anuales, especialmente en condiciones de cultivo pobres.

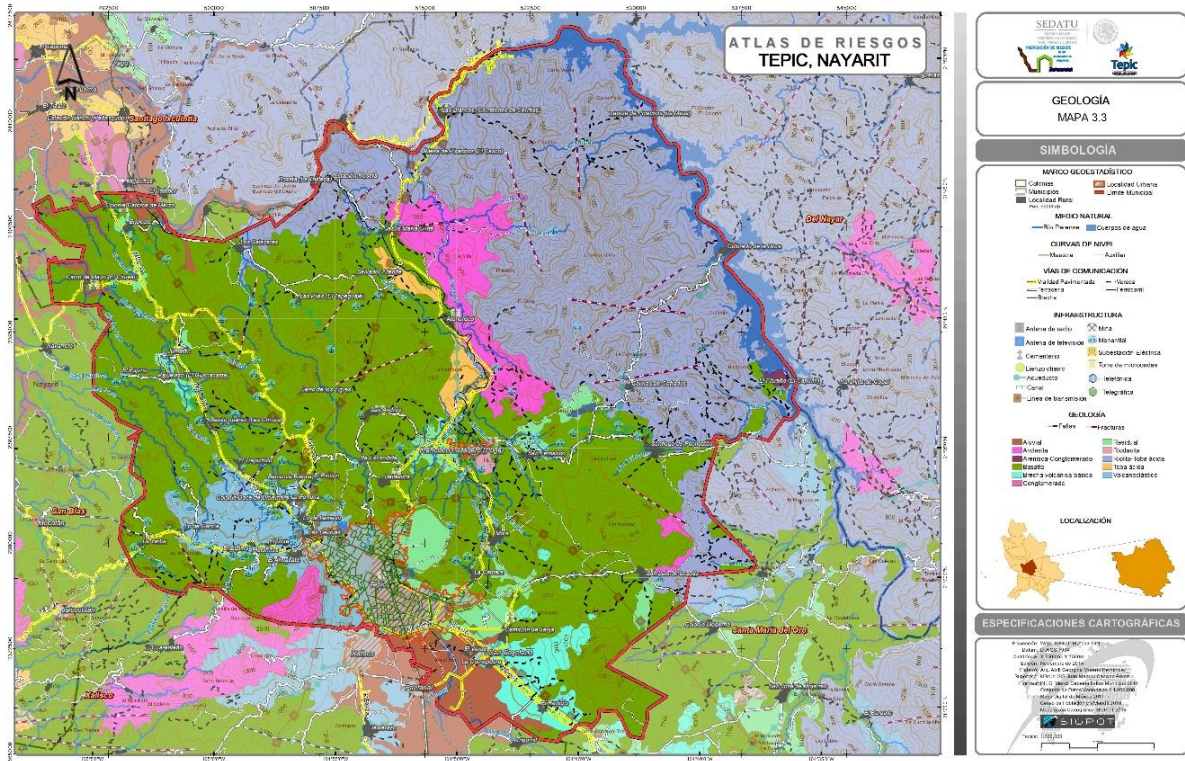


Mapa 4. Identificación del tipo de suelo que pertenece a la localidad rural Benito Juárez. Fuente: (Atlas de riesgos del municipio de Tepic, 2014).

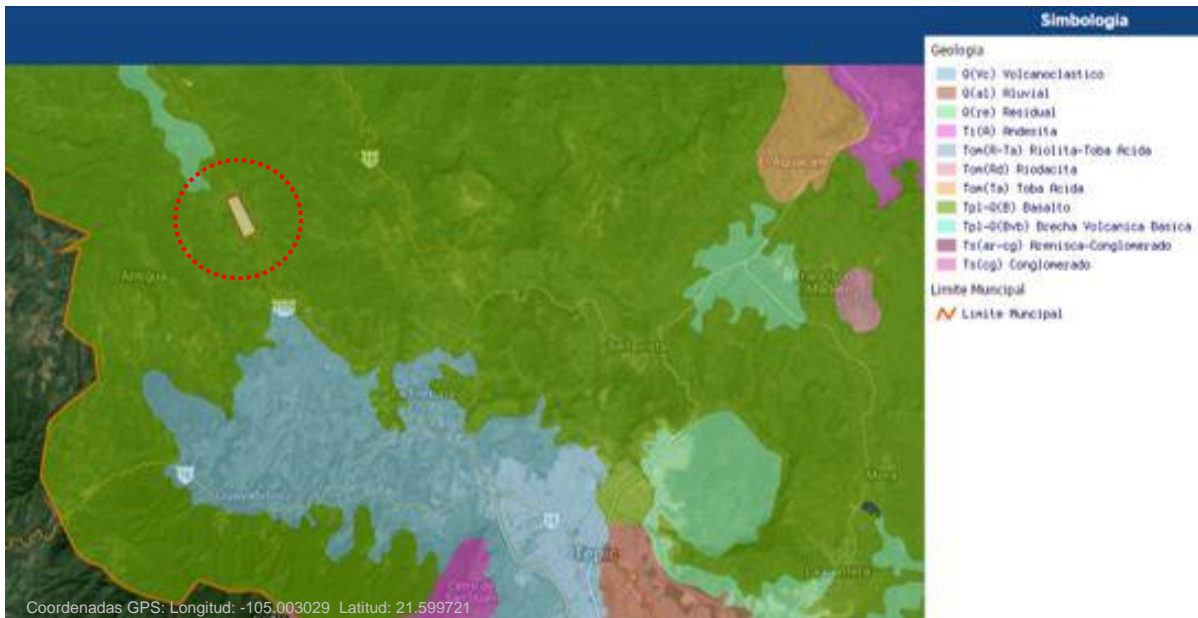
- ✓ El uso de suelo en la Localidad Rural Benito Juárez en su mayoría es la **Agricultura de Temporal**; dependiendo de la temporada de lluvias para el riego. Predomina el **bosque de encino y el pastizal**.

Geología. El atlas de riesgos del municipio de Tepic, (2014) define a la “composición geológica” como lo siguiente:

- **Ígnea extrusiva.** Este tipo de roca está presente por todo el municipio, cubriendo 91.84% aproximadamente, dentro de éstas encontramos los siguientes tipos:
- **Andesita.** En el municipio cubre 4.87% aproximadamente 7,961.61has distribuidas principalmente al centro de la zona norte de la región.
- **Basalto.** *Es una roca de color oscuro, pesado y resistente, de grano fino generalmente, constituye una de las rocas más abundantes en la corteza terrestre. En el municipio, cubre 47.26% de la superficie, es decir 77,224.05has predominando por toda la región, principalmente la parte centro, sur y oeste del municipio.*
- **Brecha volcánica básica.** Cubre una pequeña fracción de 2.10%, aproximadamente 3,445.37has, ubicadas al sur del municipio.
- **Riodacita.** Se presenta en una pequeña fracción al centro del municipio, ocupando 220.23has, aproximadamente 0.13% de la superficie total.
- **Riolita Toba ácida.** Se localiza una gran extensión al norte, noreste y este del municipio dando una sumatoria de 51,673.42has, aproximadamente 31.62% de la superficie total.



Mapa 5. Geología en el Municipio de TEPIC. Fuente: (Atlas de Riesgos del Municipio de Tepic, 2014).



Mapa 6. Identificación de la composición geológica que predomina en la localidad rural Benito Juárez. Fuente: (Atlas de riesgos del municipio de Tepic, 2014).

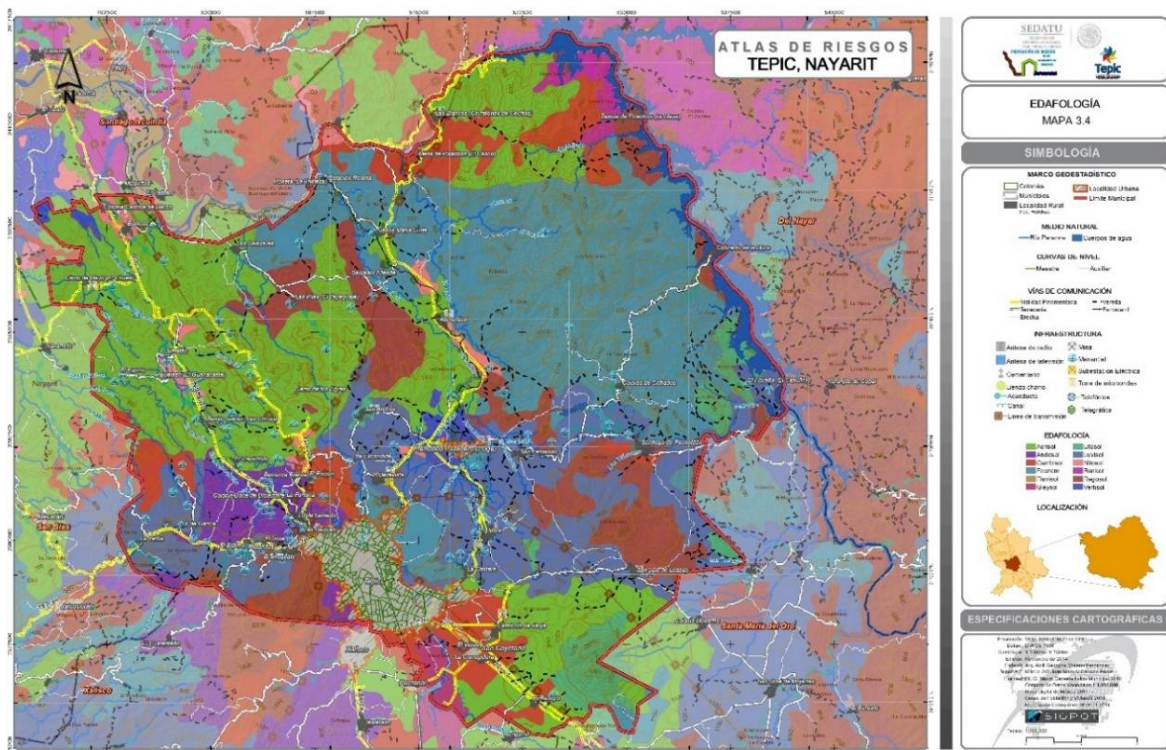
- ✓ El tipo de roca que predomina en la Localidad rural Benito Juárez es la **ígnea extrusiva: basalto**.

Fallas Geológicas. En el municipio de Tepic, se localizan cinco fallas, cuatro de ellas situadas al noreste y este, de tipo normal con orientación a la izquierda y longitudes de 0.23 a 1.07km, colindantes al municipio Del Nayar. Por último se localiza una falla más al oeste en colindancia con el municipio de San Blas, con longitud de 1.73km de tipo normal con orientación a la derecha. Por otra parte, se localizan 16 fracturas dispersas en el municipio, la mayoría al norte y este colindantes al municipio Del Nayar, el resto se ubican al oeste y noroeste, en colindancia con el municipio de San Blas y Santiago Ixcuintla.

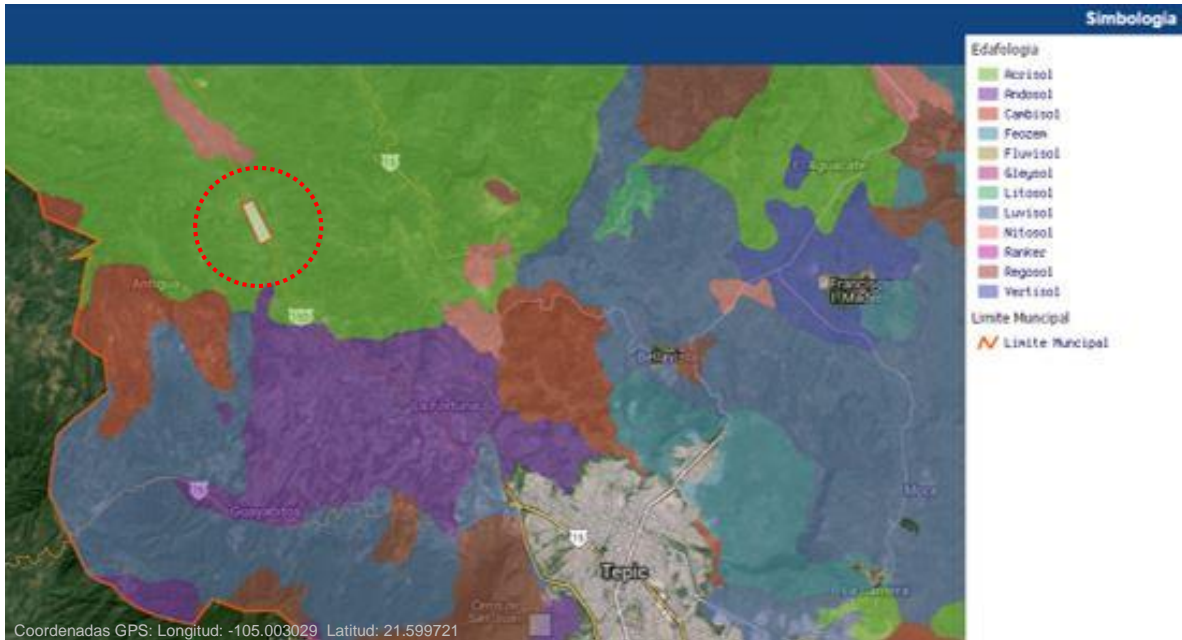
- ✓ En la Localidad rural Benito Juárez, según el Atlas de Riesgos del municipio de Tepic, **no existen fallas ni fracturas geológicas** dentro, fuera o cerca del lugar.

Edafología. El atlas de riesgos del municipio de Tepic, (2014) define a la “composición edafológica” como lo siguiente:

- **Acrisol.** En el municipio de Tepic, se ocupa aproximadamente 44,570.32has (27.27%) de la superficie, principalmente al oeste del mismo.
- **Andosol.** Se ubica una pequeña fracción al suroeste del municipio de Tepic, ocupando 5,451.72has (3.33%) de la superficie total.
- **Cambisol.** Se localiza en fracciones dispersas por el municipio de Tepic, predominando en la zona norte y sur, sumando en conjunto 12,364.71has (7.56%) de la superficie.
- **Feozem.** Está localizado disperso en la región en la zona norte y sur, representa el 24.64% (40,263.17has) de la superficie municipal.
- **Fluvisol.** Estos suelos son localizados en la parte noreste del municipio de Tepic con 545.33has (0.33%) aproximadamente.



Mapa 7. Edafología en el Municipio de TEPIC. Fuente: (Atlas de Riesgos del Municipio de Tepic, 2014).



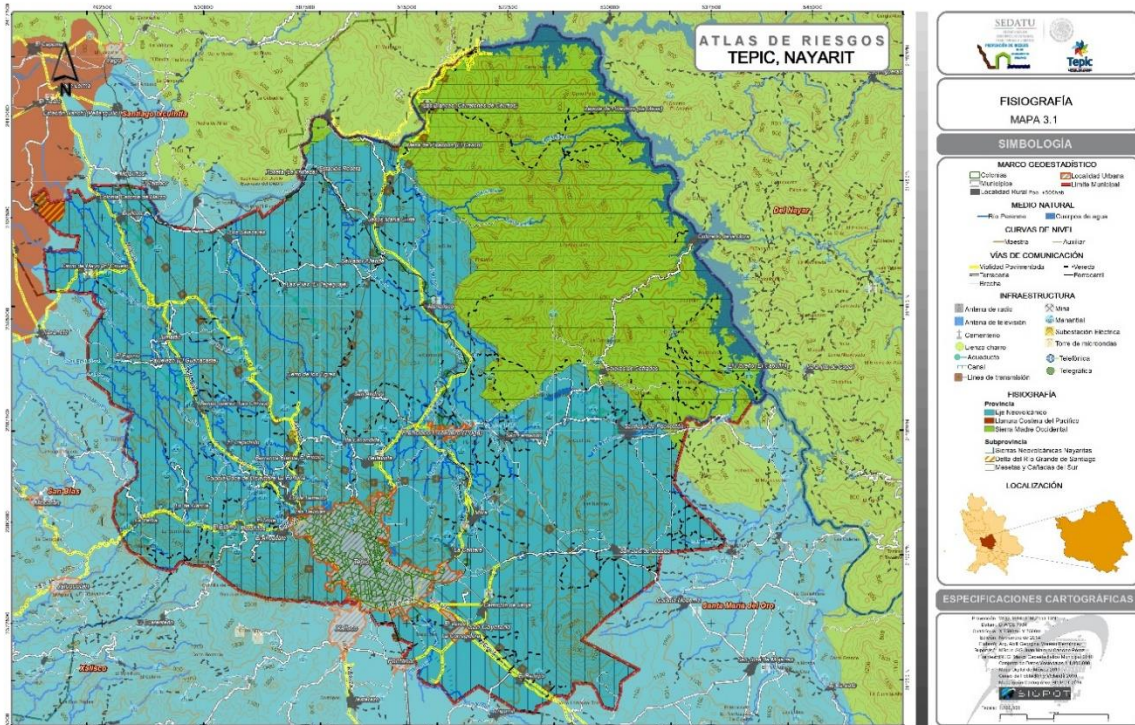
Mapa 8. Identificación de la composición edafológica que predomina en la localidad rural Benito Juárez. Fuente: (Atlas de riesgos del municipio de Tepic, 2014).

- ✓ La composición edafológica que domina en la Localidad Rural Benito Juárez es el **Acrisol**.

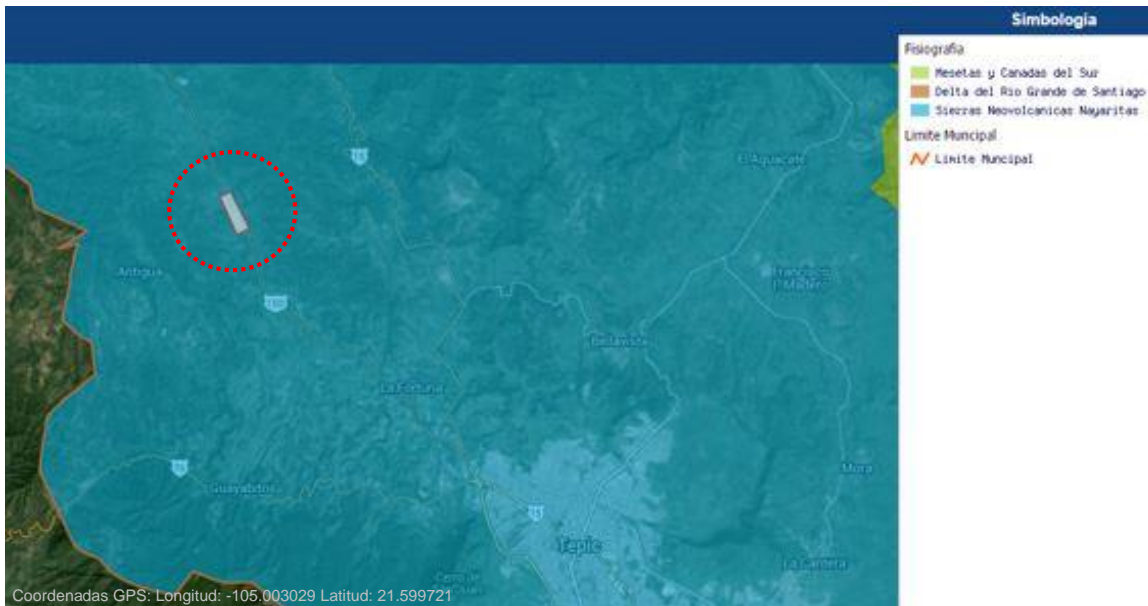
Fisiografía. La localidad rural Benito Juárez, se ubica sobre las Provincias del Eje Neovolcánico, Sierra Madre Occidental y Llanura Costera del Pacífico. El Eje Neovolcánico forma parte del Sistema Volcánico Transversal y se le conoce como Sierra Volcánica Transversal. Por otro lado la Llanura Costera del Pacífico es una de las provincias más pequeñas del país. Cuenta con un relieve plano casi en su totalidad y está constituido por una llanura costera angosta y alargada. La Sierra Madre Occidental es una cadena montañosa de suma importancia dentro de la República Mexicana, cubierta por grandes bosques de pinos, encinas y extensa fauna.

En orden de superficie:

- Eje Neovolcánico ocupa alrededor de 116,029.61 hectáreas, es decir, aproximadamente el 71.01% de la superficie total.
- Por su parte la Sierra Madre Occidental ocupa 28.76% de la superficie, lo que representa aproximadamente 46,976.43 hectáreas.
- Aproximadamente el 0.23% restante, lo ocupa la Llanura Costera del Pacífico, representado por 389.38 hectáreas.



Mapa 9. Provincias Fisiográficas del Municipio de TEPIC. Fuente: (Atlas de Riesgo del Municipio de Tepic, 2014).



Mapa 10. Identificación de la Subprovincia fisiográfica que pertenece la localidad rural Benito Juárez. Fuente: (Atlas de riesgos del municipio de Tepic, 2014).

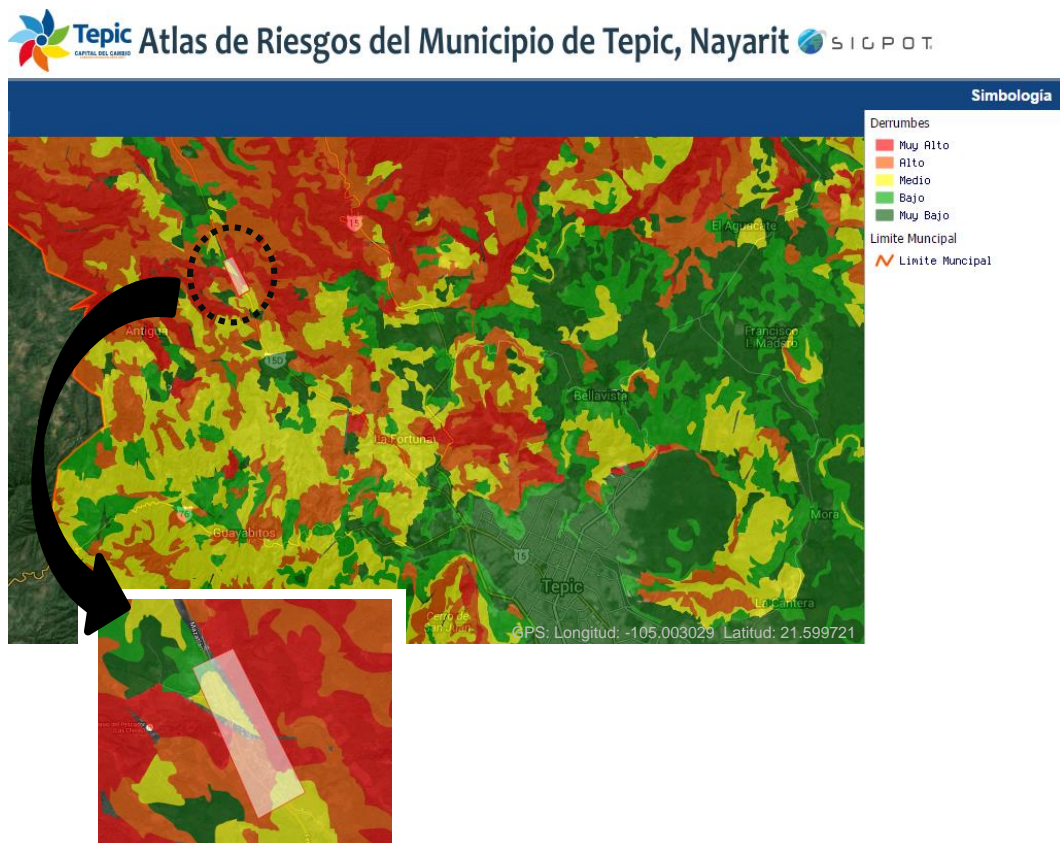
- ✓ La Provincia a la que pertenece la localidad rural Benito Juárez es el **Eje Neovolcánico**.
- ✓ La Subprovincia a la que pertenece la localidad rural Benito Juárez es la **Sierra Neovolcánica Nayarita**.

4.1.1.3 MEDIO NATURAL: ENTORNO

▪ Identificación de peligros ante fenómenos perturbadores de origen natural

El Atlas de Riesgos del Municipio de Tepic proporciona a las diferentes instancias de gobierno, instituciones académicas y demás actores involucrados, un registro de peligros que posibilite el desarrollo de un sistema de información geográfica. Compila, genera y valida los diferentes niveles de riesgo por causas de la naturaleza y a la vez, permite la consulta de los diferentes peligros naturales que puedan incidir en el municipio. Se presenta a continuación la identificación de los principales fenómenos de carácter geológico e hidrológico para la localidad rural Benito Juárez.

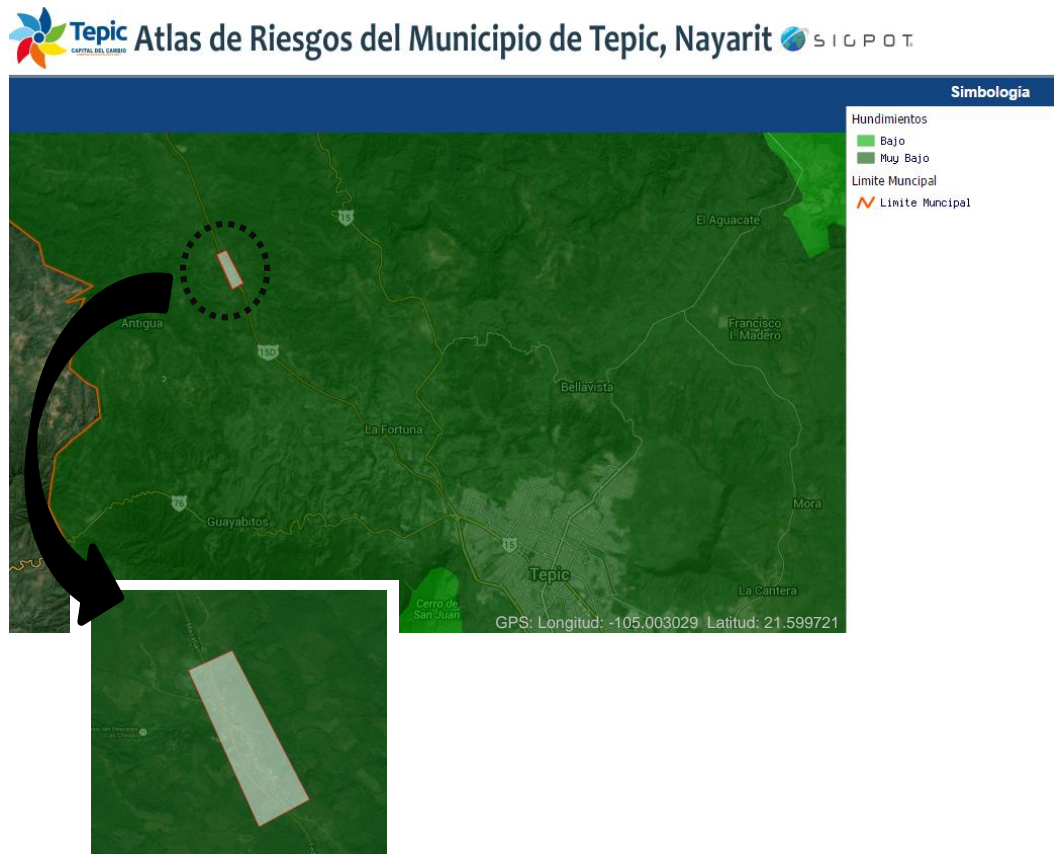
Derrumbes. Son frecuentes en tierras volcánicas con juntas columnares, así como a lo largo de arroyos y cauces de los ríos con riberas muy empinadas. Su velocidad de desplazamiento varía de extremadamente lenta a extremadamente rápida, en ocasiones existe aceleración durante todo el movimiento dependiendo de la distancia de su desplazamiento y pendiente.



Mapa 11. Identificación de la zona de derrumbes en la localidad rural Benito Juárez. Fuente: (Atlas de riesgos del municipio de Tepic, 2014).

- ✓ La localidad rural Benito Juárez, según el mapa 11 presentado anteriormente, realizado por el Atlas de Riesgos del Municipio de Tepic, Nayarit, presenta susceptibilidad por derrumbes, caracterizado en un nivel **medio**, llegando a tener afectaciones de este tipo.

Hundimientos. Son causados por el colapso de la superficie del terreno natural en zonas donde existen cavidades subterráneas. Estos procesos se caracterizan por ser movimientos repentinos y de componente vertical. Generalmente se encuentran asociados a procesos de disolución en rocas carbonatadas y evaporíticas, pudiendo también generarse por actividades antrópicas. El resultado en superficie de los hundimientos cársticos se le conoce como dolinas, las cuales son depresiones de forma más o menos circular, cuyos diámetros y profundidades son variables.

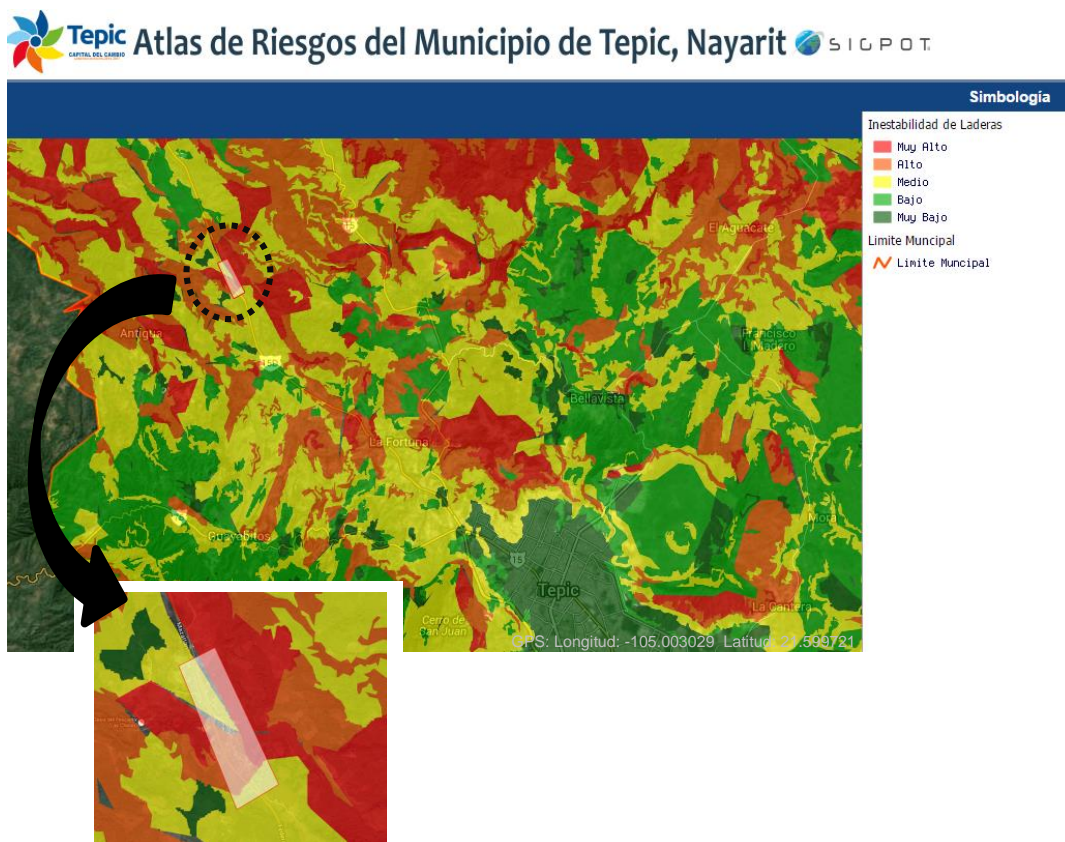


Mapa 12. Identificación de la zona de hundimientos en la localidad rural Benito Juárez. Fuente: (Atlas de riesgos del municipio de Tepic, 2014).

- ✓ La localidad rural Benito Juárez, según el mapa 12 presentado anteriormente, realizado por el Atlas de Riesgos del Municipio de Tepic, Nayarit, no presenta susceptibilidad por hundimientos, ya que se categoriza en un nivel **muy bajo** de presentar afectaciones de este tipo.

Inestabilidad de laderas. La inestabilidad de laderas, también conocida como proceso de remoción en masa, se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para auto sustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos. Se presenta en zonas montañosas donde la superficie del terreno adquiere diversos grados de inclinación.

La inestabilidad de laderas está determinada, tanto en su origen como en su desarrollo, por diferentes mecanismos. Estos mecanismos sirven a su vez para clasificar los tipos de procesos de ladera existentes. De tal modo que se agrupan en cuatro categorías principales y una derivada de la combinación de éstas. Los mecanismos básicos de inestabilidad son los caídos o derrumbes, flujos, deslizamientos y las expansiones o desplazamientos laterales. Cuando el mecanismo inicial de un movimiento se transforma en otro(s), se dice que es un movimiento complejo.

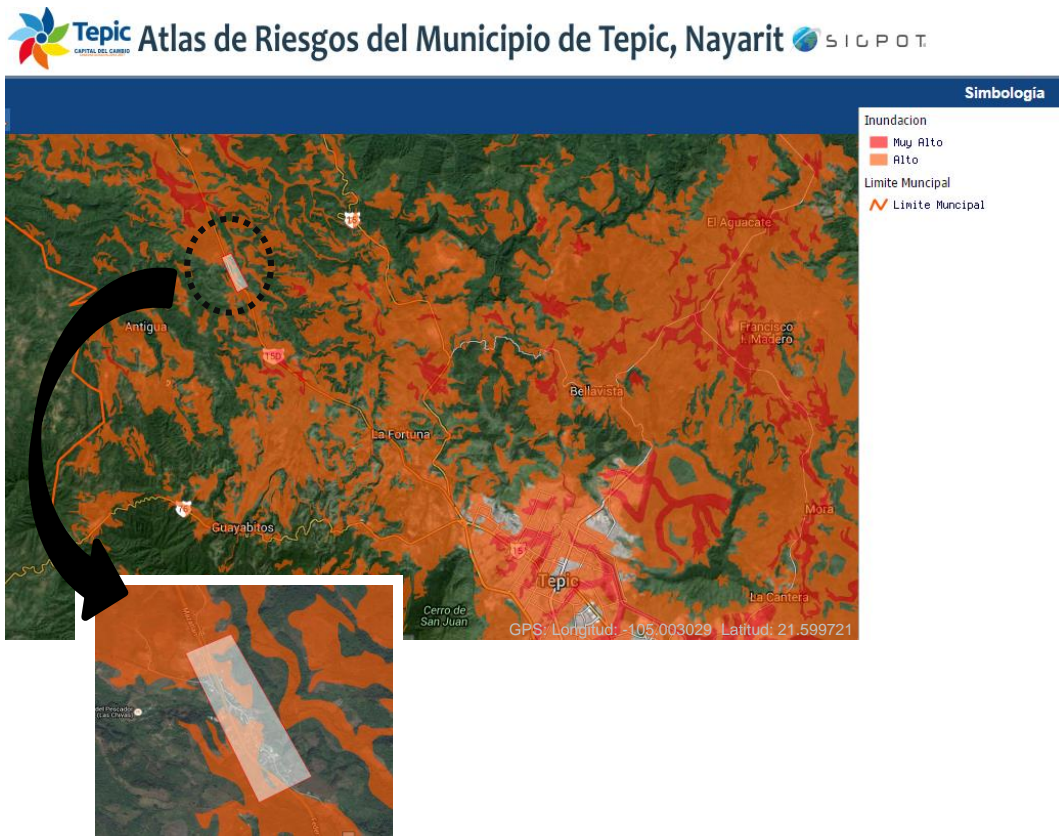


Mapa 13. Identificación de la zona inestable de laderas en la localidad rural Benito Juárez. Fuente: (Atlas de riesgos del municipio de Tepic, 2014).

- ✓ La localidad rural Benito Juárez, según el mapa 13 presentado anteriormente, realizado por el Atlas de Riesgos del Municipio de Tepic, Nayarit, presenta una susceptibilidad por inestabilidad de laderas en un nivel clasificado como **medio**, llegando a tener afectaciones de este tipo.

Inundaciones. Se entiende por inundación como el aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce, es decir aquel evento que debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura.

La ciudad de Tepic se encuentra ubicada en la parte central de la cuenca del Río Mololoa, factor de desarrollo en antaño, y actual colector principal de las aguas pluviales y negras que se generan en la ciudad, el cual ante el crecimiento anárquico, ha propiciado la invasión de cauce y zona federal, reduciéndose la sección hidráulica en algunos tramos del mismo, provocando inundación en la zona urbana y rural del municipio.



Mapa 14. Identificación de la zona de inundaciones en la localidad rural Benito Juárez. Fuente: (Atlas de riesgos del municipio de Tepic, 2014).

- ✓ La localidad rural Benito Juárez, según el mapa 14 presentado anteriormente, realizado por el Atlas de Riesgos del Municipio de Tepic, Nayarit, presenta una susceptibilidad por inundaciones en un nivel clasificado como **alto**, llegando a tener afectaciones de este tipo.

4.1.1.4 MEDIO ARTIFICIAL

- **Principales características estéticas, culturales y constructivas de la vivienda actual en la localidad rural Benito Juárez.**

Las viviendas que pertenecen a la localidad rural Benito Juárez son sencillas y simples. Simples a la hora de referirse al diseño arquitectónico, a la utilización de los elementos constructivos y sencillas en los aspectos estéticos. Con un diseño de vivienda “tipo”, las medidas aproximadas oscilan entre los 7m de frente y 5m de fondo. Sobresalen en un 90%, las líneas rectas a la hora de edificar. La fachada principal norte-sur, está conformada por una puerta de acceso principal al centro, junto con dos ventanas laterales, la fachada trasera norte-sur, con una puerta de salida para el jardín que rodea a la vivienda. Cada fachada lateral tiene una ventana, esto, como motivo para iluminar y ventilar los espacios. La vivienda, está implantada al centro de la propiedad, rodeada por jardines, con diversos tipos de árboles frutales y florares, vegetación en su mayoría de clima húmedo, sobresaliendo la tierra húmeda en la mayoría del espacio.

El interior de las viviendas, está compuesto por dos recámaras, un baño y un área sala-comedor, todo en mínimas dimensiones. La mitad de las viviendas del lugar, tienen un cuarto para cocinar, en la parte interior, pero no lo utilizan comúnmente. El resto, tiene adecuado un comal con leña en la parte trasera, o a un costado de la vivienda, para hacer uso del mismo, y cocinar al exterior. La vivienda es una cuarta parte, en proporción al terreno, siendo en su mayoría, tierra conformada por área natural y vegetación. En los elementos constructivos, a simple vista, predomina el block de jal en muros, lámina de asbesto en techos, y firme de concreto en pisos. Son pocas las viviendas que tienen recubrimiento en muros, la otra parte tiene el material constructivo (block o ladrillo) expuesto. En las fachadas no hay ningún tipo de decoración, todo es simple y sin ornamentación de ningún tipo. No hay objetos simbólicos o representativos, que llamen la atención en las viviendas, la única decoración, son los elementos naturales, los árboles, las plantas, y la vegetación en los terrenos de las viviendas de Benito Juárez.

Evidencia de imágenes:



Imagen 10. Vivienda rural de Benito Juárez, fachada norte.
Fuente: Propia.



Imagen 11. Vivienda rural de Benito Juárez, fachada sur.
Fuente: Propia.



Imagen 12. Calle principal de la localidad rural Benito Juárez. Fuente: Propia.

4.1.1.5 MEDIO SOCIO-CULTURAL

- **Principales características históricas, antropológicas, culturales y sociales de la población que pertenece a la localidad rural Benito Juárez.**

Las personas que pertenecen a la localidad rural Benito Juárez, demostraron interés por el tema. Les gusta la participación, pero no, sin antes saber el verdadero objetivo de la actividad. Son personas sencillas a la hora de vestir, simples a la hora de hablar, curiosas a la hora de preguntar e indagar sobre algún tema, amables con todo su alrededor, pero sobre todo personas muy trabajadoras. Les interesa vivir mejor, mejorar su estilo de vida actual. La población actual de la localidad es escasa. Se tiene aproximadamente entre 3 o 4 personas por vivienda, conformada por papá, mamá y uno o dos hijos, como promedio. Predomina entre los habitantes la religión católica, seguida por la cristiana. Siempre llevan una sonrisa en el rostro, disfrutan convivir entre ellos a cualquier hora del día, saludándose al andar, pasando por la calle principal. Inquietos a la hora de querer saber que es lo que hace una persona ajena a su comunidad, no se privan de preguntar o aclarar sus dudas.

Amenizan las tardes disfrutando sus patios, bajo la sombra de los árboles que rodean el lugar, para tomar el aire fresco. No suelen ver televisión a pesar de contar con energía eléctrica, la mayor parte del día la pasan en el exterior de sus viviendas. Acostumbran a cocinar en los patios, argumentando que en el interior, hace demasiado calor, llegando a ser insoportable, y les gusta más disfrutar el aire natural que el artificial. Mitad de la población tiene estufas de gas, la otra mitad sigue cocinando con leña y comal; en el desayuno, comparten la mañana “entre vecinas”, visitándose entre patios después de realizar sus labores domésticas.

La principal actividad de las mujeres que pertenecen a la localidad Benito Juárez, son las labores domésticas y el cuidado de sus hijos. Los hombres por el contrario, despiertan antes de que salga el sol para irse a trabajar, ausentándose todo el día en el hogar, regresando casi al anochecer

para descansar, y comenzar al día siguiente con la misma rutina. Las personas que pertenecen a la comunidad, viven de la agricultura o la ganadería. No existe ningún tipo de industria en la localidad y, por lo tanto, la economía es bastante precaria. Existe una tendencia general a creer que la vida en el campo es tranquila y aburrida; por el contrario, independientemente del gusto de cada persona y de los principios morales que los lleven a estar o no de acuerdo, la vida de la población se basa en una rutina de sacrificios y trabajo intenso, levantándose por la madrugada y dedicando enteramente las energías a diversas tareas, que resultan indispensables para la sostenibilidad de su propia economía.



Imagen 13. Habitantes de la localidad rural Benito Juárez. Fuente: Propia.

4.1.1.6 ANÁLISIS DE INFRAESTRUCTURA Y DE SERVICIOS BÁSICOS

Agua potable. Todas las viviendas de la localidad rural Benito Juárez, tienen servicio de agua entubada. Solo el 53% tiene dentro de la vivienda, y el 47% la tiene fuera de la vivienda pero dentro del terreno. Según las entrevistas y encuestas realizadas, el 95% de las personas afirmó que el servicio de agua, lo tienen toda la semana, y solo el 5% dijo que faltaba en algunas ocasiones.

Drenaje. Ninguna vivienda de la localidad rural Benito Juárez cuenta con el servicio de drenaje. Los resultados de las encuestas demostraron, que el sanitario de las viviendas, está conformado con un 80% por retrete con fosa séptica, y el 20% restante con letrina. También se demostró que con un 80% las descargas residuales generadas en las viviendas (por la falta de drenaje), son enviadas a la misma fosa séptica, y con el 20%, a una tubería que descarga el agua a una barranca, ocasionando contaminación ambiental e insalubridad en la localidad rural Benito Juárez.

- Para combatir el problema del drenaje y la contaminación ambiental que se está generando por la descarga de aguas residuales, se propone incorporar como tecnología sustentable en el modelo de vivienda, un **“humedal artificial”**, siendo zonas construidas por el hombre en las que se reproducen, de manera controlada, los procesos físicos, químicos y biológicos de eliminación de contaminantes que ocurren normalmente en los humedales naturales.
- Para contrarrestar el uso de las letrinas, se propone modernizar el sistema utilizado actualmente en las viviendas, por un **“baño seco”**, tecnología sustentable ideal para viviendas que carecen de aguas residuales aisladas de las zonas urbanas, y al mismo tiempo, sirviendo como inodoro, es decir, sin producir olores, siempre y cuando su mantenimiento sea el correcto. El depósito inferior del baño seco, es similar a una fosa

séptica, con la diferencia de que no utiliza agua ni elementos químicos para la disolución de las heces.

Energía eléctrica. El 100% de las viviendas cuenta con el servicio de luz eléctrica. A pesar de esto, uno de los principales problemas dentro de las viviendas, reflejado en los resultados de las entrevistas, las encuestas y la dinámica, es la ventilación e iluminación insuficiente. Con el 31% se demuestra que el principal problema e inconveniente dentro de las viviendas, es la falta de ventilación natural, y el 25% la falta de iluminación natural.

- Para combatir el problema de la ventilación e iluminación natural, se proponen las **estrategias de diseño pasivas** en el modelo de vivienda a realizar; desarrolladas e implementadas en la siguiente etapa de investigación. Estas estrategias, ayudarán a disminuir el consumo de energía eléctrica, reduciendo al mismo tiempo el pago de la luz y la economía de la población.

Residuos Sólidos. Otro de los grandes problemas contaminantes del medio ambiente en la localidad rural Benito Juárez, son los desechos o residuos de basura. Los resultados de la encuesta, demostraron que el 90% de la basura que se genera por vivienda, la queman, el otro 10% la tira en la barranca. El 90% de la población no practica la separación ni reciclaje de los residuos, solo el 10% lo hace, pero termina quemando o tirando todo.

- Para combatir este grave problema, se propone incorporar como estrategia sustentable al modelo de vivienda por realizar, la **“composta”**. Con los residuos, en forma separada o bien mezclados, se forman pilas o montones, que por acción de los microorganismos dan origen a un material de gran utilidad para los suelos agrícolas y rurales mejorando la estructura y la fertilidad del mismo.

Gas. En el caso de la dotación de gas dentro de las viviendas que pertenecen a la localidad rural Benito Juárez, el 80% cuenta este servicio. El 20% restante, utiliza la leña para cocinar, adecuando un lugar en el exterior de sus viviendas, para realizar este proceso. La leña satisface las necesidades de energía para cocinar y calentar agua, esto, en fogones abiertos o estufas de mal funcionamiento, siendo al mismo tiempo, nocivo para la salud humana.

- Para combatir este problema, se propone incorporar como tecnología sustentable al modelo de vivienda por realizar, una **“estufa ecológica”**. Suponiendo que los niveles de uso doméstico de combustible sólido seguirán siendo altos, se concentrarán los esfuerzos para mejorar la calidad del aire de las viviendas, mejorar la eficiencia de las estufas y expulsar el humo con una buena ventilación.

Contar con los servicios básicos adecuados eleva el bienestar de las personas y su calidad de vida. La vivienda sustentable supone obtener más higiene, mejores condiciones físicas y sociales para llevar a cabo las diferentes actividades de las y los integrantes del hogar. Los servicios básicos en la vivienda son muy importantes para el entorno en el que las personas interactúan y se desarrollan por lo tanto, para este proyecto se tratará de enfocar en el principal problema a nivel local que es la falta de drenaje, proponiendo un humedal artificial a nivel esquemático.

4.1.2 CLIMATOLOGÍA DE TEPIC: Localidad rural Benito Juárez

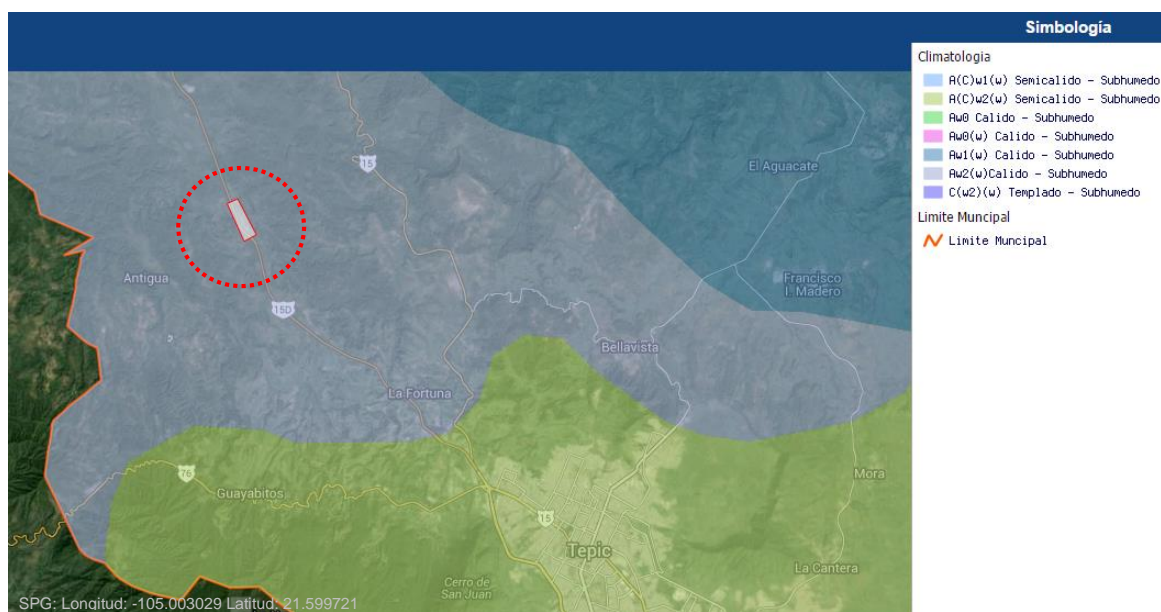
4.1.2.1 CLASIFICACIÓN

En el municipio de Tepic predomina el clima **Cálido subhúmedo**, de igual manera se presenta el clima Semicálido subhúmedo y en una menor proporción el clima Templado subhúmedo.

- **Cálido subhúmedo Aw0 (w):** A, Cálido, w (w), subhúmedo, 0, menos húmedo, w, de verano, (w), < 5 Cantidad de lluvia en este periodo con respecto a la total anual (porcentaje de lluvia invernal); < 60 precipitación del mes más seco (en milímetros); y temperatura media anual > 22°C (grados Centígrados). Presente en
 - la zona norte, noreste y este del municipio con una superficie de 41,872.25has (25.62%).

- **Cálido subhúmedo Aw1 (w):** con lluvias en verano de humedad media que pertenece al grupo de los climas cálidos A y al subgrupo de climas cálidos A. La temperatura media anual es mayor de 22°C y la del mes más frío mayor de 18°C. Se ubica en los tipos Cálidos Subhúmedos con lluvias en verano, donde la precipitación de más seco es menor de 60mm. Agrupa los subtipos de humedad media dentro de los Cálidos Subhúmedos, su porcentaje de precipitación invernal es menor de 5. Este tipo de clima se presenta al centro, oeste y noroeste de la región, con aproximadamente 28,578.70has (17.49%) de la superficie.

- **Cálido subhúmedo Aw2 (w):** con lluvias en verano de mayor humedad pertenece al grupo y subgrupo de climas cálidos A. La temperatura media anual es mayor de 22°C y la del mes más frío mayor de 18°C. Se ubica en los tipos Cálidos Subhúmedos con lluvias en verano, donde la precipitación del mes más seco es menor de 60mm. Agrupa los subtipos de mayor humedad dentro de los Cálidos Subhúmedos, su porcentaje de precipitación invernal es menor de 5. En el municipio se presenta al centro y oeste, con 35,908.01has las cuales representan aproximadamente el 21.98% del territorio.



Mapa 15. Identificación del clima que predomina en la localidad rural Benito Juárez. Fuente: (Atlas de riesgos del municipio de Tepic, 2014).

- ✓ El clima predominante en la localidad Benito Juárez es el **Cálido Subhúmedo Aw2 (W)**. La temperatura media anual del estado es de 25°C, las temperaturas mínimas promedio son alrededor de 12°C en el mes de enero y las máximas promedio puede ser ligeramente mayores a 35°C durante los meses de mayo y junio. Las lluvias se presentan en el verano durante los meses de mayo a septiembre, la precipitación media del estado es de 1 100 mm anuales. Se muestra oscilación extremosa anual y el clima no es tipo Ganges. La clasificación climática se determinó por los datos de las normales climatológicas de la ciudad de Tepic y la clasificación de Köppen-García. Estos datos coinciden con la clasificación climatológica antes presentada, de acuerdo al Atlas de Riesgos del Municipio de Tepic. En cuanto a su agrupación bioclimática, se considera templado húmedo, ya que la temperatura media anual es mayor a 18°C y la precipitación pluvial anual es mayo a 1000 mm. Estos datos se obtuvieron de la herramienta Bioclimatic Analysis Tool y son corroboradas con el código de edificación de la vivienda.

4.1.2.2 MESOCLIMA

La ciudad de Tepic Nayarit, presenta un clima Semicálido Subhúmedo del grupo C. (A) Cw2 (w) (e). El verano es cálido con régimen de lluvia, mientras en invierno las lluvias son escasas; se muestra oscilación extremosa anual y el clima no es tipo Ganges. La clasificación climática se determinó por los datos de las normales climatológicas de la ciudad de Tepic y la clasificación de Köppen-García (ver tabla 3). Estos datos coinciden con la clasificación climatológica del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y al Atlas de Riesgos del Municipio de Tepic, Nayarit. En cuanto a su agrupación bioclimática, se considera templado húmedo, ya que la temperatura media anual es mayor a 18°C y la precipitación pluvial anual es mayo a 1000 mm. Estos datos se obtuvieron de la herramienta Bioclimatic Analysis Tool y son corroboradas con el código de edificación de vivienda.

- **Clasificación del clima según el sistema modificado Köppen-García**

	Datos Generales	
	Ciudad:	Tepic
	Estado:	Nayarit
	Nombre y número de estación:	4
	Coordenadas geográficas	
I	Latitud:	21° 30' 0"N
	Longitud:	104° 52' 58"
	Altitud:	935 msnm
	Periodo de Observación	
	Temperatura:	1951- 2010
	Precipitación:	1994- 2014

II	Datos climáticos mensuales y anuales	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio		
		Temperatura (° C)	16.3	16.6	17.6	19.4	21.4	23.3	
	Precipitación mm	29.5	10.1	7.4	9.1	8.9	169.7		
		Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Annual	
		23.4	23.3	23.3	21.9	19.3	17.5	20.3	
		378.6	285.6	221.5	72.9	17.5	29.1	1239.9	

III	Gráficas
	Véase gráfica de temperatura y precipitación.

IV	Cuestionario:	
1	Temperatura media anual.	20.3
2	Temperatura del mes más frío.	16.3
	Mes más frío.	Enero
3	Temperatura del mes más cálido.	23.3
	Mes más cálido.	Julio
4	Precipitación total anual.	1239.9
5	Precipitación del mes más seco.	7.4
	Mes más seco.	Marzo
6	Precipitación mes más lluvioso.	378.6
	Mes más lluvioso.	Julio
7	Porcentaje de lluvia invernal.	3.80%
	Época de lluvia.	Verano
8	Determinar el régimen de lluvias.	De verano
9	Formulas r_h y r_s correspondientes al % de lluvia invernal.	
	Formulas r_h	-
	Formulas r_s	-
10	Determinar si el clima es húmedo, subhúmedo o seco.	Subhúmedo
	Determinar si el clima es seco (BS) o muy seco (BW).	No
11	Anotar grupo y subgrupo del clima.	
	Grupo	C
	Subgrupo	(A)C
12	Determinar el tipo de clima (A o C), húmedo o subhúmedo.	Subhúmedo
	Tipo de clima A	-
	Tipo de clima C	-
13	Determinar el subtipo climático según el grado de humedad.	

	Cociente P/T.	61.2
	Determinar símbolo de acuerdo al cociente P/T Y % de lluvia invernal.	w2/w
	Determinar presencia de canícula.	No hay canícula
	Número de meses con temperatura mayor a 10° C.	12
14	Describir condiciones de temperatura en base a la temperatura anual y la de los meses más fríos y más calientes.	con verano cálido
15	Determinar oscilación térmica anual.	7
16	Anotar el símbolo correspondiente a la oscilación.	e
17	Marcha anual de temperatura, determina si la temperatura máxima se presenta antes o después del solsticio de verano; y anota la clave correspondiente.	No es tipo Ganges
18	Estación por marcha anual en zona intertropical o extra-tropical.	
19	Escribir el tipo de clima con todas las letras anotadas.	C(A)Caw2(w) (e)
20	Clima Semicálido subhúmedo del grupo C (templado). Presenta oscilación extrema, no es tipo Ganges y no hay canícula.	

Tabla 3. Clasificación climática de Köppen-García. Fuente: Elaboración propia utilizando el libro de Clima y arquitectura del autor Víctor Fuentes Freixanet.

4.1.2.3 DATOS CLIMÁTICOS

- HUMEDAD**

HUMEDAD TEPEC, NAYARIT PERIODO 1994-2014																																				
	Enero			Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Junio			Julio			Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre		
	M	X	N	M	X	N	M	X	N	M	X	N	M	X	N	M	X	N	M	X	N	M	X	N	M	X	N	M	X	N	M	X	N	M	X	N
1994	70	88	38	68	93	36	62	91	34	53	81	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1995	71	92	38	67	92	37	66	121	41	52	83	29	62	91	36	71	94	52	82	97	61	83	97	66	85	96	65	73	97	47	76	96	44	79	95	51
1996	71	94	38	72	95	49	67	94	37	64	91	36	63	88	42	74	96	56	82	96	60	86	98	66	85	98	64	81	97	66	68	90	41	70	94	42
1997	73	94	45	71	93	42	64	87	37	70	93	48	55	82	34	74	94	55	83	96	57	82	96	57	84	92	59	79	95	54	80	96	51	78	95	51
1998	75	95	43	77	96	47	76	95	46	70	91	43	69	90	43	83	96	64	88	99	68	88	98	67	92	99	77	88	99	67	86	99	58	81	96	52
1999	73	92	43	73	91	43	72	100	53	77	92	59	87	98	73	83	97	63	84	97	63	87	98	65	85	98	62	84	98	54	75	95	44	78	95	46
2000	73	93	40	73	93	40	71	94	39	61	89	36	71	92	42	86	95	66	86	98	62	85	97	63	69	77	52	87	98	63	83	98	54	78	95	48
2001	83	97	53	71	94	39	74	94	44	66	88	35	70	90	43	82	96	68	84	97	59	84	97	61	84	97	63	78	96	71	79	98	45	78	96	47
2002	75	94	42	74	95	46	72	93	39	71	90	42	71	90	47	78	95	55	83	97	60	85	97	62	87	97	65	86	98	61	76	94	49	75	94	44
2003	70	92	38	73	94	42	59	84	26	58	81	30	54	77	26	78	94	53	80	95	53	82	96	58	83	96	57	79	96	49	73	93	40	68	89	30
2004	79	95	50	66	89	35	60	83	28	67	93	34	61	82	37	81	95	59	84	97	61	85	96	60	86	97	63	81	95	54	79	95	51	76	93	46
2005	78	94	49	81	96	53	78	95	49	63	87	34	65	87	38	79	95	56	87	96	68	86	96	68	86	96	68	88	97	71	79	97	47	73	91	46
2006	71	91	42	75	94	45	73	90	48	69	89	41	68	88	44	77	93	56	83	94	65	86	96	66	87	96	69	89	97	74	81	95	57	80	93	55
2007	83	96	62	79	95	54	72	89	47	70	89	47	68	86	43	81	94	59	85	96	66	88	97	71	88	97	72	82	95	62	76	94	44	67	88	39
2008	59	80	32	62	85	28	52	74	21	52	73	23	65	84	40	83	94	65	88	96	70	88	96	71	88	97	69	82	94	60	78	93	54	77	91	52
2009	83	93	65	77	92	50	74	93	43	0	0	0	72	91	47	86	95	72	83	95	65	83	94	63	85	95	66	85	95	67	75	91	65	89	94	75
2010	81	93	69	87	95	77	85	93	71	86	95	70	80	92	59	86	96	73	92	97	82	90	97	76	90	97	73	84	96	61	79	91	55	80	94	52
2011	66	86	38	60	81	29	55	78	26	57	80	26	62	83	32	75	93	48	82	96	59	82	94	59	82	94	56	79	94	51	70	91	37	71	87	40
2012	63	87	30	73	91	45	60	82	31	58	80	29	60	83	34	75	91	49	79	94	52	81	95	56	81	94	56	79	94	50	75	94	40	72	91	38
2013	69	88	41	65	85	33	51	71	25	61	83	31	61	81	36	77	93	53	82	94	60	84	95	61	86	96	66	82	95	57	78	92	55	78	90	54
2014	73	89	43	70	90	36	67	86	39	62	81	39	62	87	46	83	95	63	81	94	60	85	96	63	84	96	60	84	96	60	72	87	48	76	92	47
Promedio	73.3	91.6	44.7	72.1	91.9	43.1	67.1	89.9	39.2	61.3	82.3	36	63.1	83	40.1	75.8	90	56.4	79.9	91.48	59.6	81	91.7	60.9	80.8	90.7	61	78.6	91.5	57.1	73.2	89.5	46.6	72.6	88.2	45.5

Tabla 4. Normales climatológicas: Humedad del Municipio de Tepic en el periodo de 1994 al 2014. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

■ TEMPERATURA

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

NORMALES CLIMATOLÓGICAS

ESTADO DE: **NAYARIT**

PERIODO: **1951-2010**

ESTACION: **00018038 TEPIC**

LATITUD: 21°30'00" N.

LONGITUD: 104°53'00" W.

ALTURA: 935.0 MSNM.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL	24.6	25.6	26.8	28.7	30.0	29.2	28.2	28.2	28.0	27.8	27.1	25.3	27.5
MAXIMA MENSUAL	27.3	28.7	29.8	31.6	32.2	32.4	31.2	30.2	29.6	30.5	29.8	27.3	
AÑO DE MAXIMA	1957	1988	1967	1969	1967	1987	1987	1986	1982	1987	1965	1970	
MAXIMA DIARIA	31.5	33.5	34.5	38.0	35.0	39.0	37.5	38.5	35.2	39.5	36.0	36.5	
FECHA MAXIMA DIARIA	15/1974	05/1988	26/1963	20/1965	31/1961	06/1989	07/1959	07/1986	11/1957	07/1973	24/1974	13/1973	
AÑOS CON DATOS	38	38	35	36	36	35	34	37	37	35	34	34	
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL	16.3	16.6	17.6	19.4	21.4	23.3	23.4	23.3	23.3	21.9	19.3	17.5	20.3
AÑOS CON DATOS	38	38	35	36	36	35	34	37	37	35	33	34	
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL	8.0	7.6	8.4	10.1	12.9	17.4	18.5	18.5	18.5	16.0	11.5	9.7	13.1
MINIMA MENSUAL	4.4	3.8	5.8	7.9	10.2	15.1	17.6	17.5	17.2	13.0	8.6	5.5	
AÑO DE MINIMA	1980	1960	1960	1973	1975	1973	1966	1975	1976	1970	1975	1973	
MINIMA DIARIA	1.5	-0.4	1.0	0.0	5.5	8.0	12.5	10.0	11.0	6.0	4.0	1.5	
FECHA MINIMA DIARIA	19/1988	07/1955	26/1957	07/1973	17/1969	26/1983	17/1959	07/1984	27/1975	31/1969	22/1962	17/1977	
AÑOS CON DATOS	38	38	35	36	36	35	34	37	37	35	33	34	
PRECIPITACION													
NORMAL	29.5	10.1	7.4	9.1	8.9	169.7	378.6	285.6	221.5	72.9	17.5	29.1	1,239.9
MAXIMA MENSUAL	181.2	76.4	177.1	241.6	81.1	364.2	534.3	487.8	381.0	189.9	140.8	138.5	
AÑO DE MAXIMA	1987	1970	1968	1959	1956	1974	1988	1980	1967	1958	1976	1960	
MAXIMA DIARIA	103.9	46.9	95.1	69.5	49.0	145.8	146.5	105.0	113.1	103.5	67.5	56.5	
FECHA MAXIMA DIARIA	12/1987	11/1978	04/1968	13/1959	19/1958	20/1974	05/1983	12/1983	17/1986	05/1955	25/1982	25/1982	
AÑOS CON DATOS	38	38	35	36	36	35	34	37	37	35	34	35	
EVAPORACION TOTAL													
NORMAL	101.5	123.0	174.4	205.0	228.8	193.8	164.1	155.5	131.2	127.5	108.0	94.7	1,807.5
AÑOS CON DATOS	21	22	21	21	23	20	18	21	22	23	21	22	
NUMERO DE DIAS CON LLUVIA													
NORMAL	2.6	1.2	0.4	0.6	0.8	10.7	22.2	20.9	18.1	7.3	1.8	2.8	89.4
AÑOS CON DATOS	38	38	35	36	36	35	34	37	37	35	34	35	
NIEBLA													
NORMAL	1.5	1.9	1.7	0.5	1.1	1.5	1.6	1.0	1.9	2.3	0.6	1.4	17.0
AÑOS CON DATOS	38	38	35	36	36	35	34	37	37	35	34	35	
GRANIZO													
NORMAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
AÑOS CON DATOS	38	38	35	36	36	35	34	37	37	35	34	35	
TORMENTA E.													
NORMAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.3	1.5	0.9	0.3	0.0	0.0	5.7
AÑOS CON DATOS	38	38	35	36	36	35	34	37	37	35	34	35	

Tabla 5. Normales climatológicas: Temperatura del Municipio de Tepic en el periodo de 1951 al 2010. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

■ PRECIPITACIÓN

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

NORMALES CLIMATOLÓGICAS

ESTADO DE: **NAYARIT**

PERIODO: **1951-2010**

ESTACION: **00018038 TEPIC**

LATITUD: 21°30'00" N.

LONGITUD: 104°53'00" W.

ALTURA: 935.0 MSNM.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PRECIPITACION													
NORMAL	29.5	10.1	7.4	9.1	8.9	169.7	378.6	285.6	221.5	72.9	17.5	29.1	1,239.9
MAXIMA MENSUAL	181.2	76.4	177.1	241.6	81.1	364.2	534.3	487.8	381.0	189.9	140.8	138.5	
AÑO DE MAXIMA	1987	1970	1968	1959	1956	1974	1988	1980	1967	1958	1976	1960	
MAXIMA DIARIA	103.9	46.9	95.1	69.5	49.0	145.8	146.5	105.0	113.1	103.5	67.5	56.5	
FECHA MAXIMA DIARIA	12/1987	11/1978	04/1968	13/1959	19/1958	20/1974	05/1983	12/1983	17/1986	05/1955	25/1982	25/1982	
AÑOS CON DATOS	38	38	35	36	36	35	34	37	37	35	34	35	

Tabla 6. Normales climatológicas: Precipitación del Municipio de Tepic en el periodo de 1951 al 2010. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

▪ **EVAPORACIÓN**

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

NORMALES CLIMATOLÓGICAS

ESTADO DE: **NAYARIT**

PERIODO: **1951-2010**

ESTACION: **00018038 TEPIC**

LATITUD: **21°30'00" N.**

LONGITUD: **104°53'00" W.**

ALTURA: **935.0 MSNM.**

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
EVAPORACION TOTAL													
NORMAL	101.5	123.0	174.4	205.0	228.8	193.8	164.1	155.5	131.2	127.5	108.0	94.7	1,807.5
AÑOS CON DATOS	21	22	21	21	23	20	18	21	22	23	21	22	
NUMERO DE DIAS CON													
LLUVIA	2.6	1.2	0.4	0.6	0.8	10.7	22.2	20.9	18.1	7.3	1.8	2.8	89.4
AÑOS CON DATOS	38	38	35	36	36	35	34	37	37	35	34	35	
NIEBLA													
AÑOS CON DATOS	1.5	1.9	1.7	0.5	1.1	1.5	1.6	1.0	1.9	2.3	0.6	1.4	17.0
AÑOS CON DATOS	38	38	35	36	36	35	34	37	37	35	34	35	
GRANIZO													
AÑOS CON DATOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
AÑOS CON DATOS	38	38	35	36	36	35	34	37	37	35	34	35	
TORMENTA E.													
AÑOS CON DATOS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.3	1.5	0.9	0.3	0.0	0.0	5.7
AÑOS CON DATOS	38	38	35	36	36	35	34	37	37	35	34	35	

Tabla 7. Normales climatológicas: Evaporación del Municipio de Tepic en el periodo de 1951 al 2010. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

▪ **VIENTO**

Tepic, Nayarit		
LATITUD	21°31'	
LONGITUD	104°54'	
ALTITUD	915	msnm

mes		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	% Calmas	Variable	prom.	máx.
ENERO	f	3.2	2.3	1.0	3.2	2.6	3.9	12.9	70.3	0.6	0.0	1.6	70.3
	v	0.8	1.1	1.4	2.1	2.0	1.5	1.7	2.0			1.6	2.1
FEBRERO	f	3.6	0.7	0.4	1.1	1.8	1.1	14.5	77.0	-0.2	0.0	1.3	77.0
	v	1.6	0.3	0.5	1.0	1.0	1.3	2.3	2.2			1.3	2.3
MARZO	f	4.3	0.0	0.4	1.0	1.3	0.7	13.9	76.7	1.7	0.0	1.1	76.7
	v	0.9	0.0	0.5	1.0	0.7	0.8	2.2	2.4			1.1	2.4
ABRIL	f	4.1	0.0	0.0	1.1	1.1	1.1	13.2	79.6	-0.2	0.0	1.1	79.6
	v	1.0	0.0	0.0	0.7	0.7	1.2	2.3	2.5			1.1	2.5
MAYO	f	1.3	0.0	0.0	0.7	0.6	1.3	17.0	79.1	0.0	0.0	1.1	79.1
	v	1.2	0.0	0.0	0.5	1.2	0.8	2.4	2.6			1.1	2.6
JUNIO	f	1.0	0.4	0.4	1.0	1.0	1.4	17.6	77.0	0.2	0.0	1.6	77.0
	v	1.4	0.1	0.5	1.0	4.4	1.5	1.7	2.5			1.6	4.4
JULIO	f	2.6	0.7	1.0	3.3	3.6	2.9	18.3	67.7	-0.1	0.0	1.5	67.7
	v	1.4	1.0	1.2	1.5	1.0	1.7	2.1	2.3			1.5	2.3
AGOSTO	f	4.5	0.3	1.0	3.9	2.6	2.9	14.8	69.7	0.3	0.0	1.6	69.7
	v	1.5	0.2	1.1	1.1	2.3	1.6	2.4	2.3			1.6	2.4
SEPTIEMBRE	f	3.4	1.0	1.0	4.4	2.7	3.0	16.0	68.3	0.2	0.0	1.4	68.3
	v	1.4	0.4	1.2	0.7	1.3	1.9	1.8	2.4			1.4	2.4
OCTUBRE	f	2.9	1.3	0.7	4.8	1.3	3.6	17.4	67.7	0.3	0.0	1.4	67.7
	v	0.6	1.2	1.5	1.4	0.8	1.6	1.8	2.2			1.4	2.2
NOVIEMBRE	f	4.7	2.0	0.0	3.0	2.7	3.4	11.4	72.8	0.0	0.0	1.4	72.8
	v	1.2	0.9	0.0	1.4	1.8	1.6	1.8	2.1			1.4	2.1
DICIEMBRE	f	4.5	1.9	0.6	3.6	1.0	3.6	19.4	64.5	0.9	0.0	1.3	64.5
	v	1.0	0.9	0.6	1.6	1.8	1.2	1.8	1.8			1.3	1.8
ANUAL	f	3.3	0.9	0.5	2.6	1.9	2.4	15.5	72.5	0.3	0.0	1.4	72.5
	v	1.2	0.5	0.7	1.2	1.6	1.4	2.0	2.3			1.4	2.3

Tabla 8. Viento mensual de la ciudad de Tepic. Fuente: Atlas del Agua de la República Mexicana, S.R.H. México, 1976.

4.1.2.4 ANÁLISIS DE GEOMETRÍA SOLAR

■ TABLAS HORARIAS

TEMPERATURAS HORARIAS

PROM. TEMP.																										BC	CF	SC	
Min.	Max.	HORA	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	%	%	%
8.0	24.6	ENE	8.2	8.0	8.5	9.9	12.2	14.9	17.7	20.5	22.7	24.1	24.6	24.4	23.9	23.0	21.9	20.5	18.9	17.2	15.4	13.7	12.2	10.7	9.6	8.7	62.5	37.5	0.0
7.6	25.6	FEB	7.8	7.6	8.1	9.7	12.1	15.0	18.2	21.1	23.5	25.1	25.6	25.4	24.8	23.9	22.6	21.1	19.4	17.5	15.7	13.8	12.1	10.6	9.3	8.4	62.5	29.2	8.3
8.4	26.8	MAR	8.6	8.4	9.0	10.6	13.0	16.0	19.2	22.2	24.6	26.2	26.8	26.6	26.0	25.0	23.8	22.2	20.4	18.6	16.6	14.8	13.0	11.4	10.2	9.2	62.5	20.8	16.7
10.1	28.7	ABR	10.3	10.1	10.7	12.3	14.8	17.8	21.0	24.1	26.5	28.1	28.7	28.5	27.9	26.9	25.6	24.1	22.3	20.4	18.4	16.5	14.8	13.2	11.9	10.9	58.3	16.7	25.0
12.9	30.0	MAY	13.1	12.9	13.4	14.9	17.2	20.0	22.9	25.7	28.0	29.5	30.0	29.8	29.3	28.4	27.2	25.7	24.1	22.3	20.6	18.8	17.2	15.7	14.5	13.6	50.0	20.8	29.2
17.4	29.2	JUN	17.5	17.4	17.8	19.8	20.4	22.3	24.3	26.3	27.8	28.8	29.2	29.1	28.7	28.1	27.2	26.3	25.1	23.9	22.7	21.5	20.4	19.4	18.5	17.9	45.8	29.2	25.0
18.5	28.2	JUL	18.6	18.5	18.8	19.6	20.9	22.5	24.2	25.8	27.1	27.9	28.2	28.1	27.8	27.3	26.6	25.8	24.8	23.9	22.8	21.9	20.9	20.1	19.4	18.9	41.7	41.7	16.7
18.5	28.2	AGO	18.6	18.5	18.8	19.6	20.9	22.5	24.2	25.8	27.1	27.9	28.2	28.1	27.8	27.3	26.6	25.8	24.8	23.9	22.8	21.9	20.9	20.1	19.4	18.9	41.7	41.7	16.7
18.5	28.0	SEP	18.6	18.5	18.8	19.6	20.9	22.4	24.1	25.6	26.9	27.7	28.0	27.9	27.6	27.1	26.4	25.6	24.7	23.7	22.8	21.8	20.9	20.1	19.4	18.9	41.7	41.7	16.7
18.0	27.8	OCT	18.1	18.0	18.4	17.4	19.0	20.9	22.9	24.9	26.4	27.4	27.8	27.7	27.3	26.7	25.8	24.9	23.7	22.5	21.3	20.1	19.0	18.0	17.1	16.5	50.0	33.3	16.7
11.5	27.1	NOV	11.7	11.5	12.0	13.3	15.4	17.9	20.7	23.2	25.3	26.6	27.1	26.9	26.5	25.6	24.5	23.2	21.7	20.1	18.5	16.9	15.4	14.1	13.0	12.2	58.3	25.0	16.7
9.7	25.3	DIC	9.9	9.7	10.2	11.5	13.6	16.1	18.9	21.4	23.5	24.8	25.3	25.1	24.8	23.8	22.7	21.4	19.9	18.3	16.7	15.1	13.6	12.3	11.2	10.4	62.5	37.5	0.0
13.1	27.5	ANUAL	13.2	13.1	13.5	14.8	16.7	19.0	21.5	23.9	25.8	27.0	27.5	27.3	26.8	26.1	25.1	23.9	22.5	21.0	19.5	18.1	16.7	15.5	14.5	13.7	53.1	31.3	15.6

Tabla 9. Temperaturas horarias anuales de la Ciudad de Tepic, Nayarit. Obtenida del programa Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

HUMEDADES RELATIVAS HORARIAS

PROM. HUM.																										HB	CF	HA	
Min.	Max.	HORA	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	%	%	%
44.7	91.6	ENE	91.1	91.6	90.2	86.1	79.9	72.2	64.1	56.4	50.2	46.1	44.7	45.2	46.7	49.2	52.5	56.4	60.9	65.7	70.6	75.4	79.9	83.8	87.1	89.6	0.0	50.0	50.0
43.1	91.9	FEB	91.4	91.9	90.4	86.2	79.7	71.7	63.3	55.3	48.8	44.6	43.1	43.6	45.2	47.8	51.2	55.3	60.0	64.9	70.1	75.0	79.7	83.8	87.2	89.8	0.0	50.0	50.0
39.2	89.9	MAR	89.3	89.9	88.4	84.0	77.2	69.0	60.1	51.9	45.1	40.7	39.2	39.8	41.4	44.0	47.6	51.9	56.7	61.9	67.2	72.4	77.2	81.5	85.1	87.7	0.0	58.3	41.7
38.0	82.3	ABR	81.8	82.3	80.9	76.9	70.7	63.2	55.1	47.6	41.4	37.4	36.0	36.5	38.0	40.4	43.7	47.6	52.0	56.7	61.6	66.3	70.7	74.6	77.9	80.3	0.0	62.5	37.5
40.1	83.0	MAY	82.5	83.0	81.7	78.0	72.3	65.3	57.8	50.8	45.1	41.4	40.1	40.6	42.0	44.2	47.2	50.8	54.9	59.3	63.8	68.2	72.3	75.9	78.9	81.1	0.0	62.5	37.5
56.4	90.0	JUN	89.6	90.0	89.0	86.1	81.6	76.1	70.3	64.8	60.3	57.4	56.4	56.8	57.9	59.6	62.0	64.8	68.0	71.4	75.0	78.4	81.6	84.4	86.8	88.5	0.0	41.7	58.3
59.6	91.5	JUL	91.2	91.5	90.5	87.8	83.5	78.3	72.8	67.6	63.3	60.6	59.6	59.9	61.0	62.6	64.9	67.8	70.6	73.9	77.2	80.5	83.5	86.2	88.5	90.1	0.0	37.5	62.5
60.9	91.7	AGO	91.4	91.7	90.8	88.1	84.0	79.0	73.6	68.6	64.5	61.8	60.9	61.2	62.2	63.8	66.0	68.6	71.5	74.7	77.9	81.1	84.0	86.6	88.8	90.4	0.0	37.5	62.5
61.0	90.7	SEP	90.4	90.7	89.8	87.2	83.3	78.4	73.3	68.4	64.5	61.9	61.0	61.3	62.3	63.6	65.9	68.4	71.3	74.3	77.4	80.4	83.3	85.8	87.9	89.4	0.0	37.5	62.5
57.1	91.5	OCT	91.1	91.5	90.5	87.5	82.9	77.3	71.3	65.7	61.1	58.1	57.1	57.5	58.6	60.4	62.8	65.7	69.0	72.5	76.1	79.6	82.9	85.8	88.2	90.0	0.0	41.7	58.3
46.6	89.5	NOV	89.0	89.5	88.2	84.5	78.8	71.8	64.3	57.3	51.6	47.9	46.6	47.1	48.5	50.7	53.7	57.3	61.4	65.8	70.3	74.7	78.8	82.4	85.4	87.6	0.0	50.0	50.0
45.5	88.2	DIC	87.7	88.2	86.9	83.2	77.5	70.6	63.1	56.2	50.5	46.8	45.5	46.0	47.8	49.6	52.6	56.2	60.3	64.6	69.1	73.4	77.5	81.1	84.1	86.4	0.0	54.2	45.8
49.2	89.3	ANUAL	88.9	89.3	88.1	84.6	79.3	72.7	65.8	59.2	53.9	50.4	49.2	49.6	50.9	53.0	55.8	59.2	63.0	67.2	71.3	75.5	79.3	82.7	85.5	87.6	0.0	48.6	51.4

Tabla 10. Humedades relativas horarias anuales de la Ciudad de Tepic, Nayarit. Obtenida del programa Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

■ GRÁFICAS SOLARES

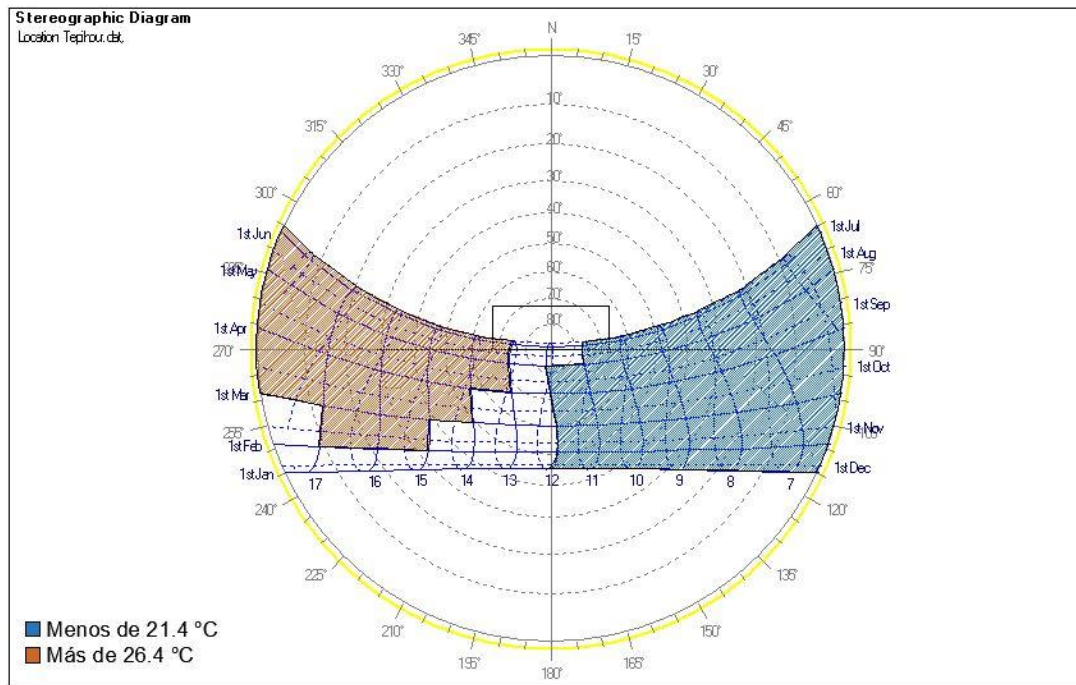


Figura 2. Representación en gráfica de las temperaturas horarias de los meses Enero-Junio de la Ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia.

Las temperaturas en la gráfica solar se dividieron por semestres y gráficas con líneas, correspondientes al día primero de cada mes. El primero (Figura 2), los meses de Enero-Junio, y el segundo (Figura 3) los meses de Julio-Diciembre. Se muestran sin color el mes y el horario cuando se encuentra en confort, el color cálido (anaranjado) el mes y el horario cuando presenta temperaturas altas, más de 26.4 °C y el color frío (azul) el mes y el horario cuando presentan temperaturas bajas, menos de 21.4 °C. Para el primer semestre (Figura 2), se observa que en el mes de Enero, se presenta el bajo calentamiento hasta las 11 de la mañana, teniendo una zona de confort de 12 a 20 horas, sin sobrecalentamiento; teniendo entonces, el mayor horario de confort, junto con diciembre, en todo el semestre. En el mes de Febrero, los resultados son similares al mes anterior, ya que también existe un bajo calentamiento hasta las 11 de la mañana, disminuyendo la hora de confort, comenzando a partir de las 12 y terminando en las 14 horas, posteriormente con un sobrecalentamiento de 15 a 16 horas. En el mes de Marzo, se tiene el mismo bajo calentamiento que enero y febrero, con un horario de zona confort de 12 a 13 horas, posteriormente con un sobrecalentamiento de 14 a 17 horas. En el mes de Abril, disminuyen las horas de bajo calentamiento presentándose hasta las 11 de la mañana, disminuyendo una hora en la zona de confort, teniendo solo una hora, las 12 horas. A partir de las 13 hasta las 18 horas se percibe el sobrecalentamiento. En el mes de Mayo, siguen disminuyendo horas de bajo calentamiento, hasta las 10 de la mañana, teniendo la zona de confort entre las 11 y las 12 horas; el sobrecalentamiento del mes sigue aumentando, con un horario de 13 a 19 horas, siendo el mes con mayor sobrecalentamiento en todo el año. En el mes de Junio, los resultados del bajo calentamiento son similares al mes de mayo, manteniéndose en el mismo horario. La zona de confort se encuentra entre las 11 y las 12 horas, con un horario de sobrecalentamiento de 13 a 18 horas.

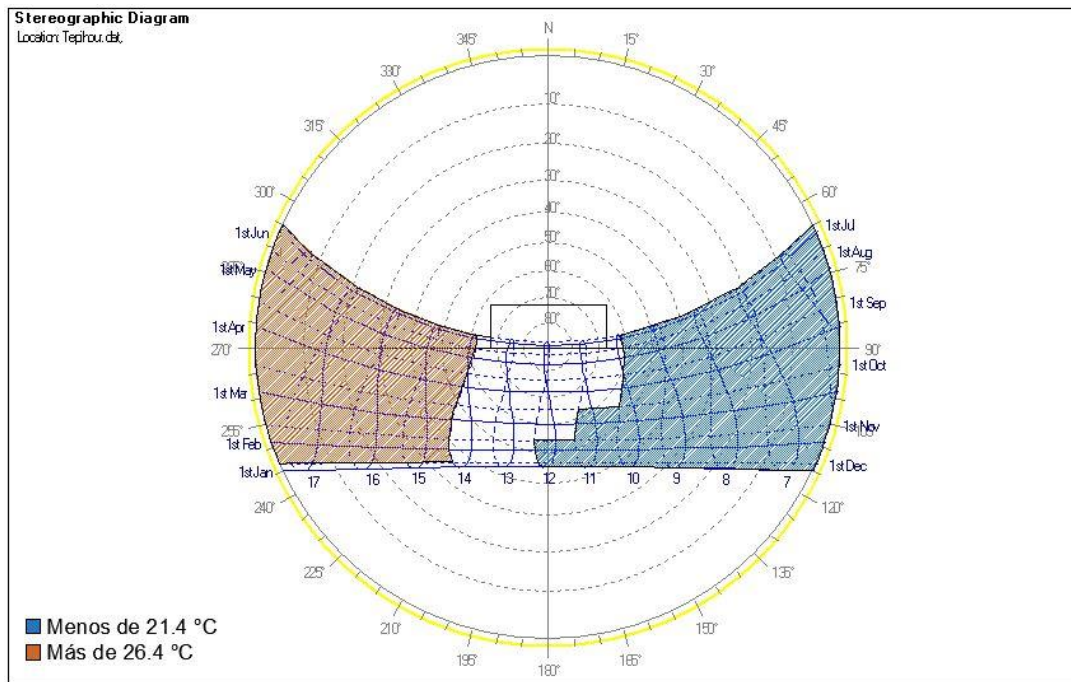


Figura 3. Representación en gráfica de las temperaturas horarias de los meses Julio-Diciembre de la Ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia.

Para el segundo semestre (Figura 3), se observa que en el mes de Julio, Agosto y Septiembre, existe un bajo calentamiento hasta las 9 de la mañana, entrando a la zona de confort, a partir de las 10 horas y terminándose a las 13 horas. El sobrecalentamiento comienza después del confort a partir de las 14 horas hasta las 17 horas. En el mes de Octubre, aumenta el bajo calentamiento, presentándose hasta las 10 de la mañana, posteriormente sigue disminuyendo la zona de confort, con un horario de 11 a 13 horas. El sobrecalentamiento se mantiene a partir de las 14 horas hasta las 17 horas. En el mes de Noviembre, sigue aumentando el bajo calentamiento, hasta las 11 de la mañana, y un horario de zona de confort, de 12 a 13 horas; el sobrecalentamiento se localiza de las 14 horas hasta las 17 horas. En el mes de Diciembre, se mantiene el bajo calentamiento hasta las 11 de la mañana, y un horario de zona de confort, de 12 hasta las 20 horas, sin sobrecalentamiento.

Se concluye con base a éste análisis, que la orientación óptima en la Ciudad de Tepic, Nayarit, es aquella que no permita la entrada de rayos solares directos, utilizando dispositivos de control solar que boqueen el paso del sol en las horas de sobrecalentamiento incluso aquellas que se encuentran en confort. Para no elevar las temperaturas en la zona de confort, se recomienda el sombreado en las zonas bajas de esta zona, ya que de permitir la penetración solar, las temperaturas podrían elevarse e incrementar el sobrecalentamiento, esto, sobre todo en los meses de Abril, Mayo y Junio.

Las recomendaciones desde el punto de vista térmico, deben contrastarse en función del viento. Para la Ciudad de Tepic, en la mayoría de los casos el viento prevaleciente se encuentra comprendido entre el Noroeste, de tal forma que los dispositivos de ventilación deben diseñarse de tal manera que permitan la ventilación en primavera y restringirla en invierno.

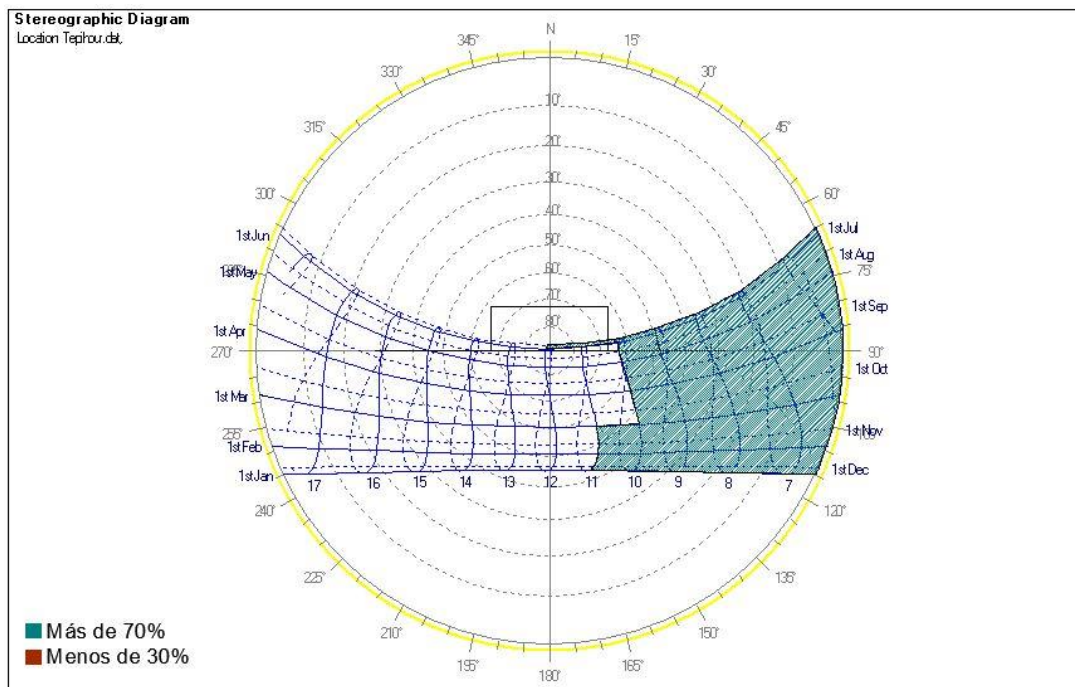


Figura 4. Representación en gráfica de la humedad relativa horaria de los meses Enero-Junio de la Ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de las tablas horarias de humedad relativa para la Ciudad de Tepic, Nayarit, obtenidos del programa Bioclimatic Analysis Tool (BAT), son representados en la gráfica solar divididos por semestres. El primero (Figura 4), los meses de Enero-Junio, y el segundo (Figura 5) los meses de Julio-Diciembre. El color cálido (anaranjado) representa la humedad con menos del 30%, y el color frío (azul) representa la humedad con más del 70%.

En el primer semestre (Figura 4), para los meses de enero y febrero, la humedad se presenta hasta las 10 de la mañana, comenzando a partir de las 11 hasta las 22 horas la zona de confort. En el mes de marzo, la humedad se presenta hasta las 9 de la mañana, comenzando a partir de las 10 hasta las 23 horas la zona de confort. Los meses de abril y mayo, presentan humedad hasta las 9 de la mañana, comenzando a partir de las 10 hasta las 0:00 horas la zona de confort. En el mes de junio, se presenta la humedad hasta las 11 de la mañana, comenzando el área de confort a partir de las 12 hasta las 21 horas (Tabla 10).

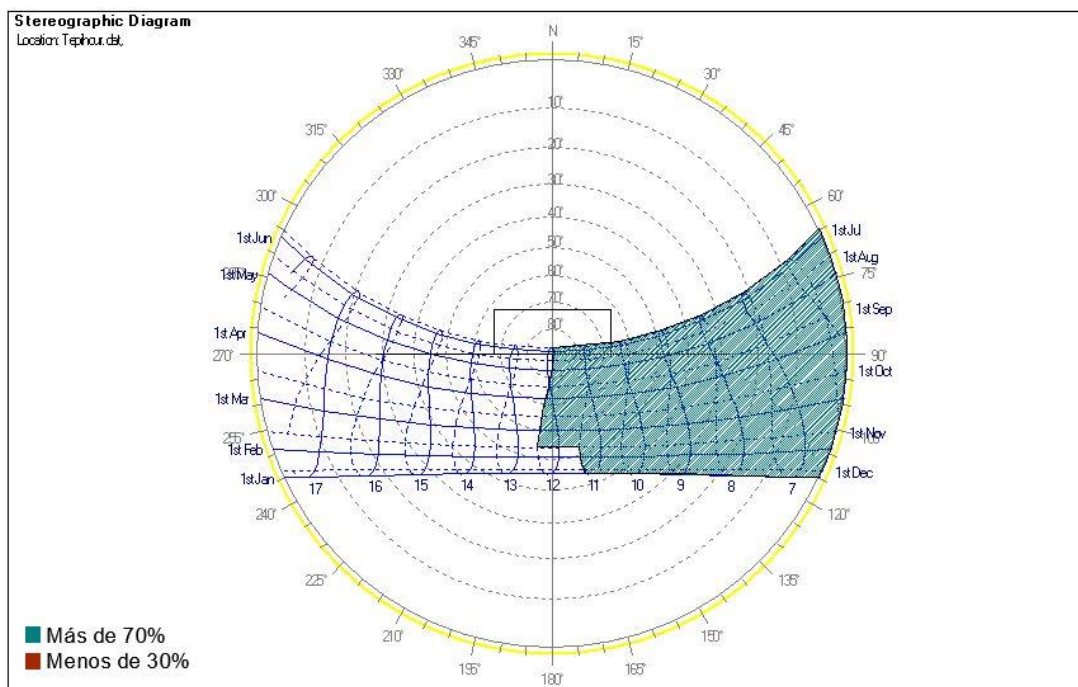


Figura 5. Representación en gráfica de la humedad relativa horaria de los meses Julio-Diciembre de la Ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia.

En el segundo semestre (Figura 5), los meses de julio, agosto y septiembre, son los meses con mayor humedad en el año, presentando un rango menor de confort, iniciando desde las 12 del mediodía hasta las 20 horas. En el mes de Octubre, termina la humedad a la misma hora que los meses pasados, iniciando el rango de confort desde el mediodía pero terminando hasta las 21 horas. Ya en el mes de Noviembre, se sigue ampliando el rango de confort, terminando la humedad por la mañana hasta las 10, y posteriormente comenzando el confort de las 11 hasta las 22 horas. En el mes de diciembre, se sigue reduciendo la humedad, ampliándose la zona de confort, comenzando a partir de las 11 de la mañana y terminando hasta las 23 horas (Tabla 10).

Se concluye con base a éste análisis, que el semestre con mayor humedad es el segundo, de Julio a Diciembre; teniendo los tres meses (julio, agosto y septiembre) con mayor humedad en todo el

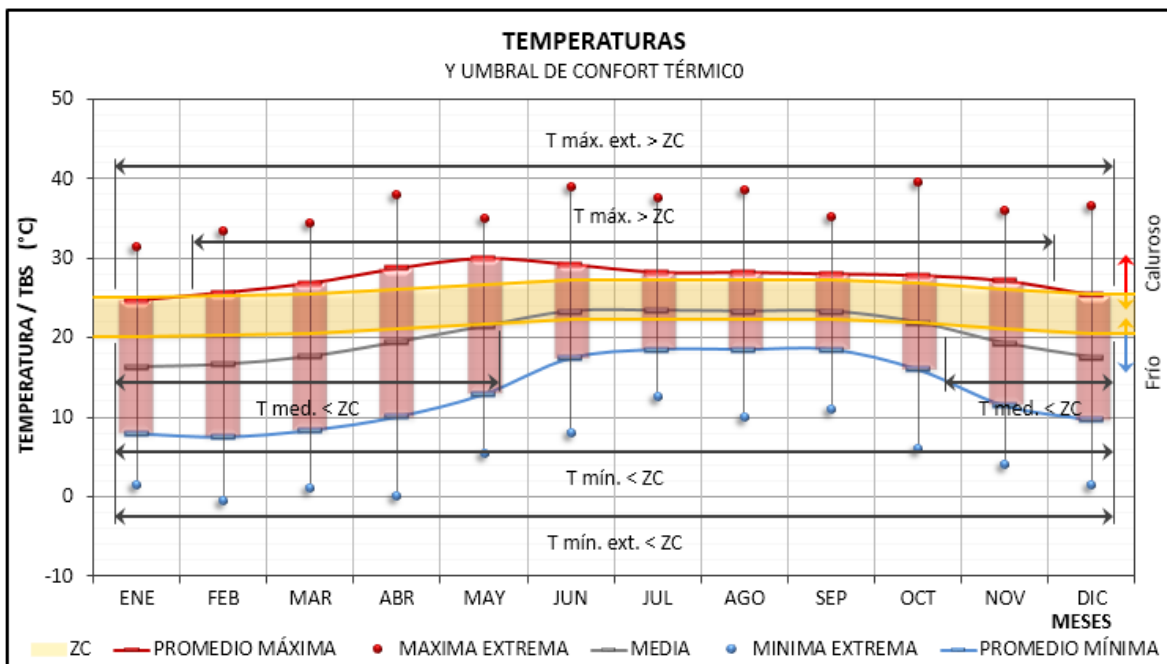
año, y al mismo tiempo presentando menor rango de confort que en el primer semestre, los meses de Enero a Junio. En los meses de Julio a Diciembre, se reduce el rango de horas dentro del confort, al tener los meses con mayor lluvias en el año, por lo cual, se deberían considerar estrategias de deshumidificación en verano. La ciudad de Tepic, Nayarit, presenta humedades altas en todo el año a partir del 70%, como se muestra en la tabla 10, (provocadas no solo por la lluvia, sino por la cercanía con el nivel del mar), siendo uno de los estados con mayor humedad anual.

4.1.3 ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO

El análisis bioclimático presentado a continuación, fue realizado gracias a la aplicación Bioclimatic Analysis Tool (BAT, por sus siglas en inglés), la cual refiere a una herramienta informática de análisis climático y bioclimático. Dicha aplicación fue creada y facilitada por los autores Fuentes, V., y Rincón, J., (2014) la cual permite graficar y operar herramientas bioclimáticas consideradas para el sitio analizado, con el objeto de facilitar la comprensión del comportamiento del clima y de los requerimientos bioclimáticos del proyecto de adecuación de vivienda que se pretende realizar. Es importante destacar que este análisis bioclimático fue adecuado con la ayuda del profesor Álvarez, F., (2015) implementando otras referencias y programas de cálculo con el fin de comparar resultados y obtener mayor certeza en la selección de las estrategias, optando siempre por la más sólida o en su caso, por comprobación práctica.

4.1.3.1 ANÁLISIS PARÁMETRICO

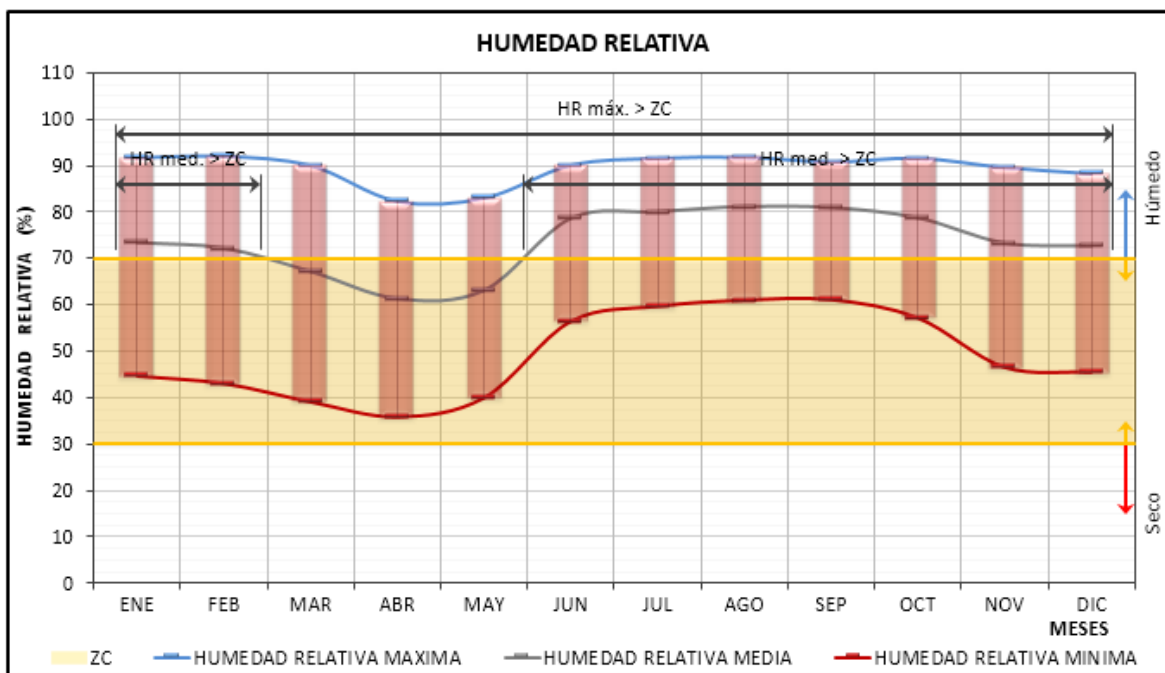
▪ TEMPERATURA



Gráfica 1. Temperatura y umbral de confort térmico de la ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Durante todo el año, las temperaturas mínimas se localizan por debajo de la zona de confort mensual, y casi todo el año las temperaturas medias, excepto los meses de junio a septiembre. De acuerdo a las temperaturas máximas, enero y diciembre son los únicos meses que se localizan dentro de la zona de confort, los demás sobrepasan ligeramente y otros por mucho esta zona. La temperatura media más elevada, se presenta en el mes de julio (23.4°C), sin embargo la mayor temperatura máxima se presenta durante el mes de mayo con 30°C, siendo el límite de confort máximo para este mes de 26.7°C, esto representa que la temperatura sobrepasa un poco más de tres grados centígrados. También es necesario considerar que se han alcanzado temperaturas máximas extremas hasta de 39.5°C en octubre y mínimas extremas hasta de -0.4°C en febrero. El clima de Tepic Nayarit, cuenta con una oscilación media anual de 14.4°C.

▪ HUMEDAD

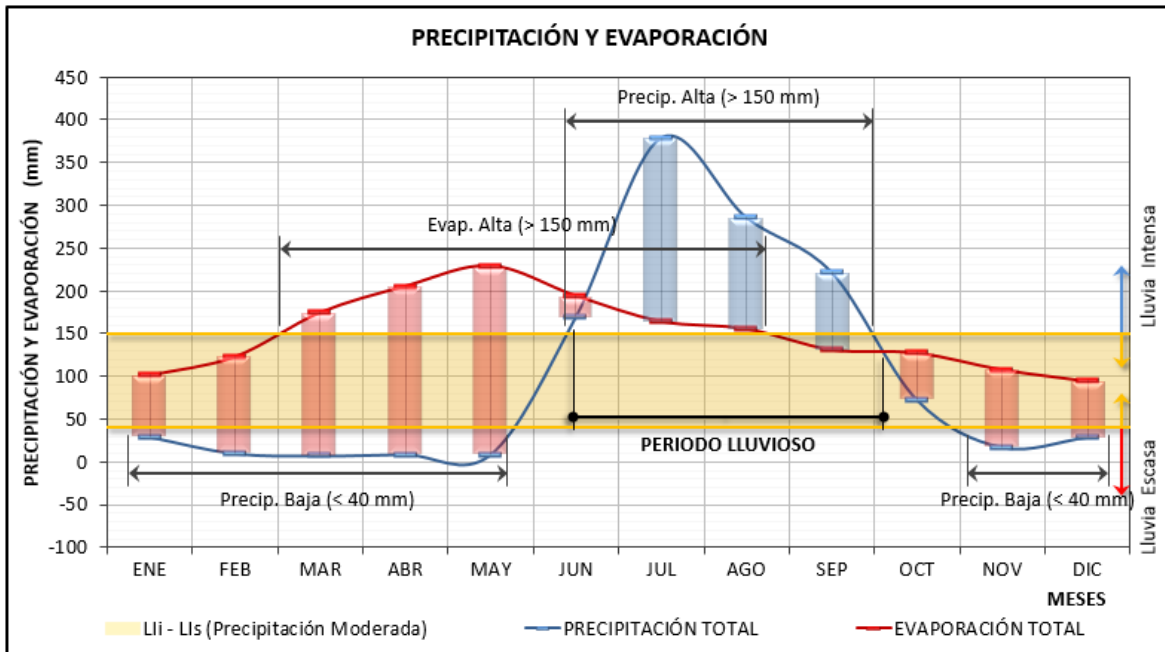


Gráfica 2. Humedad relativa de la ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Durante todo el año se presenta humedades relativas máximas por encima del confort higrotérmico, donde los meses de abril y mayo muestran los datos menores de 82.3 y 83% respectivamente.

La humedad relativa media es encontrada por encima de la zona de confort la mayor parte del año, excepto los meses de marzo, abril y mayo que sí están en esta zona (67.1%, 61.3% y 63.1% respectivamente). Los meses que presentan mayor porcentaje de humedad son de junio a octubre coincidiendo con los meses de mayor precipitación anual, presentándose la máxima en agosto con 81%, es decir por 11% arriba del límite máximo de confort. La humedad relativa mínima es la única que se presenta en la zona de confort todo el año, presentándose el dato mínimo en abril con 36%, y el dato máximo en septiembre con 61%. Los meses que presentan mayor humedad relativa y precipitación anual, son los mismos que presentan una oscilación térmica menor (meses más húmedos y calurosos), y los meses con menor humedad relativa presentan un mayor grado de oscilación térmica (meses más secos).

▪ PRECIPITACIÓN Y EVAPORACIÓN



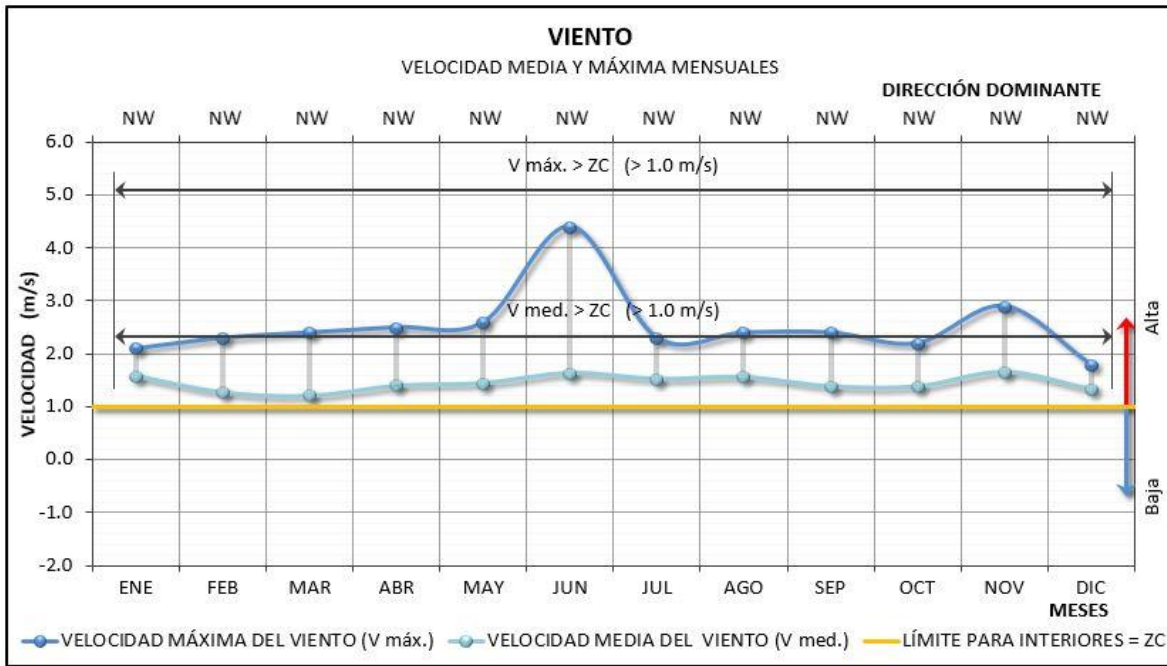
Gráfica 3. Precipitación y Evaporación de la ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

En la gráfica 3, se puede visualizar el comportamiento de precipitación y evaporación de Tepic, durante todos los meses del año.

La precipitación en Tepic se presenta en forma de lluvia (gotas de agua en estado líquido) y sólo como fenómenos especiales en granizo (forma sólida de cristales de hielo). Como se puede apreciar en el diagrama, se presentan dos periodos de acuerdo a la precipitación. La época de precipitación alta inicia a mediados del mes de junio y termina en los primeros días de octubre. Es considerado también como período lluvioso, con precipitaciones de 200mm hasta 380mm. Mientras que el período de secas o precipitación baja, empieza a partir del mes de octubre y finaliza en el mes de mayo, siendo alrededor de 8 meses.

La relación entre precipitación y evaporación es contrastante, sin embargo, es lógica; ya que durante el período octubre-mayo se presentan los valores de evaporación más altos, es decir, con menor humedad. Reconociendo marzo, abril y mayo como los meses más secos, cuando la cantidad de lluvia es nula o casi nula. En cambio, a mediados del mes de mayo hasta finales del mes septiembre son los más húmedos, debido a la alta precipitación.

▪ VIENTO



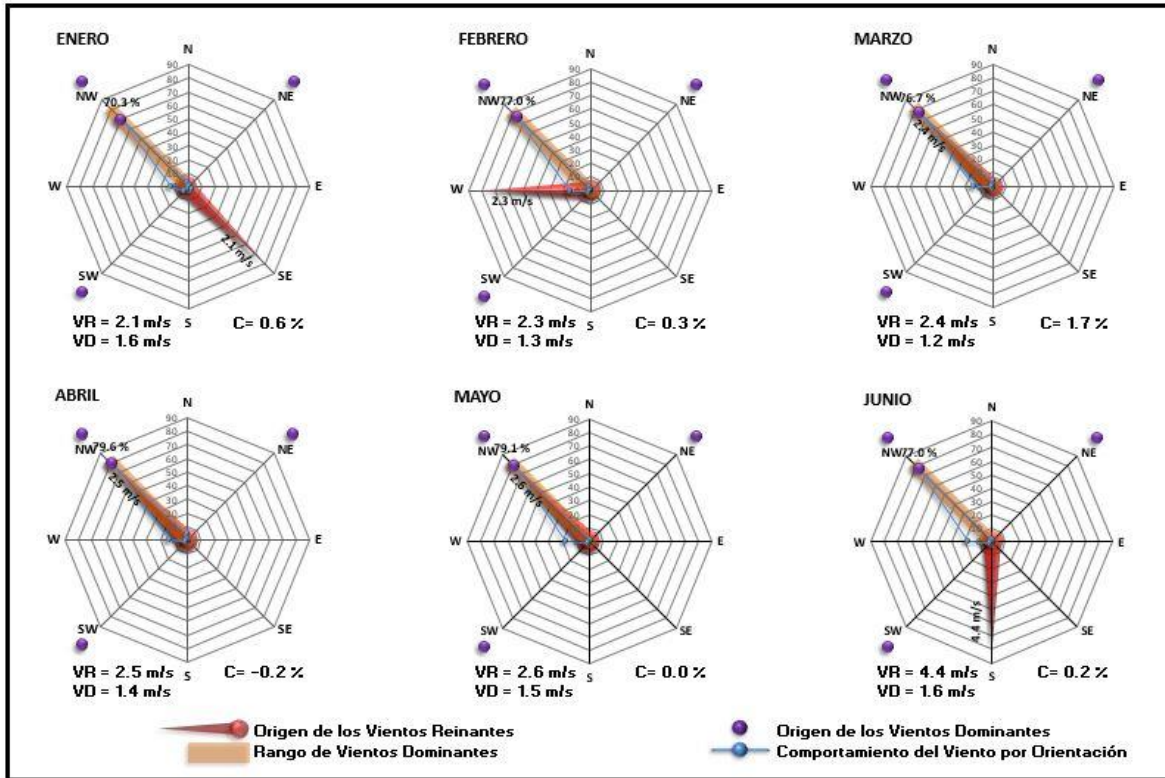
Gráfica 4. Velocidad Media y Máxima de Viento Mensual para la Ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Las velocidades medias del viento en la ciudad de Tepic, Nayarit (Gráfica 4), en todo el año son constantes, son consideradas como altas. Se encuentran por arriba de la velocidad de viento óptima para interiores (1.0 m/s), con una velocidad promedio de 1.5 m/s. Ningún mes presenta velocidad menor al 1.0 m/s, todos los meses del año se mantienen superior a este rango.

Las velocidades máximas (Gráfica 4), en todo el año, también son consideradas como altas. Se encuentran por arriba de la velocidad de viento óptima para interiores (1.0 m/s), con una velocidad promedio de los 2.5 m/s. El mes de diciembre, se encuentra por debajo de los 2.0 m/s, siendo el mes con menor velocidad de viento, en todo el año. Cabe destacar que el viento adquiere su mayor fuerza en el mes de Junio, con una velocidad superior a los 4.0 m/s, seguido por Noviembre, con una velocidad de poco menos de los 3.0 m/s. Los demás meses, enero, febrero, marzo, abril, mayo, julio, agosto, septiembre y octubre, superan la velocidad de los 2.0 m/s.

Para la frecuencia anual en la ciudad de Tepic, Nayarit, la gráfica demuestra, que la predominancia del viento, se da en la dirección Noroeste (NW), en todos los meses del año. Se recomienda proteger las ventanas en la temporada de lluvias de los vientos que vienen del Noroeste (NW), especialmente en el mes de junio, julio y agosto.

■ DIRECCIÓN O PREDOMINANCIA MENSUAL



Gráfica 5. Dirección del Viento de los meses Enero-Junio de la Ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

En las rosas mensuales (Gráfica 5 y 6), se observan distintos comportamientos del viento a lo largo del año, en la ciudad de Tepic, Nayarit. Divididos en semestres, los meses de enero a junio y julio a diciembre, son descritos a continuación.

Enero. En el mes de enero, el rango de vientos dominantes surge en el Noroeste (NW), y ahí se mantiene todo el mes. El origen de los vientos dominantes se encuentra en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.6 m/s y frecuencia del 70.3%. El origen de los vientos reinantes, se localiza en la dirección Sureste (SE), con una velocidad de 2.1 m/s. El promedio de calmas en el mes de enero es del 0.6%.

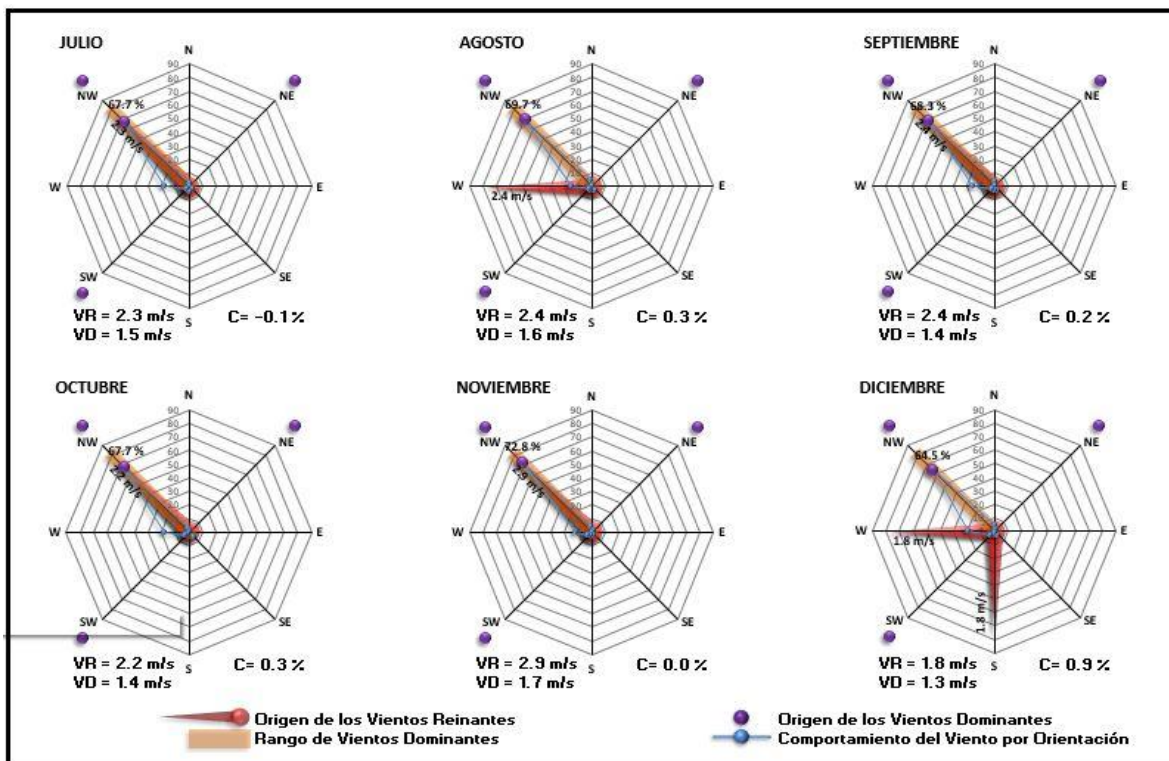
Febrero. El rango predominante en el mes de febrero, es el Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes se encuentra en la dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.3 m/s y frecuencia del 77.0%. El origen de los vientos reinantes, se localiza en la dirección Oeste (W), con una velocidad de 2.3 m/s. El promedio de calmas en el mes de febrero es del 0.3%.

Marzo. En marzo, el rango de vientos dominantes se localiza en el Noroeste (NW), manteniéndose donde mismo en todo el mes. El origen de los vientos dominantes, tiene una velocidad de 1.2 m/s y frecuencia del 76.7%. El origen de los vientos reinantes surge en la misma dirección que la de los dominantes, y trae consigo una velocidad de 2.4 m/s. El promedio de calmas en el mes de marzo es del 1.7%.

Abril. En el mes de abril el rango de dirección del viento se encuentra en el Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes está localizado en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.4 m/s y frecuencia del 79.6%. En los vientos reinantes, el origen surge en la dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 2.5 m/s. El promedio de calmas en el mes de abril es del -0.2%.

Mayo. En este mes, la dirección del viento se estabiliza dentro del rango Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes está localizado en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.5 m/s y frecuencia del 79.1%. En los vientos reinantes, el origen se encuentra en la dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 2.6 m/s. El promedio de calmas en el mes de mayo es del 0.00%.

Junio. En el mes de junio, la dirección del viento sigue estabilizada en el rango Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes se mantiene en la misma dirección, con una velocidad de 1.6 m/s y frecuencia del 77.0%. El origen de los vientos reinantes se localiza en el Sur (S) con una velocidad de 4.4 m/s. El promedio de calmas en el mes de junio es del 0.2%.



Gráfica 6. Dirección del Viento de los meses Julio-Diciembre de la Ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Julio. En este mes el viento se localiza en el rango del Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes se encuentra en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.5 m/s y frecuencia del 67.7%. El origen de los vientos reinantes, se localiza en la misma dirección que la de los vientos dominantes, a diferencia de la velocidad, el promedio es de 2.3 m/s. Las calmas del mes son del -0.1%.

Agosto. En este mes, el viento sigue inclinado en la dirección del Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes se encuentra en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.6 m/s y frecuencia del 69.7%. El origen de los vientos reinantes se localiza en el Oeste (W) con una velocidad de 2.4 m/s. El promedio de calmas en el mes de agosto es del 0.3%.

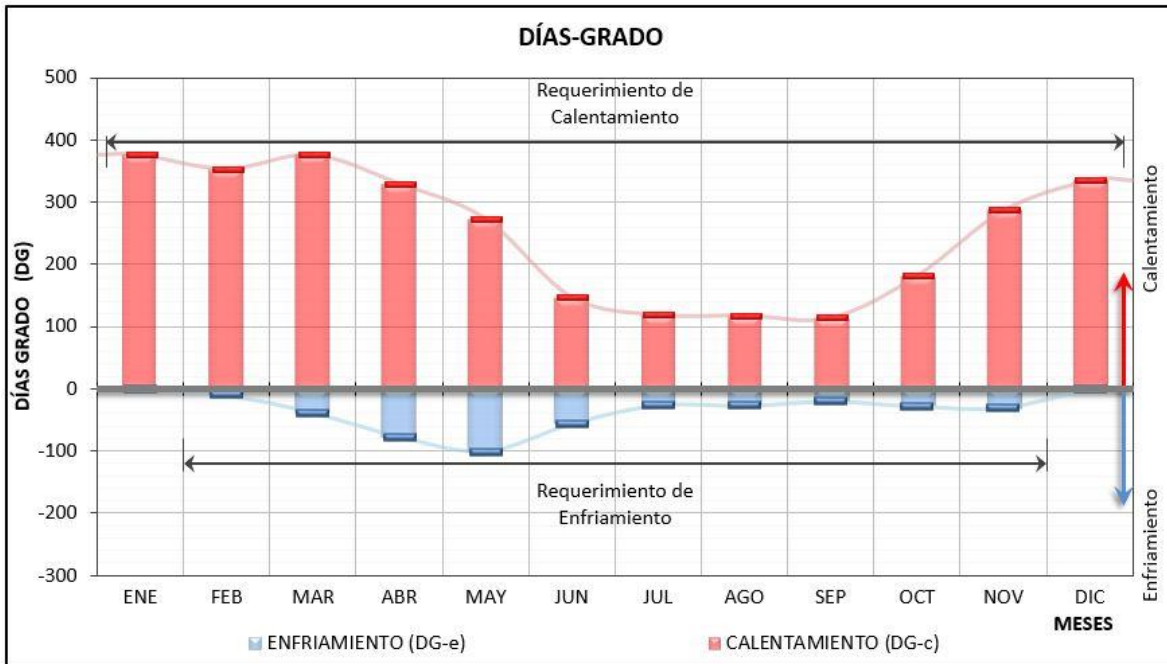
Septiembre. En el mes de septiembre, el viento se mantiene en la dirección del Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes se encuentra en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.4 m/s y frecuencia del 68.3%. El origen de los vientos reinantes no varía, y se localiza también, en el Noroeste (NW) con una velocidad de 2.4 m/s. El promedio de calmas en el mes de septiembre es del 0.2%.

Octubre. El mes de octubre, sigue en la dirección del Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes se encuentra en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.4 m/s y frecuencia del 67.7%. Los vientos reinantes se localizan también en el Noroeste (NW), pero con una velocidad de 2.2 m/s. El promedio de calmas en el mes de octubre junio es del 0.3%.

Noviembre. En este mes, el viento también se localiza en el rango del Noroeste (NW). El origen de los vientos dominantes se encuentra en la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.7 m/s y frecuencia del 72.8%. El origen de los vientos reinantes se localiza también en el Noroeste (NW) con una velocidad de 2.9 m/s. El promedio de calmas en el mes de noviembre es del 0.00%.

Diciembre. La dirección de este mes se vuelve variable, localizándose en el rango de los vientos dominantes, el Noroeste (NW). Teniendo como origen de los vientos dominantes la misma dirección Noroeste (NW), con una velocidad de 1.3 m/s y frecuencia del 64.5%, pero con un origen de los vientos reinantes entre el Sur (S) y el Oeste (W), con una velocidad de 1.8 m/s. El promedio de calmas en el mes de diciembre es del 0.9%.

▪ **DÍAS GRADO**



Gráfica 7. Datos anuales de los días grado para la Ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Los días grado son un parámetro importante a considerar para la definición de las estrategias de diseño o los requerimientos de climatización (natural o artificial) y, por lo tanto, la demanda de energía de una edificación. Los días grado se pueden definir como los requerimientos de calentamiento o enfriamiento (en grados centígrados o Kelvin), necesarios para alcanzar la zona de confort, acumulados en un cierto período de tiempo.

En la gráfica 7, los días grado representan los meses de todo el año en la Ciudad de Tepic, Nayarit. Cuando el valor es positivo, se requiere calentamiento y cuando es negativo se requiere enfriamiento. Cuando el valor es cero, las condiciones son confortables.

De acuerdo a la tabla de Temperaturas de la Ciudad de Tepic, Nayarit, y a la gráfica de los días grado, los meses de enero y diciembre, no requieren de enfriamiento, ya que no presentan temperaturas de sobrecalentamiento, ningún día del mes. El mes que requiere enfriamiento a mayor escala, es mayo, (en un horario de 14:00 a 17:00 horas), seguido por los meses de marzo, abril y junio, al presentar los mayores índices de sobrecalentamiento, en todo el año; posteriormente, los meses de julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre, también requieren de las estrategias para el enfriamiento, pero a una menor escala.

Los requerimientos de calentamiento, son necesarios durante todo el año, pero solo a ciertas horas del día, sobre todo en la madrugada. Estos requerimientos son muy bajos en los meses de junio, julio, agosto y septiembre. El mes de octubre, requiere de calentamiento a partir de las 3:00 hasta las 8:00 de la mañana, con un rango de 5 horas al día. En noviembre, el rango de horas que necesita de calentamiento, comienza a ampliarse, teniendo un horario de 0:00 hasta las 9:00 de la mañana, aumentando 4 horas más que el mes de octubre.

Los meses que requieren de mayor calentamiento, son diciembre y enero, al no presentar sobrecalentamiento en ningún día del mes; el horario necesario de calentamiento, comienza a partir de las 23:00 horas y termina hasta las 10:00 de la mañana. Posteriormente, en los meses de febrero y marzo, también es necesario el calentamiento, pero en un rango menor de tiempo, ya que en estos meses comienzan las horas de sobrecalentamiento en el año; el horario necesario de calentamiento, comienza a partir de las 0:00 horas y termina hasta las 10:00 de la mañana. Los meses de abril y mayo, son los meses con mayor sobrecalentamiento en todo el año, pero de acuerdo a la tabla de temperaturas, necesitan de un ligero calentamiento, en un horario a partir de la 1:00 hasta las 9:00 de la mañana.

▪ INSOLACIÓN

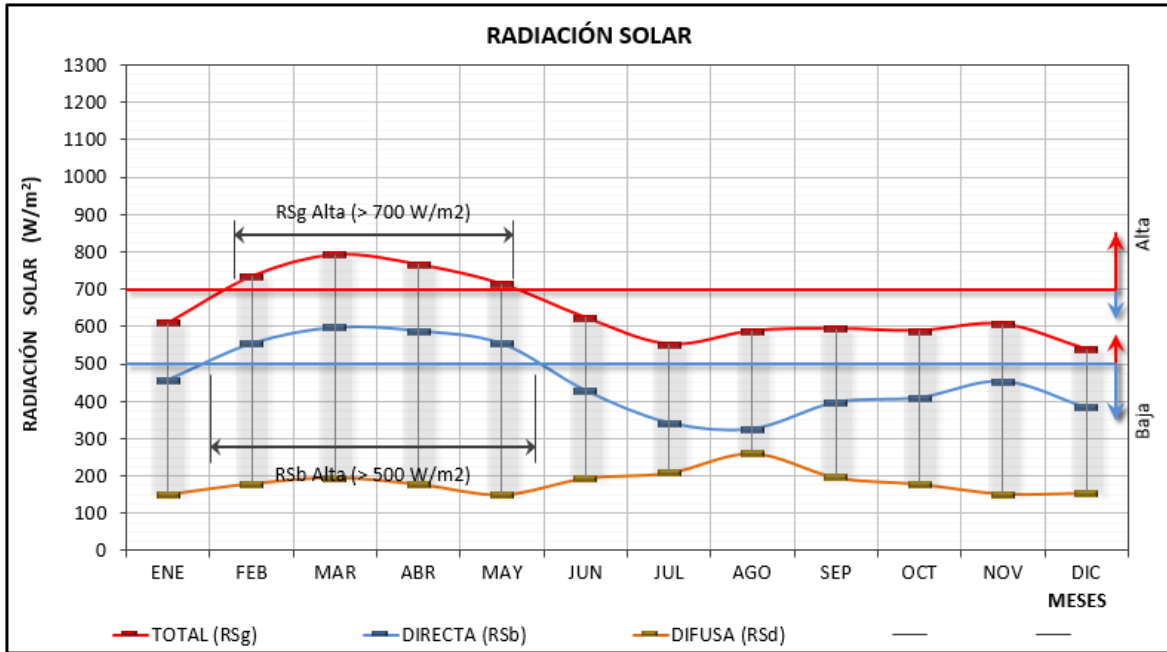


Gráfica 8. Datos anuales de la insolación en la ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

La insolación es la cantidad de energía en forma de radiación solar que llega a un lugar de la tierra en un día concreto o en un año. En la gráfica 8, la insolación está presentada como porcentaje de las horas de sol directo con respecto a la duración del día. Aunque también puede representarse por el porcentaje de las horas de sol directo con el número de horas con radiación solar mayor a 120 W/m², es decir con respecto a la insolación máxima posible registrada.

Para este caso se tomó como límite de la insolación el 50%. Es decir, cuando por lo menos la mitad de las horas del día se cuenta con radiación solar directa. De acuerdo al diagrama, se cuenta con una buena insolación en los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo. El resto de los meses, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, cuentan con una insolación menor al 50%. Destacándose mayo como el mes con mayor insolación y septiembre como el mes con menor insolación al año, en la ciudad de Tepic, Nayarit.

▪ **RADIACIÓN SOLAR**



Gráfica 9. Datos anuales de la radiación solar para la Ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

El rango de radiación total alta se presenta en los primeros días de febrero hasta mediados de mayo, con datos de 700W/m2 hasta 800W/m2. En cambio, a partir de junio a enero se reduce y se mantiene alrededor de los 600W/m2. De igual manera, el comportamiento de la radiación directa durante el período febrero-mayo se suscitan los valores más altos.

En los meses junio, julio y agosto la radiación desciende considerablemente, debido principalmente a la alta nubosidad. La radiación también es baja de noviembre a enero, debido a la declinación solar en invierno (1°57'). En cuanto a la radiación difusa, oscila entre los 150 y 200W/m2, con un desfase en el mes de agosto.

▪ **RADIACIÓN HORARIA**

RADIACIÓN SOLAR TOTAL (RSg) HORARIA

MM/AA	MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Más de 120 W/m2 (h)	Radiación Total (Wh/m2)
609.5	ENE																									11	4330.2
735.0	FEB																									11	5282.1
793.4	MAR																									11	5701.8
766.6	ABR																									11	5509.2
714.0	MAY																									11	5131.2
623.4	JUN																									11	4480.1
551.8	JUL																									9	3965.5
588.0	AGO																									9	4225.7
594.0	SEP																									9	4268.8
588.6	OCT																									9	4230.0
606.3	NOV																									9	4357.2
538.0	DIC																									9	3868.3
642.4	ANUAL																									11	4616.5

Tabla 11. Radiación solar total (RSg) horaria de la Ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

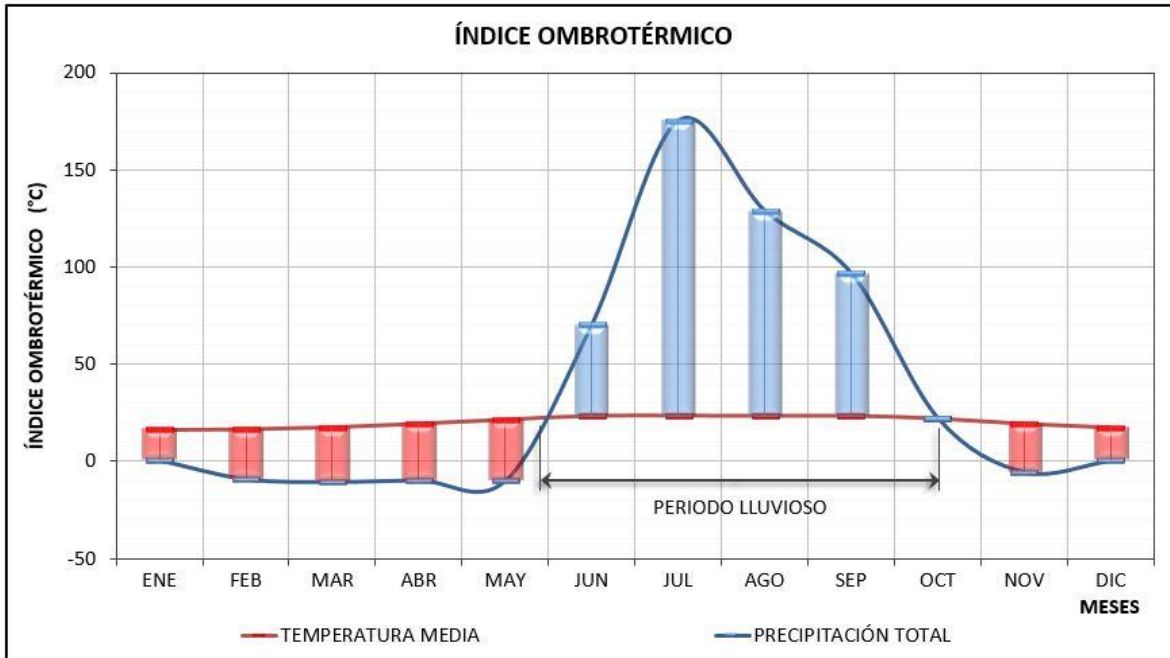
RADIACIÓN SOLAR DIRECTA (RSb) HORARIA

MM/AA	MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Más de 120 W/m2 (h)	Radiación Total (Wh/m2)
458.1	ENE																									9	3055.6
554.7	FEB																									9	3699.9
597.4	MAR																									9	3984.8
588.1	ABR																									9	3922.7
553.9	MAY																									9	3694.6
429.0	JUN																									9	2861.5
343.2	JUL																									9	2289.2
326.8	AGO																									7	2179.8
397.6	SEP																									9	2652.1
410.1	OCT																									9	2735.4
453.9	NOV																									9	3027.6
383.3	DIC																									9	2556.7
458.0	ANUAL																									9	3065.0

Tabla 12. Radiación solar directa total (RSb) horaria de la Ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

El análisis de radiación solar tiene como objetivo determinar las horas teóricas de insolación máximas posibles con radiación directa mayor a 120 W/m². Los meses de enero a junio se presentan 11 horas de radiación total. Teniendo en los meses de febrero a mayo radiación alta (>700W/m²). El resto del año son 9 horas las que sobrepasan los 120 W/m². La radiación solar directa, se presenta en 9 horas al día en todos los meses a excepción de agosto con 7 horas. Los meses de febrero a mayo presentan radiación media (500 a 700 W/m²).

▪ ÍNDICE OMBROTÉRMICO-TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN



Gráfica 10. Datos anuales del índice ombrotérmico de la Ciudad de Tepic, Nayarit. Obtenida del programa Bioclimatic Analysis Tool (BAT). Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

El índice ombrotérmico consiste, esencialmente, en dibujar a lo largo del año, la curva de temperaturas medias mensuales y las lluvias medias mensuales, en una correspondencia de escalas tal que a 0° C de temperatura correspondan 29 mm de lluvia, en la ciudad de Tepic, Nayarit.

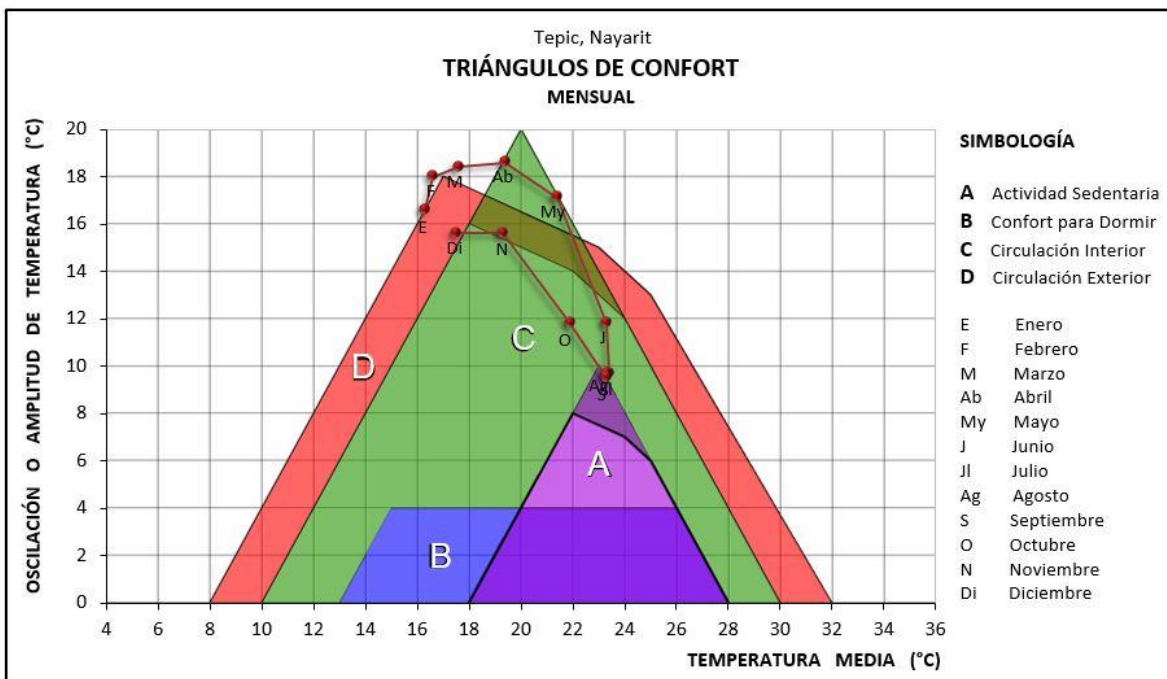
La gráfica 10, destaca un clima con régimen de lluvias en verano, en los meses de junio, julio, agosto septiembre y mediados de octubre. Julio es el mes con mayor lluvia al año, teniendo un promedio de 378.6 mm de precipitación total. Le sigue el mes de agosto, con un promedio de 285.6 mm de precipitación total. Septiembre es el tercer mes más lluvioso al año, con una precipitación total de 221.5 mm. Junio es el cuarto mes lluvioso del año, teniendo una precipitación mayor a los 169 mm. El mes de octubre, a comparación de los demás meses, no llega a superar los 100 mm de precipitación total, pero es considerado uno de los meses con mayor lluvia al año. De tal forma que la época húmeda del año está comprendida entre principios de junio y a mediados de octubre. El resto del año existe déficit de precipitación y por lo tanto se clasifica como época seca. Estos meses son noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo.

4.1.3.2 ANÁLISIS ESTRATÉGICO

▪ TRIÁNGULO DE EVANS-TEMPERATURA Y OSCILACIÓN

Es una técnica gráfica de diseño bioclimático que tiene énfasis en la oscilación térmica. Los triángulos permiten visualizar la relación entre condiciones climáticas y condiciones deseables de confort, seleccionar estrategias de diseño bioclimático, así como verificar el funcionamiento de edificios existentes a través de la amplitud térmica y su modificación al aplicar estrategias bioclimáticas.

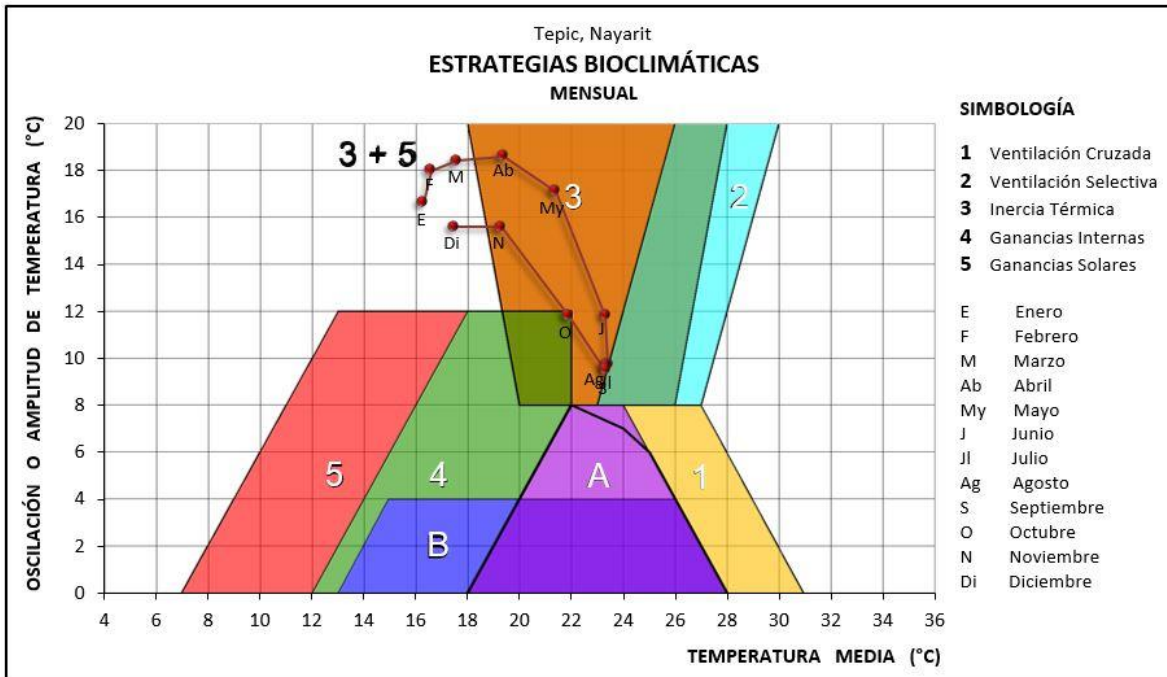
La oscilación térmica y temperatura media mensual son datos necesarios para la utilización de este método, las cuales son graficadas en los dos diferentes grupos de triángulos; el primero, triángulos de confort, define el tipo de confort (Actividad sedentaria, confort para dormir, circulación interior y circulación exterior), el segundo, estrategias de diseño, muestra el recurso bioclimático a utilizar entre las que se encuentran la ventilación cruzada, ventilación selectiva, inercia térmica, ganancias internas y ganancias solares.



Gráfica 11. Triángulos de Confort mensual para la Ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el programa de análisis bioclimático, Bioclimatic Analysis Tool (BAT), creado y facilitado por los autores, el Dr. Arq. Víctor Fuentes y el Dr. D. Julio Rincón, la interpretación de los triángulos de confort mensual de EVANS, es presentada a continuación. En el mes de febrero y marzo, las condiciones de temperatura y oscilación están fuera del confort. Enero y diciembre, se encuentran dentro del confort de exteriores, y los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre, las condiciones son adecuadas para circulaciones interiores. Ningún mes presenta condiciones de confort para actividades nocturnas,

tampoco presentan condiciones adecuadas de confort para las actividades sedentarias, esto, dentro de los resultados del triángulo de confort (gráfica 11).



Gráfica 12. Estrategias bioclimáticas mensuales en relación con las condiciones de confort del triángulo de Evans para la Ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Con el objeto de obtener las estrategias de diseño bioclimático utilizando los parámetros de temperatura media y oscilación (Gráfica 11), se utilizaron los triángulos propuestos por John Martin Evans en el 2000. Con respecto a los triángulos de estrategias bioclimáticas (Gráfica 12), para los meses de enero, febrero, marzo y diciembre, la combinación de la inercia térmica de los materiales y la ganancia solar directa e indirecta, son las principales estrategias a considerar. Para los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre, la inercia térmica es la principal estrategia a seguir; todo esto para lograr el confort adecuado dentro del edificio o la vivienda en la ciudad de Tepic, Nayarit. Es importante mencionar, que ningún mes requiere, en este caso, la ventilación cruzada ni la ventilación selectiva; las ganancias internas, están muy por debajo de las principales necesidades dentro de la Ciudad.

Definición de las principales estrategias bioclimáticas obtenidas

1. Inercia Térmica. Estrechamente relacionada con los puntos anteriores se encuentra la masividad de las estructuras o inercia térmica como la principal estrategia de diseño recomendable en el año, ya que ayudará a reducir las oscilaciones de temperatura y a controlar las variaciones de humedad.
2. Ganancia solar. La Ganancia solar resulta ser una medida del calor obtenido por un cuerpo a resultas de ser expuesto a la radiación solar.
3. Ganancia solar directa. La ganancia solar directa implica la utilización de ventanas, claraboyas y persianas para controlar la cantidad de radiación solar directa que llega al interior de una vivienda. Tradicionalmente, estos sistemas de ganancia solar directa no han

sido bien considerados, sobre todo por el elevado coste que tenían los cristales bien aislados térmicamente, con valores-R comparables al aislamiento de los muros.

4. Ganancia solar indirecta. La ganancia solar indirecta es la que se obtiene a través de la piel del edificio, que ha sido diseñada con una masa térmica (como un tanque de agua o un muro sólido recubiertos por un cristal). El calor acumulado por esta masa es cedido al interior del edificio indirectamente por conducción o convección. Ejemplos de esta técnica son: el muro trombe, paredes de agua, o la instalación de pequeños estanques sobre un tejado. La cubierta ajardinada también es un ejemplo representativo.

▪ TABLAS DE MAHONEY

De acuerdo a los criterios definidos por Carl Mahoney, se identificaron dos distintos grados de humedad: marzo, abril y mayo tienen un grado de humedad media alta del 50%-70%. Los meses restantes tienen un alto grado de humedad la cual es mayor al 70%. Durante los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre son necesarios requerimientos térmicos diurnos. Los meses restantes no necesitan dichos requerimientos en el día, ya que se encuentran en confort. Todos los meses del año, a excepción de junio, julio, agosto y septiembre, demandan requerimientos térmicos nocturnos.

Tabla de Mahoney

Fte.	PARAMETROS	U	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
A	Grupo de Humedad		4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
	Confort diurno														
A	Rango superior	°C	27	27	28	28	28	27	27	27	27	27	27	27	27.25
A	Rango inferior	°C	22	22	23	23	23	22	22	22	22	22	22	22	22.25
	Confort nocturno														
A	Rango superior	°C	21	21	23	23	23	21	21	21	21	21	21	21	21.5
A	Rango inferior	°C	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	Estrés Térmico*														
A	Requerimiento Térmico diurno		0	0	0	C	C	C	C	C	C	C	C	0	C
A	Requerimiento Térmico nocturno		F	F	F	F	F	0	0	0	0	F	F	F	F

Estrés térmico. Por arriba del confort (cálido)= C, dentro del confort = 0, por abajo del confort (Frio) = F.

Indicadores de Mahoney

A	Ventilación esencial	H1						1	1	1	1	1	1		6
A	Ventilación deseable	H2	1	1										1	3
A	Protección contra lluvia	H3						1	1	1	1				4
A	Inercia Térmica	A1			1	1	1								3
A	Espacios exteriores nocturnos	A2													0
A	Protección contra el frío	A3													0

Tabla 13. Tablas e Indicadores de Mahoney. Fuente: Datos obtenidos por hojas de cálculo desarrolladas por Víctor Fuentes Freixanet. (2002). Universidad Autónoma Metropolitana.

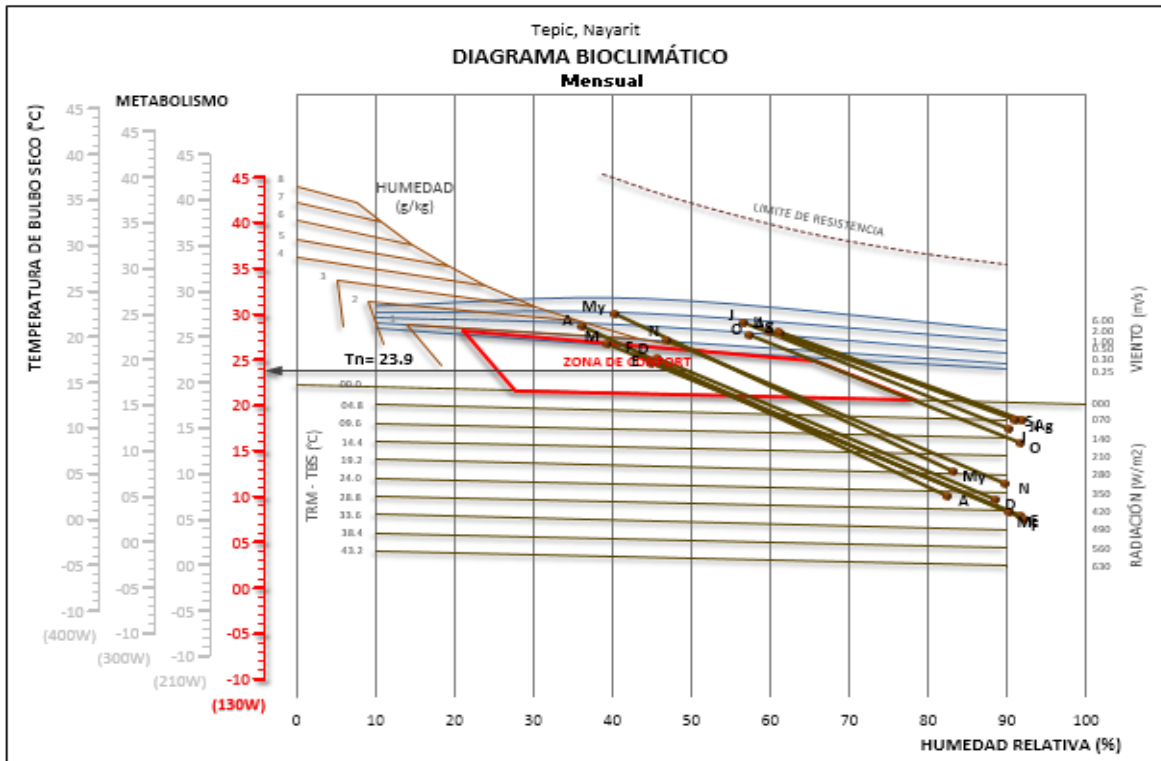
De acuerdo a los indicadores, Carl Mahoney, plantean las siguientes recomendaciones de diseño para lograr espacios más confortables. La orientación idónea de las edificaciones, debe ser Norte-Sur, eje largo Este Oeste. El espaciamiento debe de ser igual a 3 pero con protección de vientos. Los locales de una galería deben de tener ventilación constante. Los tamaños de las aberturas deben de ser medianas de 30% a 50% con respecto al muro. La ventilación cruzada debe de ser de Norte a Sur a la altura de los ocupantes. Las aberturas deben de tener un sombreado total y permanente, además de protección contra la lluvia. Se deben utilizar materiales constructivos en muros y techumbres que ofrezcan un retardo térmico mayor a 8 horas. Es importante la incorporación de grandes drenajes pluviales, debido a los altos niveles de precipitación.

Recomendaciones de Mahoney

	1	2	3	4	5	6		no.	Recomendaciones
	6	3	4	3	0	0			
Distribución				1			1	1	Orientación Norte-Sur (eje largo E-O)
						1		2	
Espaciamiento								3	
	1						1	4	Igual a 3, pero con protección de vientos
								5	
Ventilación	1						1	6	Habitaciones de una galería -Ventilación constante -
				1				7	
		1						8	
Tamaño de las Aberturas						1		9	
				1			1	10	Medianas 30 - 50 %
								11	
						1		12	
Posición de las Aberturas								13	
	1						1	14	En muros N y S. a la altura de los ocupantes en barlovento
				1				15	
Protección de las Aberturas						1	1	16	Sombreado total y permanente
			1				1	17	Protección contra la lluvia
Muros y Pisos								18	
				1			1	19	Masivos -Arriba de 8 h de retardo térmico
Techumbre								20	
				1			1	21	Ligeros, bien aislados
	1			1				22	
Espacios nocturnos exteriores								23	
			1				1	24	Grandes drenajes pluviales

Tabla 14. Recomendaciones finales de Mahoney. Fuente: Elaboración propia utilizando hoja de cálculo desarrollada por Víctor Fuentes Freixanet. (2002). Universidad Autónoma Metropolitana.

▪ CARTA BIOCLIMÁTICA



Gráfica 13. Datos anuales del índice ombrotérmico de la Ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

Para definir una zona de confort con fines arquitectónicos, Víctor Olgyay fue el primero en hacerlo a partir de una gráfica de temperaturas y humedades. Después ésta fue ajustada por Arens, y por último por Szokolay, con ajustes a la temperatura neutra. La carta bioclimática contempla cuatro estrategias de diseño para establecer la zona de confort, que son: calentamiento, control solar o sombreado, ventilación natural y humidificación. Se puede utilizar para distintos grados de metabolismo (130, 210, 300 y 400W). Consiste en graficar a partir de líneas, los meses con sus temperaturas y humedades máximas y mínimas, para definir porcentajes correspondientes a las estrategias, según Fuentes Freixanet (2004). Se presentan los resultados a continuación:

Confort. La estrategia bioclimática para la ciudad de Tepic Nayarit consiste en que los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril son los meses que prevalecen en la zona de confort durante sus temperaturas máximas (entre 2 y 5 de la tarde). Sin embargo, los meses que tienen un periodo más largo de confort a lo largo del día son junio, octubre y diciembre

Calentamiento. Los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril requieren medidas correctivas de radiación solar entre 350 y 420 W/m² por la mañana y por la noche (a partir de las 8:00 am hasta las 12:00 pm, y de 7:00 pm y lo que resta de la noche), presentando el valor máximo en marzo con 420 W/m². Los meses de junio a septiembre, de acuerdo a sus temperaturas mínimas presentan los menores requerimientos de radiación solar (entre 0.70 y 140 W/m²) ya que son los meses más calurosos de año.

Sombreado. Todos los meses del año requieren sombreado durante el día, unos más y unos menos. Junio, julio, agosto y septiembre, son los meses que necesitan más protección del sol iniciando desde las 11:00 am hasta la noche, y coinciden con el periodo de verano. Abril, mayo y octubre requieren menor sombreado que los meses anteriores. Diciembre, enero y febrero casi no requieren sombreado.

Ventilación natural. Casi todos los meses requieren medidas correctivas de ventilación con requerimientos entre 0.50 a 2 m/s, excepto diciembre, enero y febrero porque sus temperaturas máximas se localizan en la zona de confort. Julio, agosto y septiembre son los meses que más requieren ventilación por más tiempo hasta alcanzar los 0.50 m/s, entre las 11:00 am hasta las 10:00 pm. Mayo y junio, requieren los valores máximos de ventilación pues son los que contienen las temperaturas más altas del año.

Humidificación/Deshumidificación. Los únicos meses que requieren humidificación son marzo y abril, ya que presenta valores de casi los 2 g/kg de aire (entre 2:00 y 5:00 pm aproximadamente) según la carta bioclimática, así como de medidas de ventilación de casi 0.50 m/s. Los meses que requieren deshumidificación según la carta bioclimática y las humedades relativas horarias, son de mayo a noviembre, sobretodo junio, julio, agosto, septiembre y octubre (entre las 9:00 pm hasta las 11:00 am), pues son los que presentan mayor humedad durante el año, y algunos de ellos contienen los más altos valores de precipitación. El resto de los meses mencionados, necesitan a partir de la media noche hasta las 10:00 am aproximadamente.

La gráfica bioclimática demuestra, que mientras más altas sean las temperaturas de los meses, existe una humedad menor en comparación con las temperaturas más bajas que resulta ser más elevada.

FUENTE	PARAMETROS	U	MESES												ANUAL
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGYAY (revisada por Szokolay)															
TEMPERATURA NEUTRA															
a	LIMITE SUPERIOR DE LA ZC (ZCs)	°C	25.2	25.2	25.6	26.1	26.7	27.3	27.4	27.3	27.3	26.9	26.1	25.5	26.4
a	TEMPERATURA NEUTRA (Tn)	°C	22.7	22.7	23.1	23.6	24.2	24.8	24.9	24.8	24.8	24.4	23.6	23.0	23.9
a	LIMITE INFERIOR DE LA ZC (ZCi)	°C	20.2	20.2	20.6	21.1	21.7	22.3	22.4	22.3	22.3	21.9	21.1	20.5	21.4

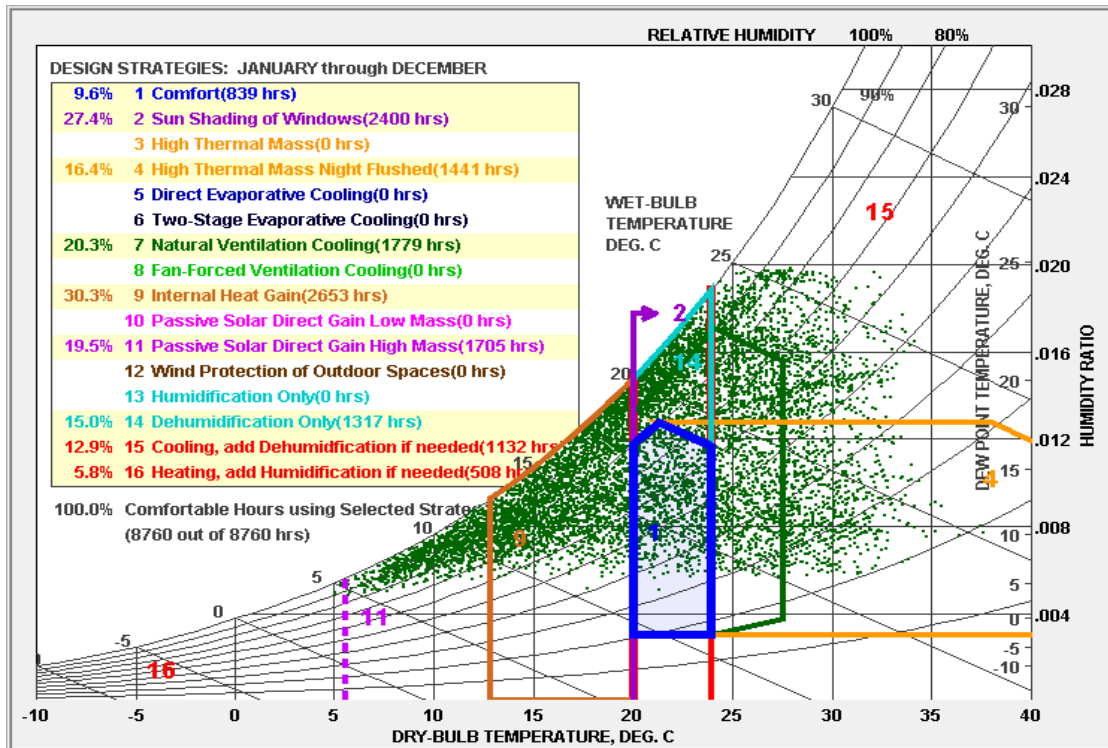
ESTRATEGIA DE DISEÑO															
Confort	Tmax	C	C	C	C	C	C					C	C	C	C
	Tmed														
	Tmin														
Radiación (W/m2)	Tmax														
	Tmed	385	420	385	350	280	140	105	105	105	105	175	315	350	
	Tmin	350-420	420	350-420	350	280	140	70-140	70-140	70-140	70-140	140-210	280-350	350	350-420
Sombreado	Tmax	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	Tmed														
	Tmin														
Ventilación	Tmax			V	V	V	V	V	V	V	V	V	V		V
	Tmed														
	Tmin														
Humidificación	Tmax			H	H										
	Tmed														
	Tmin														

Tabla 15. Datos de la carta bioclimática de Olgay. Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Confort	%	30	32	30	29	30	37	0	0	0	39	32	34	24
Calentamiento	%	70	68	64	57	48	35	32	31	32	42	58	66	50
Ventilación	%	0	0	6	14	22	28	68	69	68	19	10	0	25
Humidificación	%	0	0	6	14	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Sombreado	%	30	32	36	57	52	65	68	69	68	58	42	34	51

Tabla 16. Resultados en porcentaje de las estrategias de diseño para cada mes del año. Fuente: Elaboración propia utilizando datos del Bioclimatic Analysis Tool (BAT).

▪ **CARTA PSICOMÉTRICA (SEGÚN SZOKOLAY)**



Gráfica 14. Diagrama Psicométrico de la Ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia utilizando el software Climate Consultant.

La carta psicométrica fue utilizada por primera vez por Baruch Givoni para definir una zona de confort con fines arquitectónicos, así también para proponer distintas estrategias de diseño, como: calentamiento, ventilación, humidificación, enfriamiento evaporativo, masa térmica con ventilación nocturna y sistemas activos o convencionales de acondicionamiento del aire. La Psicometría se encarga de medir el contenido de humedad del aire. Tiene la función principal de definir y relacionar parámetros psicométricos del aire húmedo, ya sea como la temperatura del bulbo seco y bulbo húmedo, presión de vapor de agua y humedad absoluta, humedad relativa, volumen específico y la entalpía, según Fuentes Freixanet, V, (2012).

La presente carta psicométrica (Gráfica 14), fue realizada con base en el Software Climate Consultant 6.0 con los datos climáticos de la ciudad de Tepic Nayarit, estableciendo 16 estrategias de diseño las cuáles algunas de ellas fueron requeridas por el clima de la ciudad. Las estrategias seleccionadas se presentan y describen a continuación:

1. Confort. Los meses que presentan mayor grado de confort según la carta psicométrica, se localizan desde noviembre hasta mayo, incluyendo el periodo de invierno y primavera. Los meses que presentan valores de confort más altos, son diciembre y febrero. Los meses más inconfortables son junio, julio, agosto y septiembre, y coinciden con las temperaturas y humedades medias más altas anuales.
2. Sombreado de ventanas. Durante todo el año se requiere el sombreado de ventanas, sin embargo los meses de marzo a agosto presentan los mayores requerimientos, ya que en estos meses existe el mayor grado de radiación solar y de insolación durante el año. Los meses que menos requieren sombreado, es diciembre, enero y febrero (invierno).
3. Alta masa térmica. Casi no es presentado este requerimiento durante el año, excepto el mes de enero porque muestra las temperaturas más bajas, así con muy pocos requerimientos en junio.
4. Alta masa térmica nocturna. La mayor parte del año requiere alta masa térmica nocturna, excepto de junio a septiembre (verano). Los meses que presentan los valores más altos son marzo, abril y mayo, pues contienen mayor grado de radiación solar.
5. Enfriamiento por ventilación natural. Los meses como febrero, abril, mayo, junio, noviembre y diciembre, presentan requerimientos de enfriamiento por ventilación natural, coinciden con la temporada de invierno, primavera e inicio del verano.
6. Enfriamiento de ventilación forzado. Los requerimientos de enfriamiento de ventilación forzada son presentados durante los meses de julio a octubre, que contienen las temperaturas más elevadas durante el año (con mayor intensidad entre las 2:00 y 5:00 pm), así como de mayor humedad.
7. Ganancia de calor interno. Estos requerimientos se solicitan durante todo el año, pero con mayor intensidad durante los meses de noviembre hasta abril, que coincide con los meses más fríos del año (temperaturas más bajas anuales).
8. Ganancia solar pasiva directa de alta masa. La gran parte del año se requiere ganancia solar pasiva de alta masa, sobre todo durante los meses de marzo y abril porque contienen los valores de radiación más altos anuales. Los meses que casi no requieren se encuentran de junio a octubre, ya que tienen menor radiación solar y mayor humedad anual.
9. Únicamente deshumidificación. La mitad del año requiere deshumidificación, presentándose en los meses de mayor precipitación y humedad, es decir, desde junio a noviembre (aproximadamente desde las 9:00 pm hasta las 11:00 am).
10. Refrigeración, añadir deshumidificación si es necesario (1132 horas). Casi la mitad del año requiere refrigeración (entre la 1:00 pm y las 6:00 pm aproximadamente), coincidiendo con los del punto anterior agregando mayo, meses que tienen altas temperaturas anuales y más húmedos. Incluir deshumidificación desde las 9:00 pm hasta las 9:00 am y 11 am).
11. Calefacción. Añadir humidificación si es necesario (508 horas). Este requerimiento se necesita muy poco durante el año, sin embargo los meses de invierno (diciembre a febrero) presentan los valores más altos anuales (desde las 9:00 pm hasta las 11:00 pm) y no requiere humidificación.

ESTRATEGIAS DE DISEÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
1. Confort	15.90%	16.70%	15.50%	14.40%	15.60%	1.70%	0.10%	0.90%	0.30%	3.90%	13.80%	16.70%	9.63%
2. Sombreado de Ventanas	21.80%	22.30%	28.50%	30%	32.50%	31%	30.20%	29.40%	27.60%	27.20%	26.10%	21.80%	27.37%
3. Alta masa térmica	21.10%	0	0	0	0	4.20%	0	0	0	0	0	0	2.11%
4. Alta masa térmica nocturna	0	20.20%	27.40%	29.70%	39.10%	0	0	0	0	9.40%	22.40%	22.30%	14.21%
5. Enfriamiento por evaporación directa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
6. Dos etapas de enfriamiento evaporativo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
7. Enfriamiento por Ventilación natural	0	11.20%	0	16.10%	20%	26.70%	0	0	0	0	21.30%	11%	8.86%
8. Enfriamiento de ventilación forzado	0	0	0	0	0	0	29.80%	25%	26.80%	32.90%	0	0	9.54%
9. Ganancia de calor interno	35.20%	36.90%	36.80%	35.60%	32.90%	23.60%	17.10%	16.90%	18.50%	28.60%	41.70%	40.20%	30.33%
10. Ganancia solar pasiva directa de baja masa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
11. Ganancia solar pasiva directa de alta masa	25.70%	24.90%	31.50%	30%	19.80%	0	9.10%	0	7.40%	0	26.50%	25.40%	16.69%
12. Protección contra el viento de espacios al aire libre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
13. Únicamente humidificación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
14. Únicamente deshumidificación	0	0	0	0	0	28.50%	35.20%	34.40%	38.20%	27.70%	7.80%	0	14.32%
15. refrigeración, añadir deshumidificación si es necesario (1132 horas)	0	0	0	0	0.30%	28.80%	34.50%	34.90%	31.30%	20.40%	2.20%	0	12.70%
16. Calefacción, añadir humidificación si es necesario (508 horas)	18.30%	15.90%	7.50%	6.90%	4.00%	0.80%	0	0.40%	0.10%	0.30%	5.10%	10.80%	5.84%

Tabla 17. Resultados en porcentaje anual de las estrategias de diseño según la carta psicométrica. Fuente: Elaboración propia utilizando el software Climate Consultant.

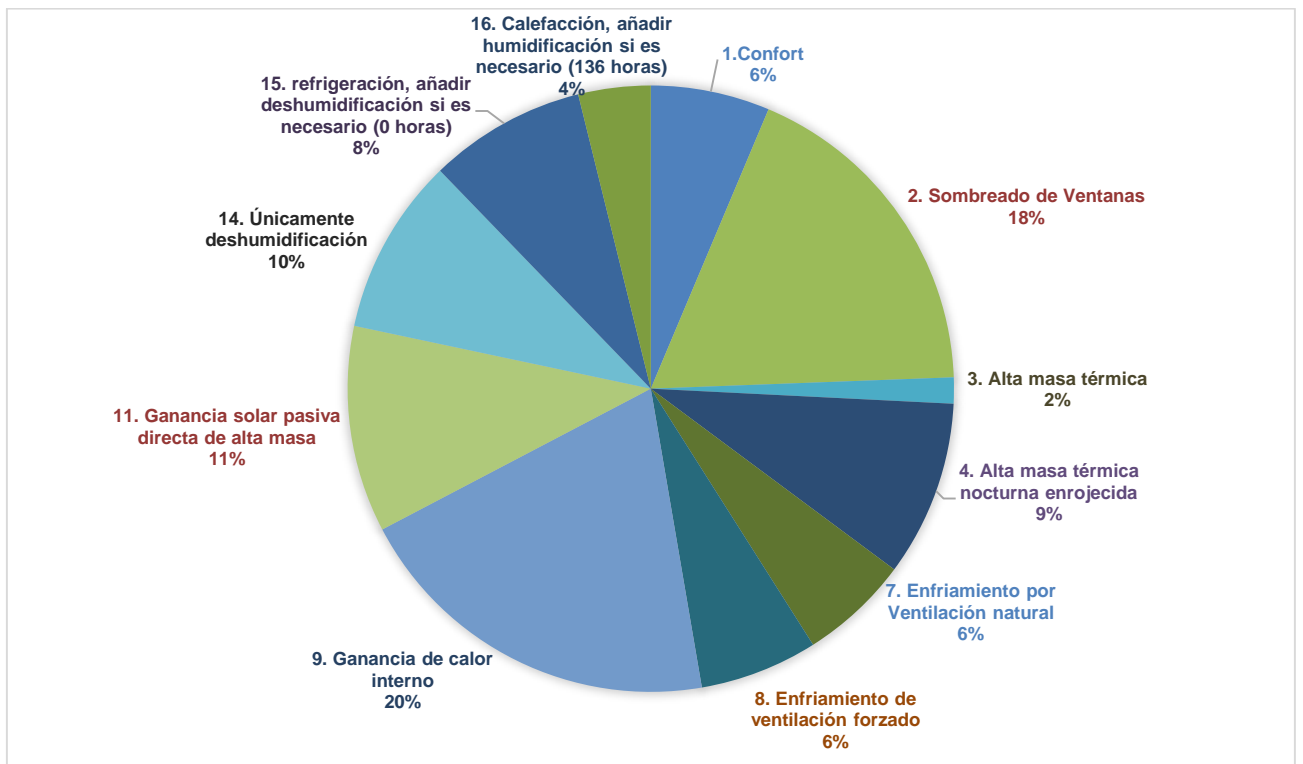
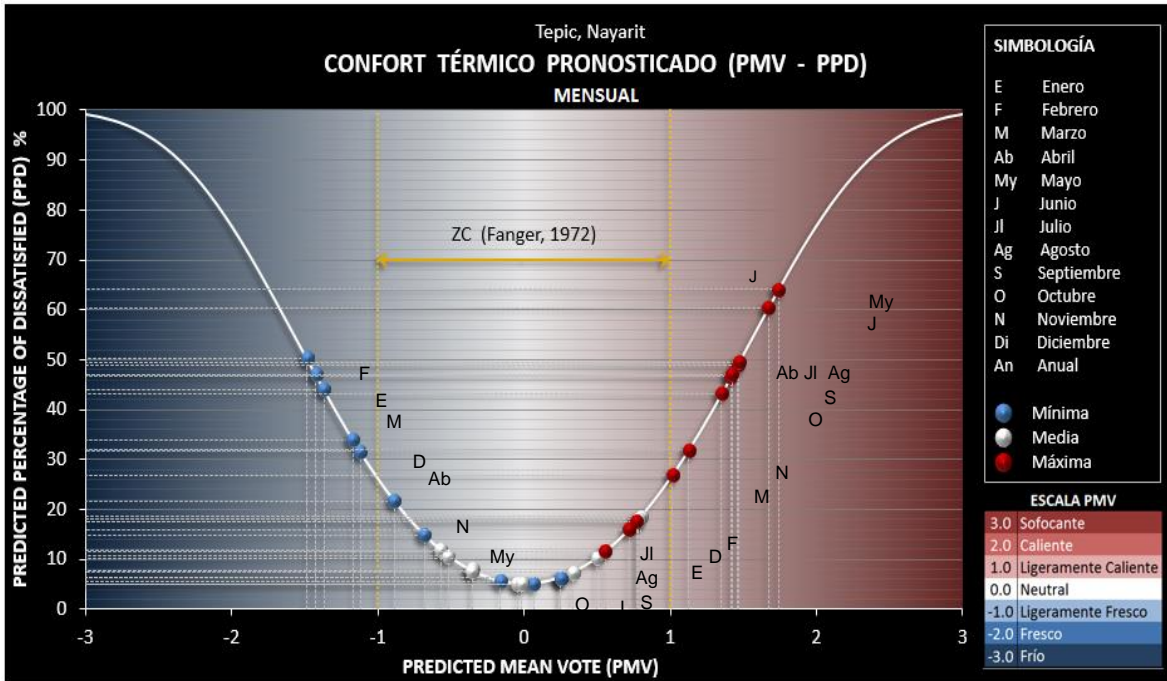


Gráfico 15. Estrategias de diseño. Fuente: Elaboración propia de acuerdo a los resultados del diagrama psicométrico obtenido por el software Climate Consultant.

▪ **CONFORT TÉRMICO PRONOSTICADO (PVM-PPD) FANGER**

El método de Fanger estima el confort térmico a partir de la información relativa de: vestimenta, tasa metabólica, temperatura (mínima, media y máxima), la velocidad del aire y la humedad relativa. De esta manera, calcula dos índices denominados: voto medio estimado (PMV-predicted mean vote) que da la escala de frío hasta sofocante; y porcentaje de personas insatisfechas (PPD-predicted percentage dissatisfied).



Gráfica 16. Confort Térmico pronosticado por el método de Fanger, para la Ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia utilizando herramienta Bioclimatic Analysis Tool (BAT)

La gráfica 16, nos muestra tres zonas específicas: fría, confort y caliente. De acuerdo a esto, es posible distinguir los meses que se encuentran en disconfort en relación con temperatura y humedad relativa (considerando los valores máximos). En este rango se encuentran 9 meses del año: marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre. Destacando mayo y junio como los más cálidos, situados muy próximos a la escala PMV 2.0 caliente y con un 60 y 65% de personas que se encuentran en disconfort.

Mientras que en el período de diciembre hasta abril, el nivel de disconfort se presenta con valores mínimos de temperatura y humedad relativa, con una sensación térmica ligeramente fresco a frío, y un porcentaje de personas insatisfechas del 50 al 30%.

Contrastan los meses que se encuentran en la zona de confort, porque al mismo tiempo están ubicados a los extremos, es decir, en disconfort. Lo que sucede es que al presentarse las temperaturas más altas en la época de invierno, favorecen para alcanzar confort térmico; mientras que en los meses más cálidos, el porcentaje de disconfort aumenta. Esta misma situación sucede con los valores de temperatura mínima. Por ejemplo, temperaturas de 17°C en el mes de junio está excelente en cuanto a sensación térmica, sin embargo, ese es el promedio de temperatura mínima

que podría presentarse en el mes. Por tanto, es más importante estar atentos a las temperaturas máximas que nos van a llevar a un estado discomfort térmico durante los meses más cálidos y de mayor humedad. De esta forma, durante los meses más fríos el foco de atención son los índices mínimos, ahí es donde se encontrará el porcentaje predominante de insatisfacción térmica en esta época. De esta manera, es posible generar estrategias de diseño que cubran las situaciones extremas que pudieran presentarse en los períodos más cálidos y fríos del año, con el objeto de aproximarse o estar dentro de la zona de confort en todos los meses.

▪ **CICLOS ESTACIONALES**

Se presenta a continuación, un resumen del análisis bioclimático mensual y anual (temperatura, humedad, precipitación, radiación, insolación, días grado, viento, oscilación e índice ombrotérmico) y el análisis estratégico (Indicadores de Mahoney, carta bioclimática) de acuerdo a los ciclos estacionales de la Ciudad de Tepic, Nayarit.

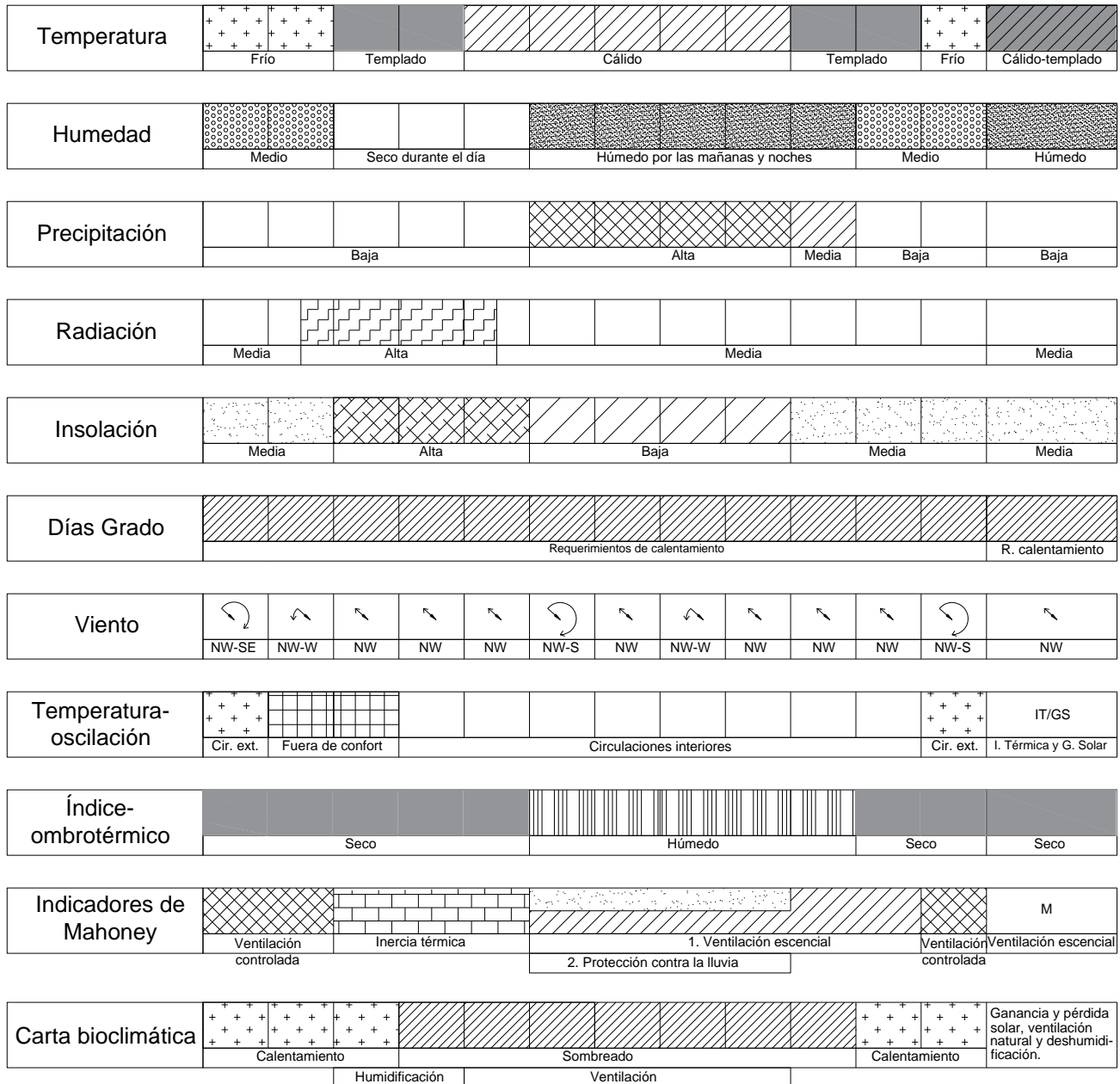


Tabla 18. Ciclos estacionales de la ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia.

▪ CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA MENSUAL

Enero. De acuerdo a los datos analizados del clima, el mes de enero presenta una temperatura media de 16.3°C, siendo uno de los dos meses con mayor frío en todo el año; presentando mínimas extremas de 1.5°C. Es conveniente la combinación de la inercia térmica de los materiales para la regulación de las oscilaciones de temperatura y la ganancia solar directa e indirecta, como estrategia de climatización. Por ser uno de los meses de mayor frío, al ser un mes invernal, se requiere de estrategias de calentamiento en la mayor parte del día.

Los vientos dominantes en enero surgen en el noroeste y ahí se mantienen todo el mes. La ventilación según los resultados del análisis climático es deseable y casi no requiere de sombreado. La precipitación es baja, la humedad relativa es media y el índice ombrotérmico lo cataloga como seco, presentando una elevada amplitud de oscilación de temperatura diaria.

Febrero. Es el mes más frío de todo el año, presentando una temperatura media de 16.6% pero a diferencia de enero, este mes presenta temperaturas mínimas aún más bajas llegando hasta los -0.4°C. Para este mes se recomienda la combinación de la inercia térmica de los materiales para la regulación de las oscilaciones térmicas y la ganancia solar directa e indirecta, como estrategia de climatización.

La radiación se incrementa ligeramente, pero las estrategias de calentamiento se siguen requiriendo sobre todos en las horas iniciales y finales del día. Los vientos conservan la misma dirección dominante, el noroeste. La humedad relativa disminuye ligeramente junto con la probabilidad de precipitación, por lo tanto el índice ombrotérmico es aún más seco en el mes de febrero.

Marzo. En el mes de marzo termina el invierno y comienza la primavera. La temperatura sigue en aumento, y la humedad relativa disminuye ligeramente. Al ser el mes con la mayor radiación solar, y el segundo en el parámetro de mayor insolación, la necesidad de las estrategias de sombreado son a mayor escala. La posibilidad de precipitación sigue en aumento, pero continúa en el rango de meses con escasa probabilidad de lluvia, por lo tanto el índice ombrotérmico sigue siendo seco. La oscilación térmica sigue aumentando y la dirección de los vientos se sigue manteniendo en el noroeste.

Al aumentar las temperaturas, marzo es el primer mes de año en requerir estrategias de enfriamiento, esto en las horas centrales del día. Sigue dentro del rango de estrategias que requieren la inercia térmica de los materiales y estrategias de ganancia solar directa e indirecta. Los requerimientos de calentamiento disminuyen, pero sigue requiriendo medidas correctivas de radiación solar, en horas iniciales y finales del día.

Abril. El mes de abril es donde se presenta la transición entre las temperaturas más frías del año y las cálidas. Caracterizándose por una temperatura templada. El horario de desconfort por altas temperaturas se sitúa a partir de la 1pm hasta las 6pm, debido a que abril es uno de los meses con mayor radiación solar e índices de humedad más bajos durante el día. Considerando además, que las probabilidades de precipitación son bajas durante esta temporada. Sin embargo las temperaturas durante la noche llegan a bajar hasta los 10°C.

En relación con los vientos dominantes, se dirigen del Noroeste. Bajo estas características climáticas, es preciso enfocar las estrategias bioclimáticas principalmente en la inercia térmica de los materiales, humidificación y protección solar.

Mayo. Aquí inicia la época más cálida, donde se alcanzan temperaturas hasta de 30°C después de mediodía. La humedad durante el día continúa siendo baja, al igual que los valores de precipitación. La radiación solar, presenta valores altos que van descendiendo al final del mes. Sin embargo, el porcentaje de insolación es el más alto de todo el año. Es decir, durante este mes la cantidad de horas de sol directo con respecto a la duración del día son mayores. Los vientos conservan su dirección dominante dentro del rango del Noroeste.

Con la interpretación de estos valores climáticos, se definen las estrategias de diseño bioclimático que se necesitan para lograr confort higrotérmico. Éstas son: inercia térmica, ventilación (aprovechar los vientos dominantes) y sombreado (protección solar).

Junio. Se sitúa como el segundo mes más cálido, definiendo su zona de desconfort a partir de las 13hrs hasta las 18hrs, con rangos de temperatura de 27°C a 29°C. A diferencia de los meses anteriores, la humedad es relevante, con presencia en las mañanas y durante las noches. A partir de junio, se considera el periodo de lluvias, con precipitaciones altas. Por ello, la radiación solar e insolación baja considerablemente.

La dirección de los vientos cambia, y se reciben del Noroeste-Sur. Para ello, es necesario la aplicación de soluciones bioclimáticas como: ventilación, sombreado, protección contra la lluvia e inercia térmica de los materiales.

Julio. En este mes las temperaturas siguen siendo altas, alcanzando los 28° C. Se perciben altos índices de humedad por la noche y mañana oscilando entre el 60% y 90%. Julio es el mes con mayor precipitación en todo el año. La radiación e insolación solar disminuye por la nubosidad.

Debido a las condiciones anteriores, se recomiendan estrategias de enfriamiento para mejorar el confort térmico. 1) Minimizar la ganancia de calor por medio de protecciones solares; 2) Minimizar el flujo conductivo, utilizando materiales aislantes; 3) Promover el amortiguamiento por medio de materiales con inercia térmica; 4) Promover la ventilación natural, inducida o forzada. 5) Promover la protección contra la lluvia; Este mes presenta requerimientos mínimos de calentamiento por la noche.

Agosto. Este mes es muy parecido al mes de julio, ya que las temperaturas siguen estando elevadas. Sin embargo es el mes que presenta mayor porcentaje de humedad relativa. La radiación solar se considera media, mientras la insolación es baja. Los vientos dominantes al noroeste tienden a moverse ligeramente al oeste. La precipitación en este mes es alta por debajo del mes anterior.

La principal estrategia que se debe de utilizar es el enfriamiento y la deshumidificación. Esta técnica se puede lograr a través del sombreado (protección solar); Promoviendo la ventilación natural (vientos dominantes) o ventilación inducida; Utilizando materiales aislantes y de alta inercia térmica.

Septiembre. Las condiciones climáticas de este mes son similares al mes anterior, sin embargo la humedad relativa desciende ligeramente. Este es el último mes que presenta alta precipitación llegando a los 221mm.

Debido a las condiciones anteriores, se recomienda utilizar estrategias de enfriamiento y deshumidificación las cuales consisten en: Promover el sombreado (protección solar), utilizar materiales de alta inercia térmica o aislante y generar ventilación cruzada o inducida.

Octubre. En este mes, la temperatura disminuye 1.4° C en comparación con el mes anterior, mostrando también reducción en la humedad. El valor de la insolación incrementó notoriamente en relación a septiembre, sin embargo la radiación solar permanece similar. Según el índice ombrotérmico, este mes indica el fin de la temporada lluviosa. Por último, los vientos bajan su frecuencia y velocidad. Las estrategias requeridas para este mes según el análisis bioclimático, son:

Para promover calentamiento, se requiere promover parcialmente las ganancias internas durante la noche. El enfriamiento, es otra estrategia que se necesita parcialmente durante el día para minimizar la ganancia solar; promover la ventilación cruzada durante el día, minimizar el flujo conductivo de calor por aislamiento, amortiguamiento a través de inercia térmica y en casos extremos la ventilación forzada.

Noviembre. La temperatura y la humedad descienden a comparación con el mes anterior. De acuerdo a la insolación, noviembre aumentó 7 horas, al mismo tiempo que la radiación total. La precipitación disminuye considerablemente y los vientos que provienen generalmente del noroeste incrementan su frecuencia y velocidad a diferencia de octubre. Las estrategias bioclimáticas requeridas para este mes, son las siguientes:

En noviembre se requiere promover el calentamiento a través de ganancias internas durante la noche, así como el enfriamiento a través de la ventilación natural o cruzada, así como deshumidificar parcialmente a través de la ventilación natural o inducida.

Diciembre. Las temperaturas de este mes descienden casi 2°C a comparación de noviembre, donde también presenta una disminución de humedad. De acuerdo a la insolación, se presenta una disminución en comparación con el mes anterior, presentando el mismo caso para la radiación total. La precipitación es más elevada que en noviembre y se mantiene parecida hasta enero. Los vientos disminuyen su frecuencia y su velocidad, presentando el viento dominante por el noroeste. Las estrategias de diseño de este mes son:

Se necesita promover el calentamiento a través de la ganancia solar directa durante el día, al mismo tiempo por ganancias internas por la noche y ganancia solar indirecta a través de inercia térmica durante todo el día.

▪ DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS BÁSICAS DE DISEÑO

La matriz de clima es presentada como un diagrama de resumen donde se definen estrategias y elementos de regulación, en función del análisis climático y de los mecanismos de transferencia de calor. El llenado es adecuado a las características del proyecto y del análisis climático

La ciudad de Tepic Nayarit presenta en gran parte requerimientos bioclimáticos de enfriamiento directa e indirectamente, seguido de deshumidificación indirecta y de calentamiento directo e indirecto. Para lograr el enfriamiento directo, se requiere Minimizar la ganancia solar, la ventilación natural y en poca medida el enfriamiento evaporativo; para ello se proponen dispositivos de control solar volados, aleros, parte soles, pérgolas, celosías, lonas, vegetación, etc. También Ventilación cruzada, fuentes y estanques. Estas estrategias no deberán ser empleadas durante la temporada de invierno, acentuarlas más en los meses de radiación solar alta (marzo y abril) así como los meses de verano.

Para lograr el enfriamiento indirecto, se requiere minimizar el flujo conductivo de calor, amortiguamiento térmico y promover la ventilación forzada o pre-tratada. Para el primero, será muy necesario el uso de materiales aislantes, para el segundo utilizar la inercia térmica de los materiales, (de preferencia para todo el año) y para el tercero implementar turbina o extractores de aire, torres eólicas, muro trombe, colectores de aires, etc. (solo para julio, agosto, septiembre y octubre).

La deshumidificación indirecta para la ciudad de Tepic, se puede lograr promoviendo la ventilación natural o inducida, a través de ventilación natural, captadores eólicos, colectores de aire, muro trombe, invernaderos secos, etc. Sera parcialmente necesario para los meses de marzo, abril, octubre y noviembre, y muy necesario para los meses de mayo hasta septiembre.

La estrategia para promover el calentamiento directo del edificio, es promover la ganancia solar directa a través de elementos acristalados, ventanas, tragaluces, lucernarios, etc., iniciando desde el mes de diciembre hasta abril durante el día. Para promover el calentamiento directo se quiere promover la ganancia solar indirecta, tanto en el día como en la noche los meses ya mencionados, por lo que será necesario implementar Inercia térmica, radiación reflejada, muro trombe, invernaderos, sistemas aislados, etc.

A continuación se muestra en resumen la matriz de climatización y los requerimientos de diseño para la ciudad de Tepic, Nayarit.

▪ MATRIZ DE CLIMATIZACIÓN

CONDICIONANTE CLIMÁTICA													MATRIZ DE CLIMATIZACIÓN													CIUDAD: TEPIC, NAYARIT.	LATITUD: 21°30'00" N	LONGITUD: -104°52'58" W	ALTITUD: 935 msnm			
CONDICIONANTE CLIMÁTICA													SISTEMAS PASIVOS				OPCIONES DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO												CIUDAD: TEPIC, NAYARIT.	LATITUD: 21°30'00" N	LONGITUD: -104°52'58" W	ALTITUD: 935 msnm
CONDICIONANTE CLIMÁTICA													SISTEMAS PASIVOS				INVIERNO			PRIMAVERA			VERANO			OTOÑO			CIUDAD: TEPIC, NAYARIT.	LATITUD: 21°30'00" N	LONGITUD: -104°52'58" W	ALTITUD: 935 msnm
CÁLIDO SECO	CÁLIDO	CÁLIDO HÚMEDO	TEMPLADO SECO	TEMPLADO	TEMPLADO HÚMEDO	SEMI-FRÍO SECO	SEMI-FRÍO	SEMI-FRÍO HÚMEDO	ESTRATEGIAS	SISTEMA	MECANISMOS	ESTRATEGIA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AUGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ELEMENTOS REGULADORES	OBSERVACIONES						
					●				CALENTAMIENTO	Directa	R	Promover la ganancia solar directa	Día	■	■	■	■								■	Elementos acristalados, ventanas, tragaluces, lucernarios, etc.	Con base en los meses frios del año, comparados con el calentamiento que requiere la carta bioclimática y triángulo de Evans.					
														Promover las ganancias internas	Día	▲	▲	▲	▲	▲	■	■	■	■	▲	▲	Personas, lámparas, equipos, chimeneas, etc.	Con base en los requerimientos de la carta psicométrica.				
					●						Indirecta	Cd	Promover la ganancia solar indirecta	Día	■	■	■	■								■	Inercia térmica, radiación reflejada, muro trombe, invernaderos, sistemas aislados, etc.	Con base en los meses frios del año, comparados con el calentamiento que requiere la carta bioclimática y triángulo de Evans.				
															Minimizar el flujo conductivo de calor	Día												■	Materiales aislantes, contraventanas, etc.			
												Cv	Minimizar el flujo de aire externo	Día														Protección contra el viento (barreras vegetales o arquitectónicas), esclusas o hermeticidad.				
														Minimizar la infiltración	Día														Esclusas térmicas, hermeticidad.			
					●				ENRIAMIENTO	Directo	R	Minimizar la ganancia solar	Día			▲	▲	■	■	■	■	■	■	■	■		Dispositivos de control solar volados, aleros, partesoles, pérgolas, celosías, lonas, vegetación, etc.	Con base en meses de radiación solar y temperatura más elevada, así con los requerimientos de la carta bioclimática, carta psicométrica y tablas de Mahoney.				
					●							Cv	Promover la ventilación natural	Día	⊗	⊗	■	■	▲	▲	▲	▲	▲	▲	■	⊗	Ventilación cruzada	Con base en los meses de radiación solar más elevada, así también con los requerimientos de la carta bioclimática, psicométrica y tablas de Mahoney				
					●					Indirecto	E	Promover el enfriamiento evaporativo	Día			■	■										Vegetación, fuentes, estanques, etc.	Con base en los datos de radiación solar más elevada, durante el día. Carta psicométrica dice que no se requiere.				
					●							R	Promover el enfriamiento radiante	Día													Uso de materiales radiantes, "cubierta estanque", etc.					
					●						Cd	Minimizar el flujo conductivo de	Día			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	■		Materiales aislantes, contraventanas, etc.	Con base en los datos de radiación solar, temperaturas horarias, carta bioclimática y tablas de Mahoney.				
					●								Amortiguamiento	Día			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	■		Inercia térmica de los materiales	Con base en los datos de radiación solar, temperaturas horarias, carta bioclimática, tablas de Mahoney y triángulo de Evans.			
					●				DESHUMIDIFICACIÓN	Cv	Promover enfriamiento terrestre	Día														Los de calor casa enterrada o con						
					●							Promover la ventilación forzada o pre-tratada	Día								▲	▲	▲	▲			Turbina o extractores de aire, torres eólicas, muro trombe, colectores de aires, etc.	Con base en los meses más calurosos del año, con los requerimientos de mayor ventilación por la carta bioclimática, psicométrica y tablas de Mahoney.				
					●					Dir.	E	Promover el enfriamiento evaporativo indirecto	Día			■	■										Losa húmeda, muros húmedos, riego por aspersión, etc.	Con base solamente en la carta bioclimática lo aprueba, así como los meses de radiación solar anual más elevada.				
					●							R	Promover el calentamiento directo	Día													Ganancia solar directa por acristalamiento					
					●				Indirecto	Cd	Promover el calentamiento indirecto	Día														Inercia térmica de los materiales, muro trombe, invernaderos adosado o seco, chimeneas o radiadores de alta						
					●						Cv	Promover la ventilación natural o inducida	Día	⊗	⊗	■	■	▲	▲	▲	▲	▲	▲	■	⊗	Ventilación natural, captadores eólicos, colectores de aire, muro trombe, invernaderos secos, etc.	Con base en los requerimientos de las tablas de Mahoney, por los requerimientos de ventilación y deshumidificación de la carta bioclimática y psicométrica.					
					●				HUMIDIFICACIÓN	Dir.	E	Promover sistemas evaporativos	Día			■	■										Espesores de agua, fuentes, cortinas de agua, albercas, lagos, ríos, mar, etc.	Con base en la carta bioclimática y los meses de radiación más elevada, sin embargo el diagrama psicométrico dice que no se requiere.				
					●							Cv	Promover la ventilación inducida	Día			■	■									colectores de aire con estanques o fuentes, invernaderos húmedos, etc.	Con base en la carta bioclimática y los meses de radiación más elevada, sin embargo el diagrama psicométrico dice que no se requiere.				

Tabla 19. Matriz de climatización de la ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia.

▪ **ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DE ACUERDO AL CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDA PARA EL CLIMA DE TEPIC**

Según el Código de Edificación de Vivienda, (2010) establece una serie de especificaciones de diseño para el bioclima Templado- húmedo, correspondiente a la ciudad de Tepic. Dichas especificaciones son comparadas con los requerimientos obtenidos del análisis bioclimático que comprende:

- Temperaturas horarias en Gráfica Solar
- Triángulo de Evans
- Índice ombrotérmico
- Tablas de Mahoney
- Carta Bioclimática
- Diagrama Psicométrico
- Confort Térmico Pronosticado (Fanger).

Se presenta a continuación, la tabla 20 que muestra el listado de especificaciones del CEV, en comparación con los requerimientos del análisis bioclimático realizado y presentando anteriormente en este proyecto:

CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDA		ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO
ESPECIFICACIONES PARA EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO		
Ubicación en el lote	Separada de las conlindancias	La mejor orientación se propone que sea al sur. <i>De acuerdo a ala orientación óptima del programa Ecotect Analysis.</i>
Configuración	Abierta, máxima exposición a los vientos	x
Orientación de la fachada	Sur-este	Se pretende que el eje más largo sea este-oeste. <i>De acuerdo a las tablas de Carl Mahoney.</i>
Localización de las actividades	Sala, comedor, recámara al sur-este. Guardarropa, cocina y circulaciones al nor-oeste.	x
Tipo de techo	Inclinado, cubierta con fuerte pendiente.	Las techumbres deberán ser ligeras y bien aisladas. <i>De acuerdo a las tablas de Carl Mahoney.</i>
Altura de piso a techo	Máxima posible de 2.70 metros.	x

Tabla 20. Listado de especificaciones del CEV en comparación con los requerimientos del análisis bioclimático realizado.

CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDA		ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO
ESPECIFICACIONES PARA EL CONTROL SOLAR		
Remetimientos y saliente en fachadas	Evitarlos.	x
Patios interiores	No se requiere.	x
Aleros	En todas las fachadas para proteger del sol y la lluvia. Fachada sur para protección solar en primavera y verano. Fachada norte control solar de 9 a 15 hrs. Dejando pasar vientos. Al sur-oeste, oeste, nor-oeste completar con árboles de hoja perenne.	Se pretende proteger del sol y la lluvia por medio de aleros en todas las aberturas. Fachada norte para protección en verano. Control de fachada norte después del mediodía dejando pasar vientos. Proteger con vegetación u otros elementos al sur-oeste, oeste, nor-oeste ya que es la orientación con mayor protección solar. <i>De acuerdo a la carta bioclimática de Olgyay y Gráfica solar.</i>
Pórticos, balcones, vestíbulos	Se recomienda en accesos. Pórticos en fachadas donde da el viento.	x
Tragaluces	Orientados al norte con protección solar en verano. Evitar los horizontales.	Orientados al sur para la temporada de invierno y evitarlos al norte en el verano. <i>De acuerdo a las tablas de Carl Mahoney y Gráfica solar.</i>
Parteluces	Cuidando de no obstruir vientos.	Utilizar parteluces desde marzo a octubre después del mediodía, con orientación sur-oeste, oeste y nor-oeste. <i>De acuerdo al diagrama psicométrico de Szokolay.</i>
Vegetación	Árboles de hoja caduca para sombrear en verano y asolear en invierno, de hora perenne al sur-oeste, oeste y nor-oeste. Arbustos para protección solar. Se recomienda no bloquear el viento.	Se requiere utilizar vegetación para promover el enfriamiento evaporativo, en marzo y abril por ser los meses con mayor radiación solar. Se recomienda ubicarlos al sur-oeste, oeste y nor-oeste. <i>De acuerdo al diagrama psicométrico de Szokolay.</i>
ESPECIFICACIONES PARA VENTILACIÓN		
Unilateral	A cualquier orientación.	La disposición de las ventanas se recomienda en muros norte y sur, a la altura de los ocupantes. <i>De acuerdo a las tablas de Carl Mahoney.</i>
Parteluces	Con ventanas a los vientos dominantes, operables a ambos lados.	Aprovechamiento de los vientos dominantes por el nor-oeste con protección solar. <i>De acuerdo a las tablas de Carl Mahoney.</i>
Otras		La ventilación de las ventanas debe ser constante. Promover ventilación inducida en primavera y verano. <i>De acuerdo a las tablas de Carl Mahoney.</i>

CÓDIGO DE EDIFICACIÓN DE VIVIENDA		ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO
ESPECIFICACIONES PARA LAS VENTANAS		
Ubicación en fachadas según dimensión	Máxima de donde viene el viento. Operables. De la mayor dimensión posible.	Aberturas medianas, entre 30 y 50% de la proporción del muro. <i>De acuerdo a las tablas de Carl Mahoney.</i>
Ubicación según nivel de piso interior	En la parte media baja del muro. Que el aire pase a nivel de los ocupantes.	Las ventanas deben tener una altura al nivel de los ocupantes. <i>De acuerdo a las tablas de Carl Mahoney.</i>
Formas de abrir	Abatibles, corredizas, de proyección, persianas.	Podrán ser abatibles, corredizas, de proyección.
Protección	Mosquiteros.	Ventanas con protección de lluvia. <i>De acuerdo a las tablas de Carl Mahoney.</i>
ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y ACABADOS		
Techumbre	Masivos con aislamiento térmico en la cara exterior.	Ligeros con aislamiento exterior. <i>De acuerdo a las tablas de Carl Mahoney.</i>
Muros exteriores	Masivos.	Deberán de ser masivos arriba de 8 hrs de retardo térmico. <i>De acuerdo a las tablas de Carl Mahoney.</i>
Muros interiores y entepiso	Masivos.	Deberán de ser masivos arriba de 8 hrs de retardo térmico. <i>De acuerdo a las tablas de Carl Mahoney.</i>
Pisos exteriores	Antiderrapante con buena pendiente. Cerámicos, pétreos.	x
Color y textura de acabados exteriores	No hay requerimientos especiales.	x

Mediante el análisis bioclimático se identificaron aspectos climáticos positivos y negativos, esto en relación con su influencia sobre el confort humano. Como resultado es posible establecer las estrategias de diseño más adecuadas, incluyendo la configuración arquitectónica, los materiales y sistemas constructivos, la orientación y los requerimientos de protección solar. La comparación entre el análisis bioclimático realizado y el CEV de acuerdo a las especificaciones de diseño para la ciudad de Tepic, Nayarit, resultó ser muy similar, aspecto relevante para el seguimiento de las regulaciones y reglamentos que se tienen que seguir a la hora de llevar a cabo el proceso de diseño y edificación de una vivienda.

4.1.4 ANÁLISIS DEL USUARIO

La Localidad rural Benito Juárez, al año 2010, tiene un total de población de **399 habitantes**. De los cuáles:



- **Descripción de los usuarios**

Es importante recordar que la Secretaría de Desarrollo Social, (2010) ha catalogado a la localidad rural Benito Juárez como una “zona marginada nivel alto”. Hablar de marginación es hablar de aquellos grupos que han quedado al margen de los beneficios del desarrollo nacional y de los beneficios de la riqueza generada, pero no necesariamente al margen de la generación de esa riqueza, ni mucho menos de las condiciones que la hacen posible. Es importante destacar que la población no cuenta con un recurso propio para mejorar o adecuar la vivienda, lo cual es un reto para este proyecto encontrar una solución al problema con el que se presentan diariamente.

Su agricultura es básicamente de temporal y está dedicada casi exclusivamente al autoconsumo. Su ganadería es extensiva y de consumo local, y su desarrollo industrial y urbano es casi nulo. Se observa una considerable y continua expulsión de fuerza de trabajo con los consiguientes problemas de desintegración familiar y comunitaria. En su mayoría, es la población joven la que migra principalmente a los Estados Unidos de América. No suelen utilizar la energía eléctrica, a pesar de contar con ella, la mayor parte del día la pasan en el exterior de sus viviendas. Argumentan que en el interior, hace demasiado calor, llegando a ser insoportable, y les gusta más disfrutar el aire natural que el artificial.

Las viviendas particulares habitadas en la Localidad rural Benito Juárez, al 2010, son:



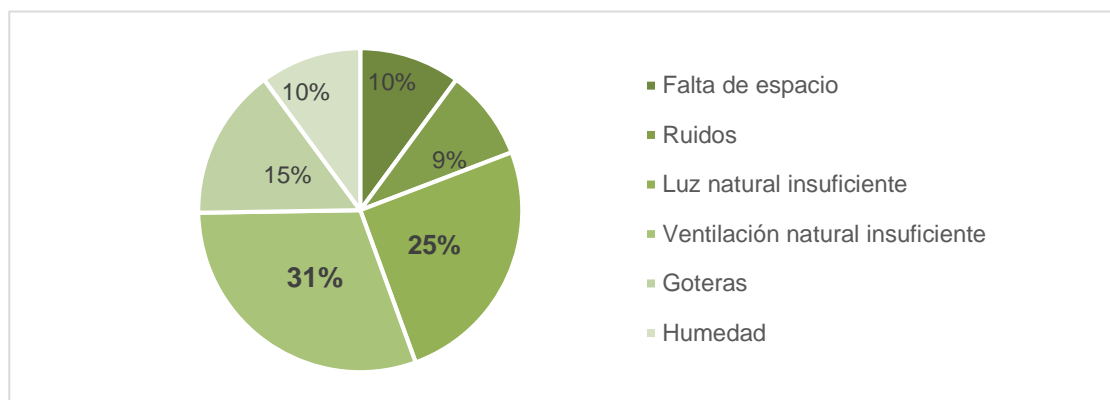
- **Viviendas en el municipio de Tepic**

En el municipio de Tepic, al 2010, existe un total de 172 localidades rurales de las cuáles, 10 de ellas son catalogadas por Sedesol con un grado de marginación muy alto y 37 con un grado de marginación alto. Las viviendas rurales que pertenecen a estas localidades y que son similares a la seleccionada para este proyecto son un poco más de **2,580** con un total de 10,169 personas que

habitan en ellas, esto, solo en el municipio de Tepic. Es importante mencionar que el Estado cuenta con 20 municipios en total y cada uno tiene localidades rurales con grado de marginación muy alto y alto, también catalogadas por Sedesol.

▪ Necesidades y Requerimiento de los Usuarios

De acuerdo a las encuestas realizadas a la población de la localidad rural Benito Juárez, el principal problema o inconveniente de los usuarios en sus viviendas fue la ventilación natural insuficiente y la iluminación natural insuficiente, argumentando temperaturas muy calientes y discomfort. El 31% de los encuestados está insatisfecho con la ventilación natural de su vivienda y el 25% con la iluminación natural en la misma. Le siguen las goteras con un 15%, la falta de espacio y humedad con el 10% y los ruidos con el 9%.



Gráfica 17. Problemas o inconvenientes en la vivienda. Resultados de Encuesta de Vivienda 2015 en Benito Juárez. Fuente: Elaboración propia.

De las entrevistas realizadas lo que más les llamó la atención fue el ahorro económico. Mejorar detalles de su vivienda, como las ventanas para combatir el calor, tener más ventilación natural, porque argumentaron no tener lo necesario. Practican la autoconstrucción por necesidad, ya que son personas de escasos recursos con un ingreso económico bajo, están conformes con los espacios interiores de su vivienda y al exterior de sus viviendas (patios) no le modificarían nada.

4.1.5 ANÁLISIS DEL EDIFICIO: vivienda rural.

La investigación fue realizada en Benito Juárez, localidad rural próxima a la capital Tepic en Nayarit. Benito Juárez, está ubicada en la zona norte del municipio de Tepic, a 980 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual mayor a 20°C y la precipitación pluvial anual mayor a 1000 mm. Es necesario considerar que se han alcanzado temperaturas máximas extremas hasta de 39.5°C en octubre y mínimas extremas hasta de -0.4°C en febrero. Se destaca un clima Semicálido subhúmedo, con régimen de lluvias en verano, en los meses de junio a octubre, de tal forma que la época húmeda del año está comprendida por los mismos meses. En el resto del año, existe déficit de precipitación y por lo tanto se clasifica como época seca. Los meses que presentan mayor porcentaje de humedad son de junio a octubre coincidiendo con los meses de mayor precipitación anual, presentándose la máxima en agosto con 81%, es decir, un 11% arriba del límite máximo de confort.

4.1.5.1 UBICACIÓN DE LA VIVIENDA



Mapa 16. Localización de la vivienda seleccionada en la localidad rural Benito Juárez. Fuente: Elaboración propia utilizando datos Google Earth.

Para el estudio se seleccionó una vivienda pequeña, de menos de 100 m², aislada, en situaciones similares de orientación, topografía y entorno, respecto a las demás viviendas. De acuerdo a las encuestas realizadas, las viviendas de la localidad rural Benito Juárez, sobresalen por un sistema constructivo similar y generalizado, presentando las siguientes características:

- La fachada principal está orientada con dirección al este.
- Casa aislada, sin colindancia.
- Las principales aberturas se localizan al este, oeste y al norte, a través de vidrio fijo y ventanas abatibles.
- Sistema constructivo principalmente de block de jal y hormigón.
- Ventilación insuficiente.
- Iluminación escasa.
- La vivienda está habitada.

4.1.5.2 DISTRIBUCIÓN DE LA VIVIENDA

La vivienda está compuesta por una sola planta, los espacios que componen esta vivienda son: sala-comedor, cocina, recámara 1, recámara 2 y el baño. La vivienda se encuentra en el centro del terreno, el cual contiene diversos tipos de árboles y vegetación.

1. **Sala-comedor.** Este espacio de la vivienda es utilizado para comer y estar, aquí se encuentra el acceso principal para el ingreso de la vivienda y no cuenta con ninguna ventana, lo que crea serios problemas de ventilación.
2. **Cocina.** Es el área más caliente de la vivienda, no cuenta con ninguna ventana solo con un acceso lateral al patio, a pesar de esto, también se tienen problemas serios de ventilación. Carece de serios problemas de iluminación natural.
3. **Recámara 1.** Este espacio cuenta con dos ventanas y un acceso para el ingreso a la habitación, también es un espacio caliente, sobre todo por las tardes.
4. **Recámara 2.** Este espacio solo tiene una ventana de baja dimensión y mal orientada, lo que hace que la habitación sea caliente todo el día. Además, carece de iluminación natural.
5. **Baño.** Es de dimensiones mínimas. Tiene una pequeña ventana para la ventilación que da hacia el patio trasero de la vivienda.

4.1.5.3 PLANOS DE LA VIVIENDA

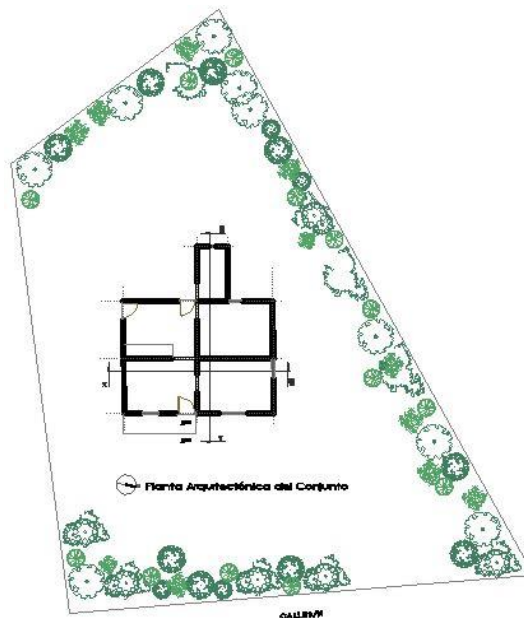


Figura 6. Planta Arquitectónica del Conjunto. Fuente: Elaboración propia.

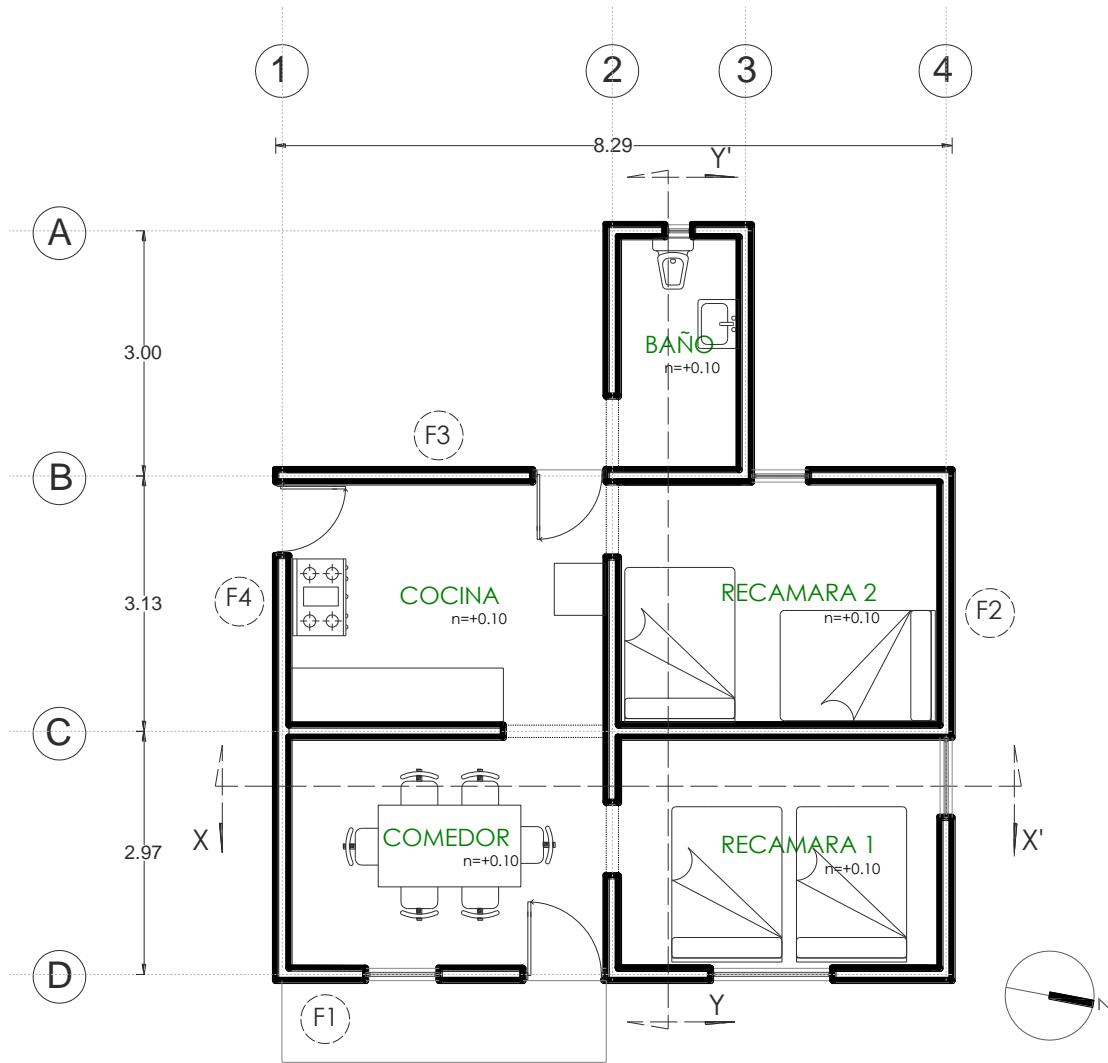


Figura 7. Planta Arquitectónica - Vivienda Tipo. Fuente: Elaboración propia.

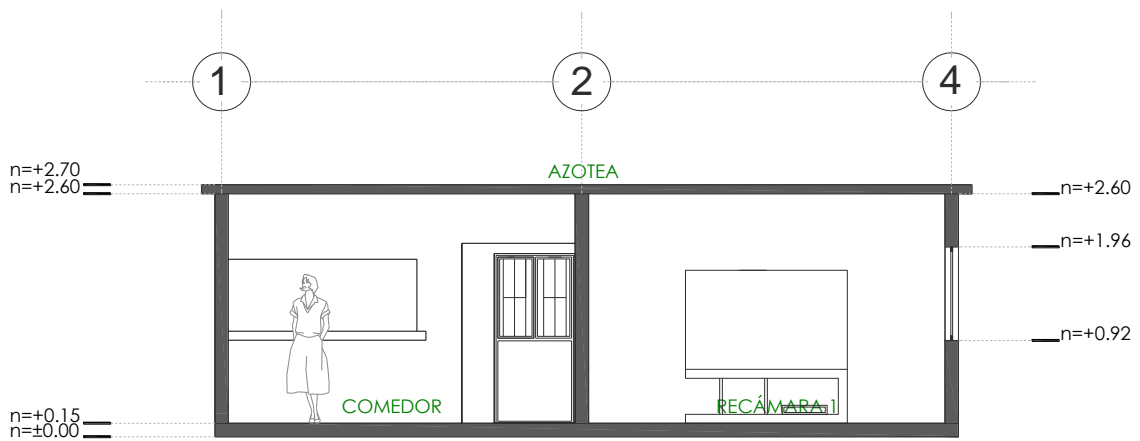


Figura 8. Corte Transversal X – X'. Fuente: Elaboración propia.

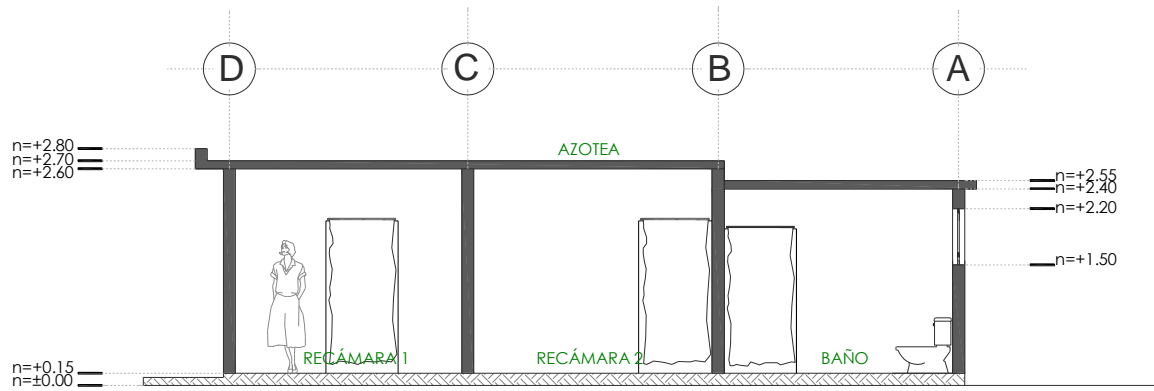


Figura 9. Corte Longitudinal Y – Y'. Fuente: Elaboración propia.



Figura 10. Fachada Este – F1. Fuente: Elaboración propia.

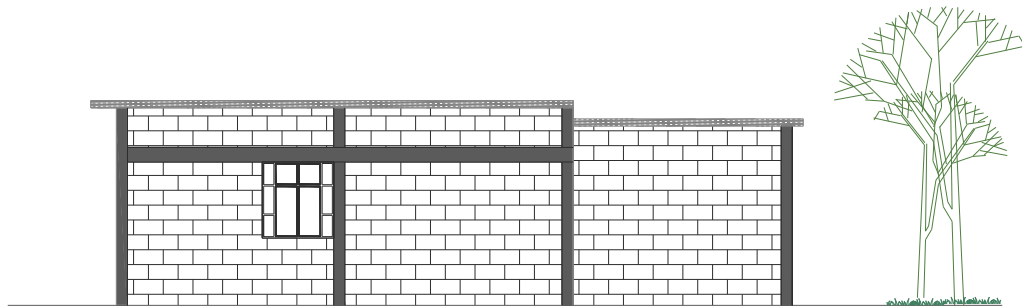


Figura 11. Fachada Lateral Norte – F2. Fuente: Elaboración propia.



Figura 12. Fachada Oeste – F3. Fuente: Elaboración propia.



Figura 13. Fachada Sur – F4. Fuente: Elaboración propia.

▪ **IMÁGENES DE LA VIVIENDA**



Imagen 14. Fachada con orientación al Norte.



Imagen 15. Fachada con orientación al Oeste.



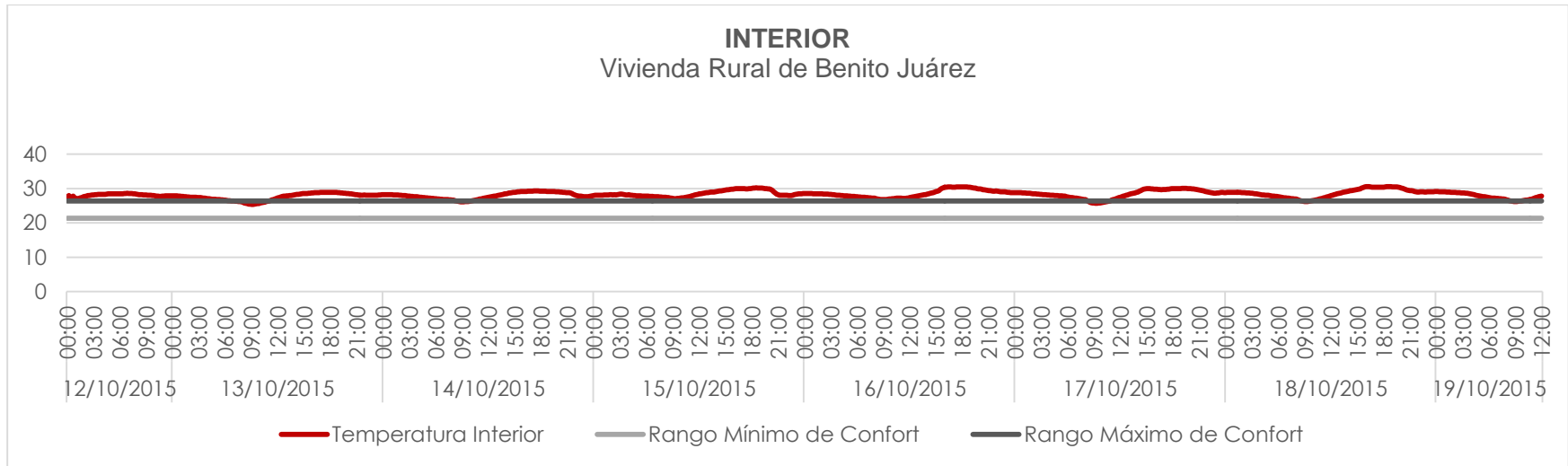
4.1.5.4 MONITOREO DE LA VIVIENDA

Las mediciones al interior de la vivienda rural en la localidad Benito Juárez se realizaron con los HOBO's, identificados como dataloggers marca Extech modelo RHT10; el hobo es un instrumento electrónico confiable capaz de medir temperatura del aire y humedad relativa. La toma de datos (monitoreo) de la vivienda se realizó durante el mes de Octubre del presente año, por espacio de una semana, los días del 12 al 19; con intervalos de monitoreo cada 10 minutos, las 24 horas.

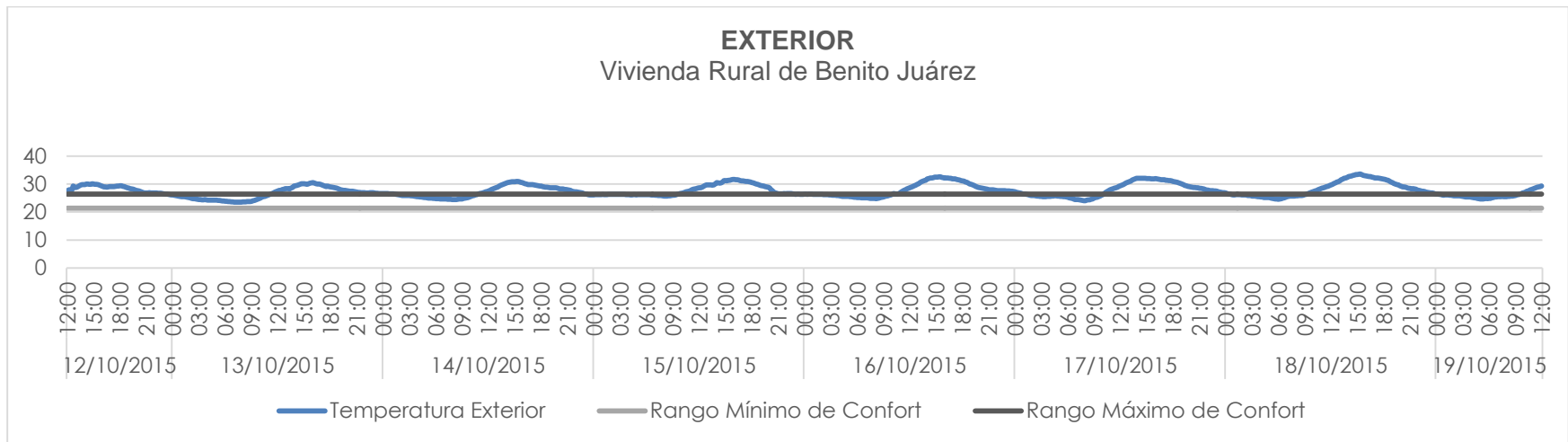
Las mediciones con los dataloggers se realizaron con intervalos de diez minutos, por lo que el instrumento fue colocado en un lugar alejado del usuario de la vivienda, sin tener ningún contacto con él. Para el monitoreo, se ubicaron los dataloggers, únicamente en dos espacios bien definidos dentro y fuera de la vivienda, en el interior, en un área social como lo es la sala y una área íntima como lo es la recámara principal, ya que las mediciones de temperatura de aire de ambos espacios, varía de acuerdo a los diversos factores y actividades que influyen en el día y la noche. Para el exterior, se colocó el datalogger, sin importar el punto cardinal hacia donde estuviera orientado, siempre y cuando estuviera protegido para no dejarlo en contacto directo con las precipitaciones pluviales y evitar alterar el monitoreo. El comportamiento higrotérmico de la vivienda rural de la localidad Benito Juárez, se representa a manera de gráficos y su interpretación adjunta, para mejor comprensión y entendimiento.



Figura 14. Localización de dataloggers en vivienda analizada. Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 18. Resultados del monitoreo interior de la vivienda rural de Benito Juárez. Fuente: Elaboración Propia.



Gráfica 19. Resultados del monitoreo exterior de la vivienda rural de Benito Juárez. Fuente: Elaboración Propia.

Se presenta la evolución de temperatura en la vivienda a lo largo de las horas del día. Para lo cual se ha calculado la media de todas las mediciones tomadas cada diez minutos, durante todos los días que duró la medición en la vivienda.

El rango de confort de acuerdo a los resultados del análisis bioclimático realizado en el BAT, es de 21.4 a 26.4. Según la gráfica 18, las temperaturas máximas en el interior de la vivienda, se presentaron por la tarde, a partir de las 15:00 horas prolongándose hasta las 17:00 horas, con una temperatura mayor a los 30°C. Mientras que en el exterior (gráfica 19), las temperaturas máximas alcanzaron un poco más de los 33°C, con un horario de las 14:00 horas hasta las 17:00 horas en el día. Las temperaturas mínimas en el interior de la vivienda, se presentaron en las mañanas, con un horario de 8:00 hasta las 10:00 de la mañana, con una temperatura no menor a los 25°C. En el exterior, las temperaturas mínimas no rebasaron los 23°C, presentándose a partir de las 6:00 hasta las 9:00 de la mañana.

La diferencia entre el interior y el exterior de la vivienda, de acuerdo a los resultados, no es variable, pudiendo constatar que la vivienda presenta un alto grado de calentamiento en el interior casi las 24 horas del día, determinados en su mayoría por el sistema constructivo que tiene actualmente la vivienda de la localidad, estableciendo el grado de adaptabilidad higrotérmica en su interior.

4.1.5.5 COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE LA ENVOLVENTE

Cálculo de la Eficiencia Energética de la envolvente con la metodología de la Norma Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011.

La Norma Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011 para la eficiencia energética en edificaciones es una herramienta para la evaluación del desempeño de la envolvente desde una vivienda hasta un desarrollo habitacional. La NOM-020-ENER-2011 permite evaluar la ganancia de calor de una vivienda que entra a través de su envolvente en cualquier orientación en la que se encuentre la fachada y optimiza el diseño desde el punto de vista del comportamiento térmico de la envolvente, obteniéndose como beneficios, el ahorro de energía por la disminución de la capacidad de los equipos de enfriamiento y un mejor confort de los ocupantes.

La NOM-020-ENER-2011 aplica a todos los edificios para uso habitacional nuevos y las ampliaciones de los edificios para uso habitacional existentes. El principal objetivo de la NOM-020-ENER-2011 en este caso, es limitar las ganancias de calor de la vivienda ya existente a través de su envolvente y con esto, lograr el confort de los habitantes con un consumo menor de energía. De acuerdo a la metodología de la norma antes mencionada se realizaron los cálculos para la obtención de las ganancias de calor por conducción y por radiación de la envolvente tomando de referencia la Guía rápida para el cálculo de la NOM-020-ENER-2011. Se presenta a continuación el ejercicio realizado.

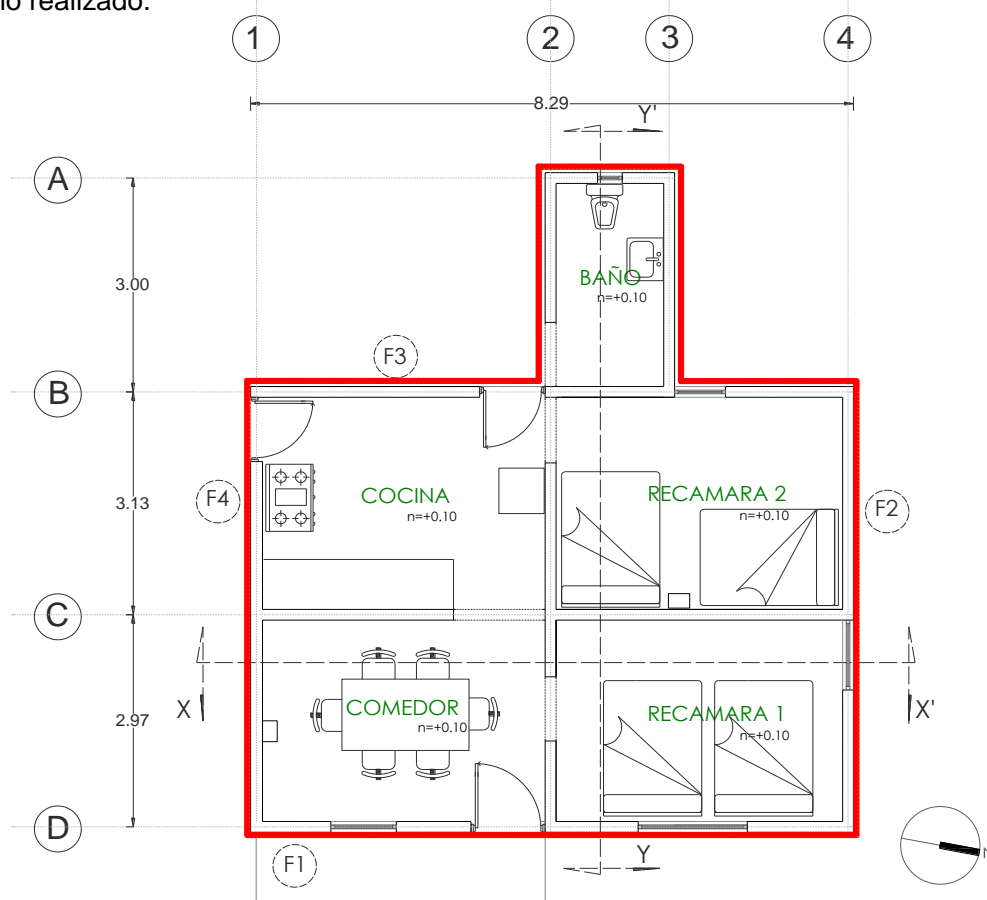


Figura 15. Planta arquitectónica de la vivienda analizada. Fuente: Elaboración propia.

▪ **Datos generales del ejercicio**

La vivienda a analizar se ubica en la localidad rural Benito Juárez en el municipio de Tepic, Nayarit. Es de un nivel y no comparte muros ni losas con otras viviendas colindantes. Se trata de una vivienda que cuenta con sala-comedor, cocina, dos recámaras y un baño, en su sistema constructivo no tiene aislamiento, el techo es de losa plana de concreto. Los muros son de block de jal de 10x14x28 cm sin aplanado en ambas caras de los muros. No cuenta con protecciones solares en las ventanas.

▪ **Porciones que componen la envolvente de las Fachadas**

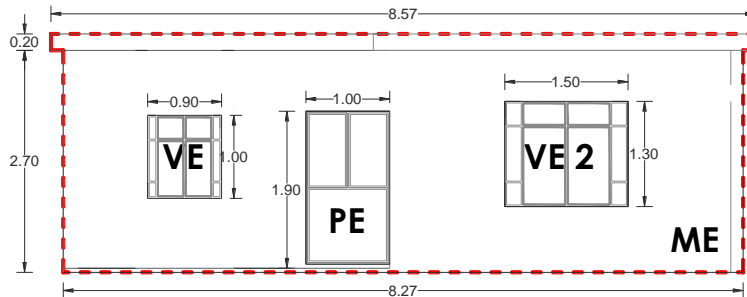


Figura 16. Fachada Este – F1. Fuente: Elaboración propia.

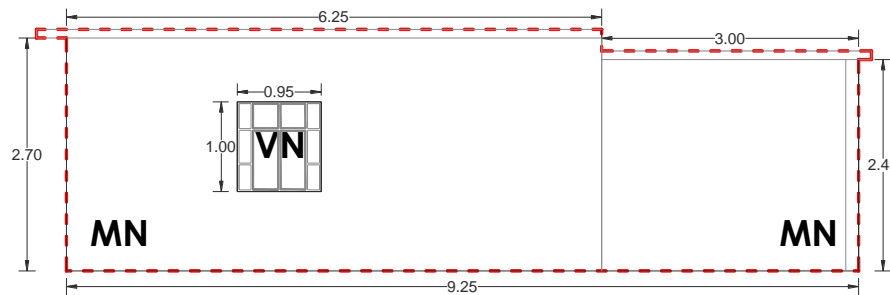


Figura 17. Fachada Norte – F2. Fuente: Elaboración propia.

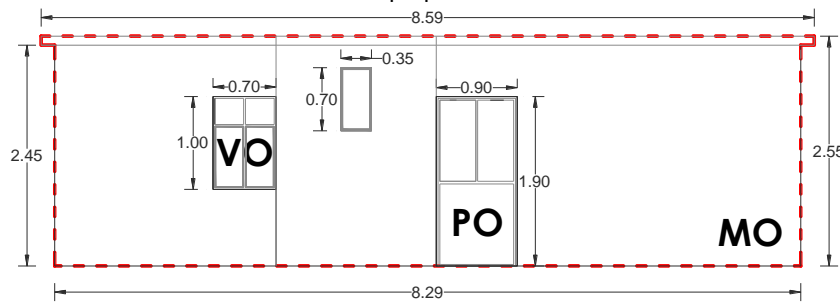


Figura 18. Fachada Oeste – F3. Fuente: Elaboración propia.

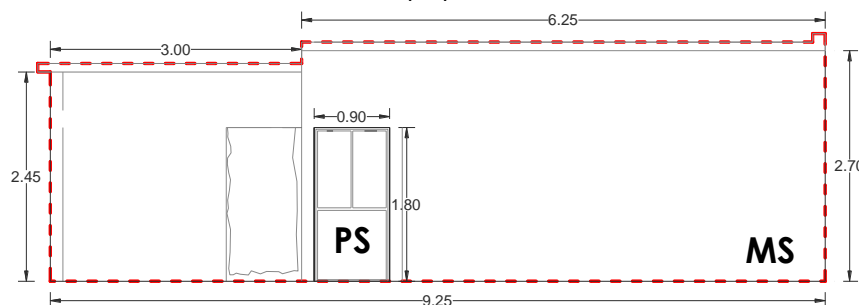


Figura 19. Fachada Sur – F4. Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de la envolvente de la vivienda en el **Estado Actual** de acuerdo a la NOM-020-ENER-2011

FORMATO PARA INFORMAR DEL CÁLCULO

1.- Datos generales

1.1.- Propietario

Nombre	María Leticia Estrada Sánchez	
Dirección	Calle Sin Nombre	
Colonia	Localidad Benito Juárez	
Ciudad	Tepic	
Estado	Nayarit	
Codigo Postal	63195	
Teléfono	S/N	

1.2.- Ubicación de la Obra

Nombre	María Leticia Estrada Sánchez	
Dirección	Calle Sin Nombre	
Colonia	Ejido Benito Juárez	
Ciudad	Tepic	
Estado	Nayarit	
Codigo Postal	63515	
Teléfono	S/N	

1.3 Unidad de Verificación

Nombre	Blanca Verania Lizárraga Estrada		
Dirección	Tacubaya 215		
Colonia	Chapultepec		
Ciudad	Tepic		
Estado	Nayarit		
Codigo Postal	63030	Nº de registro	
Teléfono	3111483090	Fax	
Email	verliz17@hotmail.com		

2.- Valores para el cálculo de la Ganancia de Calor a través de la Envolvente (*)

2.1 Ciudad Tepic, Nayarit

Latitud 21° 30.00 N"

2.2 Temperatura equivalente promedio "te" (°C)

a).- Tech 39°

b).- Superficie inferi 27°

c).- Muros

d).- Partes transparentes

	Masivo	Ligero	Según NOM no existe	Tragaluz y domo <u>23°</u>
Norte	<u>26</u>	<u>31°</u>		Norte <u>24°</u>
Este	<u>29</u>	<u>35°</u>		Este <u>25°</u>
Sur	<u>27</u>	<u>34°</u>		Sur <u>25°</u>
Oeste	<u>27</u>	<u>34°</u>		Oeste <u>25°</u>

2.3 Coeficiente de transferencia de calor "K" del edificio de referencia (W/m²K)

Techo 0.714

Muro 0.714

Tragaluz y domo 5,952

Ventana 5,319

2.4 Factor de ganancia de calor solar "FG" (W/m²)

Tragaluz y domo 274 w/m²

Norte 91 w/m²

Este 137 w/m²

Sur 118 w/m²

Oeste 146 w/m²

2.5 Barrera de vapor

Si x No _____

2.6 Factor de corrección de sombreado exterior (SE)

Número (**)	1	2	3	4	5	6	7
Tipo de sombreado (***)	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
L/W, L/H, O P/E	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
W/H O W/E	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Norte	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Este/oeste	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Sur	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

* Los valores se obtienen de la Tabla 1 para los incisos 2.2 a 2.5, y la tablas 2,3, 4 y 5 para el inicio 2.6

** Si las ventanas tienen algún tipo de sombreado se deberá usar una columna para cada tipo.

*** Indicar el tipo de sombreado: 1 volado simple, 2 volado extendido, 3 ventana remetida y 4 partesoles

3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las porciones del envolvente

3.1 Descripción de la porción: Muro de block de jal **Número (*):** 1

Componente de la envolvente:

Techo: _____ **Pared:** X

Material (**)	Espesor (m) 1	Conductividad térmica (w/mK) h o l (***)	M Aislamiento térmico (m ² K/W) [1/(h o l)]
Convección exterior (****)	1	13	0.07692308
Block de jal	0.14	0.19	0.73684211
Mortero cal al interior	0.01	0.698	0.01432665
Convección interior (****)	1	8.10	0.12345679

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior [Fórmula M= Σ M]

M 0.95154862 m² K/W

Coeficiente global de transferencia e calor de la porción (k) [Fórmula K= 1/M]

K 1.05091845 W/m²K

* Dar un número consecutivo (1,2, ...N) el cual será indicado en el inciso 4.3

** Anotar los materiales que forman la porción, por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con repellado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

*** Para los materiales se utilizan los valores I del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes

**** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de 1 , calculados de acuerdo al apéndice "B"

3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las porciones del envolvente

3.1 Descripción de la porción:	Puerta exterior		Número (*) :	2
Componente de la envolvente:		Techo:	Pared:	X
Material (**)	Espesor (m) 1	Conductividad térmica (w/mK) h o l (***)	M Aislamiento térmico (m² K/W) [1/(h o l)]	
Convección exterior (****)	1	13	0.07692308	
Madera Blanda	0.036	0.13	0.27692308	
Convección interior (****)	1	8.10	0.12345679	

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior [Fórmula $M = \sum M$]

M 0.47730294 m² K/W

Coeficiente global de transferencia e calor de la porción (k) [Fórmula $K = 1/M$]

K 2.09510545 W/m²K

* Dar un número consecutivo (1,2, ...N) el cual será indicado en el inciso 4.3

** Anotar los materiales que forman la porción, por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con repellado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

*** Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes

**** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de h , calculados de acuerdo al apéndice "B"

3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las porciones del envolvente

3.1 Descripción de la porción:	Ventana	Número (*) :	3
Componente de la envolvente:	Techo:	Pared:	X
Material (**)	Espesor (m) 1	Conductividad térmica (w/mK) h o l (***)	M Aislamiento térmico (m² K/W) [1/(h o l)]
Convección exterior (****)	1	13	0.07692308
Vidrio claro 3mm	0.03	0.93	0.03225806
Convección interior (****)	1	8.10	0.12345679

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior [Fórmula $M = \sum M$]

M 0.23263793 m² K/W

Coeficiente global de transferencia e calor de la porción (k) [Fórmula $K = 1/M$]

K 4.29852515 W/m²K

* Dar un número consecutivo (1,2, ...N) el cual será indicado en el inciso 4.3

** Anotar los materiales que forman la porción, por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con repellado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

*** Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes

**** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de h , calculados de acuerdo al apéndice "B"

3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las porciones del envolvente

3.1 Descripción de la porción: Losa plana de concreto **Número (*):** 4

Componente de la envolvente:

Material (**)	Espesor (m)	Techo: <u>X</u>		M Aislamiento térmico (m ² K/W) [1/(h o I)]
		Conductividad térmica (w/mK) h o λ (***)		
Convección exterior (****)	1	13		0.07692308
Losa de concreto armado	0.15	1.74		0.0862069
Mortero cal al exterior	0.017	0.872		0.01949541
Convección interior (****)	1	8.10		0.12345679

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior [Fórmula M= Σ M]

M 0.30608218 m² K/W

Coeficiente global de transferencia e calor de la porción (k) [Fórmula K= 1/M]

K 3.26709648 W/m²K

* Dar un número consecutivo (1,2, ...N) el cual será indicado en el inciso 4.3

** Anotar los materiales que forman la porción, por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con repellado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

*** Para los materiales se utilizan los valores I del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes

**** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de 1 , calculados de acuerdo al apéndice "B"

4.- Cálculo compartido de la Ganancia de Calor - Edificio de Referencia

4.1 Datos generales

Temperatura interior (t 24°C)

4.2 Edificio de Referencia

4.2.1.- Ganancia por conducción (partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coefficiente Global de transferencia de Calor (W/m2K) [K]	Área del edificio proyectado (m2) [A]	Fracción de la componente [F]	Temperatura Equivalente (°C)[te]	Temperatura Interior (°C)[t]	Ganancia por Conducción Φpc(****) [KxAxFx(te-t)]
					Subtotal[1]	
					Subtotal[2]	
					Subtotal[3]	
Muro Norte	0.7140	24.23	0.9	26	24	31
Ventana Norte	5.3190		0.1	24	24	0
Muro Este	0.7140	22.33	0.9	29	24	72
Ventana Este	5.3190		0.1	25	24	12
Muro Sur	0.7140	24.23	1	27	24	52
Muro Oeste	0.7140	20.31	0.9	27	24	39
Ventana Oeste	5.3190		0.1	25	24	11
Techo	0.7140	56.57	1	39	24	606
Tragaluz y domo	5.9520		0	23	24	0
Subtotal(****) []						822.49
Total(Suma todas las Φpc)						822.49

* Abreviar considerando tipo : 1 techo, 2 tragaluz, 3 domo, 4 muro y 5 ventana; y como orientación:1 techo, 2 norte, 3este, 4sur, 5 oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo "4.2" corresponde a un muro en la orientación norte.

**Numero consecutivo asignado en el inciso

***Valor obtenido en el inciso

****Si valores son negativos significan una bonificación, por lo que deben sumar algebraicamente

*****Cuando el numero de porciones de la envolvente sea mayor a las permitidas en una hoja, utilice el subtotal 1 para la primer hoja, y así sucesivamente

4.2.2.- Ganancia por radiación (partes transparentes)

$$\phi_{rsi} = \sum_{j=1}^m [A_{ri} \times CS_{ri} \times FG_j]$$

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coefficiente de Sombreado (CS)	Área del edificio proyectado (m2) [A]	Fracción de la componente [F]	Ganancia de calor (W/m2) [FG]	Ganancia por Radiación Φ rsi (*) [CS x A x F x FG]
Tragaluz y domo	1.0	56.57	0	274	0
Ventana norte	1.0	24.23	0.1	91	220.493
Ventana este	1.0	22.33	0.1	137	305.921
Ventana sur	1.0	24.23	0.1	118	285.914
Ventana oeste	1.0	20.31	0.1	146	296.526
Total					1,108.85

4.- Cálculo compartido de la Ganancia de Calor - Edificio Projectado

4.3 Edificio Projectado

4.3.1.- Ganancia por conducción (partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coeficiente Global de Transferencia de Calor (k)		Área (m2) [A]	Temperatura Equivalente (°C)[te]	Ganancia por Conducción Φpc(****) [KxAx(te-t)]
	Numero de la porción (**)	Valor de calculo(W/m2 K)(***)			
				Subtotal[1]	
				Subtotal[2]	
				Subtotal[3]	
M1.N Muro Norte	1	1.0509	23.21	26	49
V1.E Ventana Norte	3	4.2985	1.02	24	0
M1.S Muro Sur	1	1.0509	20.99	27	66
P1.S Puerta Sur	2	2.0951	1.62	34	34
P2.S Puerta Sur	2	2.0951	1.62	34	34
M1.E Muro Este	1	1.0509	17.58	29	92
V1.E Ventana Este	3	4.2985	0.9	25	4
V2.E Ventana Este	3	4.2985	1.9	25	8
P1.E Puerta Este	2	2.0951	1.9	35	44
M1.O Muro Oeste	1	1.0509	17.65	27	56
V1.O Ventana Oeste	3	4.2985	0.721	25	3
V2.O Ventana Oeste	3	4.2985	0.238	25	1
P1.E Puerta Oeste	2	2.0951	1.7	34	36
T1. Techo (losa plana)	4	3.267	56.57	39	2,772
				Subtotal(****) []	3,198.63
				Total(Suma todas las Φpc)	3,198.63

* Abreviar considerando tipo : 1 techo, 2 tragaluz, 3 domo, 4 muro y 5 ventana; y como orientación:1 techo, 2 norte, 3este, 4sur, 5 oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo "4.2" corresponde a un muro en la orientación norte.

**Numero consecutivo asignado en el inciso 3.1

***Valor obtenido en el inciso 3.1

****Si valores son negativos significan una bonificación, por lo que deben sumar algebraicamente

*****Cuando el numero de porciones de la envolvente sea mayor a las permitidas en una hoja, utilice el subtotal 1 para la primer hoja, y así sucesivamente

4.3.2.- Ganancia por radiación (partes transparentes)

$$\Phi_{rsi} = \sum_{j=1}^m [K_j \times A_{ij} \times (te-t)]$$

Tipo y orientación de la porción de la de la envolvente (*)	Material (**)	Coeficiente de sombreado [CS] (***)	Área del edificio proyectado (m2) [A]	Ganancia de calor (W/m2) [FG]	Fracción sombreado exterior [SE] (****)		Ganancia por Radiación Φ rsi (*) [CS x A x F x FC]
					Numero	Valor	
V1.E Ventana Norte	Vidrio claro 3mm	0.95	1.02	91		1	88.179
V2.E Ventana Este	Vidrio claro 3mm	0.95	0.9	137		1	117.135
V3.E Ventana Este	Vidrio claro 3mm	0.95	1.95	137		1	253.7925
V1.O Ventana Oeste	Vidrio claro 3mm	0.95	0.721	146		1	100.0027
V2.O Ventana Oeste	Vidrio claro 3mm	0.95	0.238	146		1	33.0106
						Total	592.12

5.-Resumen del Cálculo			
5.1.- Presupuesto energetico			
	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) <input type="text" value="822.49"/>	(Φ_{rs}) <input type="text" value="1,108.85"/>	(Φ_r) <input type="text" value="1,931.34"/>
Proyectado	(Φ_{pc}) <input type="text" value="3,198.63"/>	(Φ_{ps}) <input type="text" value="592.12"/>	(Φ_p) <input type="text" value="3,790.75"/>
5.2.- Cumplimiento			
	Si ($\Phi_r > \Phi_p$) <input type="text"/>	No ($\Phi_r < \Phi_p$) <input checked="" type="checkbox"/>	

Tabla 21. Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda actual. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2011.

Resultados:

El resumen de cálculo presentado anteriormente contiene la sumatoria de las ganancias de calor por radiación y conducción de la envolvente de la vivienda analizada, esto, para presentar la comparación del edificio de referencia con el proyectado. Se puede observar que el ejercicio calculado no cumple con los requerimientos de la NOM-020-ENER-2011, ya que la ganancia de calor del edificio proyectado es mayor que la ganancia del edificio de referencia.

De acuerdo a estos resultados, es evidente que el problema de la vivienda rural analizada es la ganancia por conducción del edificio proyectado. En las porciones de la envolvente analizada (muro, puerta ventana y losa), se puede observar que la mayor ganancia se da a través de la losa, siendo la que aporta mayor carga térmica a la vivienda. Por lo cual, se propondrán cuatro tipos de aislantes térmicos naturales y así obtener los resultados deseados.

Cálculo de la envolvente de la vivienda **con aislante térmico** de acuerdo a la NOM-020-ENER-2011

1. Edificio proyectado con **Aislante térmico natural: LANA**

5.-Resumen del Cálculo			
5.1.- Presupuesto energetico			
	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 822.49	(Φ_{rs}) 1,108.85	(Φ_r) 1,931.34
Proyectado	(Φ_{pc}) 1,101.78	(Φ_{ps}) 592.12	(Φ_p) 1,693.90
5.2.- Cumplimiento			
Si ($\Phi_r > \Phi_p$)	<input checked="" type="checkbox"/>	No ($\Phi_r < \Phi_p$)	<input type="checkbox"/>

Tabla 22. Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda con aislante térmico: lana. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2011.

Resultados:

El resumen de cálculo presentado anteriormente contiene la sumatoria de las ganancias de calor por radiación y conducción de la envolvente de la vivienda analizada, esto, para presentar la comparación del edificio de referencia con el proyectado. Se puede observar cómo al implementar un aislante térmico natural (en este caso la lana) en la losa homogénea de la vivienda analizada, se disminuyeron las ganancias de calor por conducción en el edificio proyectado y en este caso se logró cumplir con la NOM-020-ENER-2011, siendo menor la ganancia de calor que el edificio de referencia.

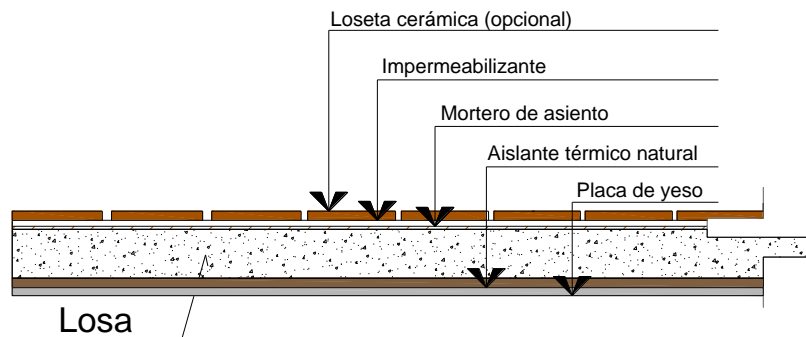


Figura 20. Detalle de instalación con aislante térmico lana en losa plana de concreto. Fuente: Guía rápida para el cálculo de la NOM-020-ENER-2011.

2. Edificio proyectado con **Aislante térmico natural: LINO**

5.-Resumen del Cálculo			
5.1.- Presupuesto energetico			
	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 822.49	(Φ_{rs}) 1,108.85	(Φ_r) 1,931.34
Proyectado	(Φ_{pc}) 1,037.97	(Φ_{ps}) 592.12	(Φ_p) 1,630.09
5.2.- Cumplimiento			
	Si ($\Phi_r > \Phi_p$) X	No ($\Phi_r < \Phi_p$) <input type="checkbox"/>	

Tabla 23. Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda con aislante térmico: lino. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2011.

Resultados:

El resumen de cálculo presentado anteriormente contiene la sumatoria de las ganancias de calor por radiación y conducción de la envolvente de la vivienda analizada, esto, para presentar la comparación del edificio de referencia con el proyectado. En este caso al igual que en el anterior, se pudo observar que al implementar el aislante térmico natural (lino) en la losa homogénea de la vivienda analizada, también se disminuyeron las ganancias de calor por conducción en el edificio proyectado y en este caso se logró cumplir con la NOM-020-ENER-2011, siendo menor la ganancia de calor que el edificio de referencia.

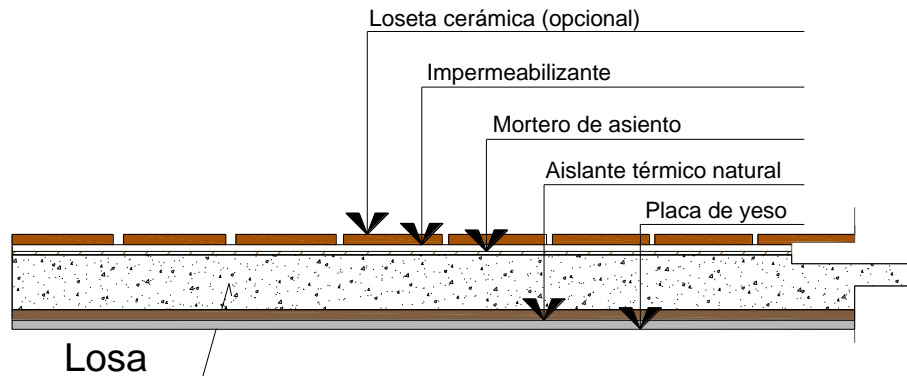


Figura 21. Detalle de instalación con aislante térmico lino en losa plana de concreto. Fuente: Guía rápida para el cálculo de la NOM-020-ENER-2011.

3. Edificio proyectado con **Aislante térmico natural: CORCHO**

5.-Resumen del Cálculo			
5.1.- Presupuesto energetico			
	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 822.49	(Φ_{rs}) 1,108.85	(Φ_r) 1,931.34
Proyectado	(Φ_{pc}) 1,257.75	(Φ_{ps}) 592.12	(Φ_p) 1,849.87
5.2.- Cumplimiento			
Si ($\Phi_r > \Phi_p$)	X	No ($\Phi_r < \Phi_p$)	

Tabla 24. Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda con aislante térmico: corcho. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2011.

Resultados:

El resumen de cálculo presentado anteriormente contiene la sumatoria de las ganancias de calor por radiación y conducción de la envolvente de la vivienda analizada, esto, para presentar la comparación del edificio de referencia con el proyectado. En este caso al igual que en los dos anteriores, se pudo observar que al implementar el aislante térmico natural (corcho) en la losa homogénea de la vivienda analizada, también se disminuyeron las ganancias de calor por conducción en el edificio proyectado y en este caso se logró cumplir con la NOM-020-ENER-2011, siendo menor la ganancia de calor que el edificio de referencia.

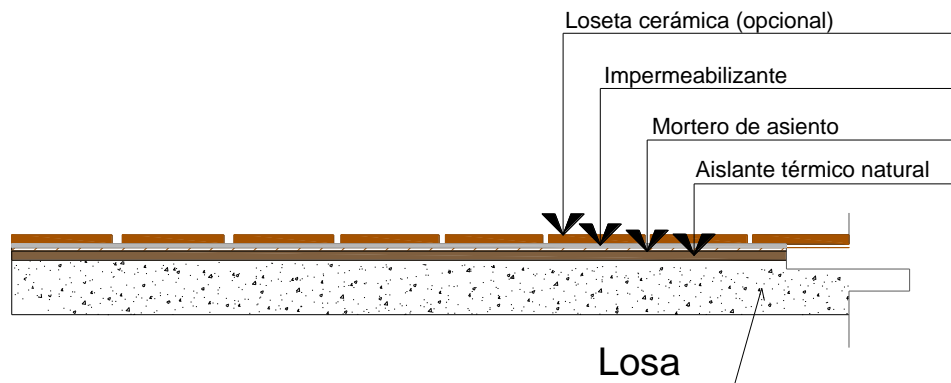


Figura 22. Detalle de instalación con aislante térmico corcho en losa plana de concreto. Fuente: Guía rápida para el cálculo de la NOM-020-ENER-2011.

4. Edificio proyectado con **Aislante térmico natural: CELULOSA**

5.-Resumen del Cálculo			
5.1.- Presupuesto energetico			
	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 822.49	(Φ_{rs}) 1,108.85	(Φ_r) 1,931.34
Proyectado	(Φ_{pc}) 949.47	(Φ_{ps}) 592.12	(Φ_p) 1,541.59
5.2.- Cumplimiento			
	Si ($\Phi_r > \Phi_p$) X	No ($\Phi_r < \Phi_p$) <input type="checkbox"/>	

Tabla 25. Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda con aislante térmico: celulosa. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2011.

Resultados:

El resumen de cálculo presentado anteriormente contiene la sumatoria de las ganancias de calor por radiación y conducción de la envolvente de la vivienda analizada, esto, para presentar la comparación del edificio de referencia con el proyectado. En este caso al igual que en los tres anteriores, se pudo observar que al implementar el aislante térmico natural (corcho) en la losa homogénea de la vivienda analizada, también se disminuyeron las ganancias de calor por conducción en el edificio proyectado y en este caso se logró cumplir con la NOM-020-ENER-2011, siendo menor la ganancia de calor que el edificio de referencia.

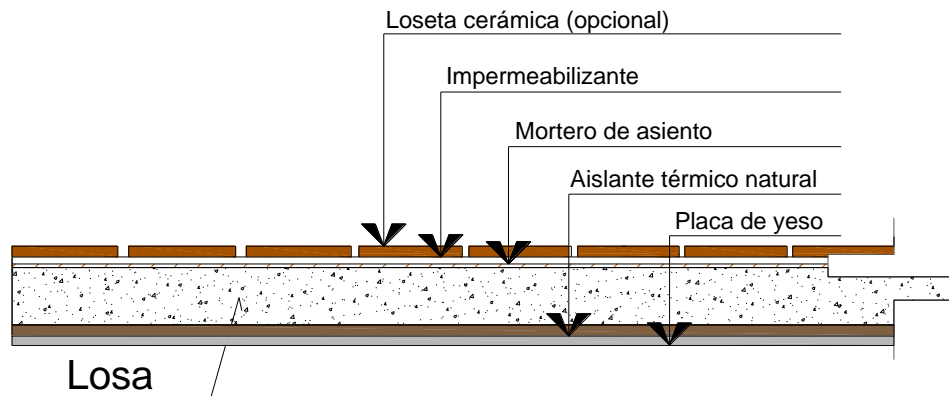


Figura 23. Detalle de instalación con aislante térmico celulosa en losa plana de concreto. Fuente: Guía rápida para el cálculo de la NOM-020-ENER-2011.

Para la evaluación de la eficiencia energética de la envolvente de la vivienda se seleccionó la Norma Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011 que permite calcular el porcentaje de eficiencia energética de la envolvente de un edificio proyectado (real) con respecto a un edificio de referencia (ideal). Se confirmó que el edificio proyectado (la vivienda actual) no cumple con una envolvente térmicamente eficiente, por lo cual se realizaron propuestas para corregir este problema. Se pudo observar que la integración de un material aislante natural a la losa disminuyó drásticamente la ganancia de calor por conducción en el edificio proyectado y logró cumplir con la NOM-020-ENER-2011.

Posteriormente, se hizo una comparación entre los cuatro aislantes térmicos naturales propuestos –lana, lino, corcho y celulosa- llegando a la conclusión de que la **celulosa** es la mejor propuesta para la aplicación de un aislamiento natural en la vivienda de la localidad al ser la de menor ganancia por conducción, la más económica en su rango, y la más sencilla en su aplicación.

A pesar de esto, en México, cualquier tipo de aislante térmico natural aún no es económicamente viable como en otros países, y para el usuario al que está dirigido este proyecto, esto es aún menos viable. El utilizar este tipo de materiales no es posible para la aplicación en las viviendas de la localidad rural Benito Juárez, ya que la población carece de recursos económicos.

- ✓ Se presenta a continuación dos tipos de técnicas que funcionan como aislamiento térmico natural y que es posible aplicar en las viviendas de las localidades rurales que carecen de recursos económicos.

5. Edificio proyectado con Aislante térmico natural: HOJA DE PALMA

Las hojas de palma son muy frecuentes en los climas tropicales dado la abundancia en estas regiones. Este sistema de techado también es similar al que se hace con paja, si se hace adecuadamente, puede llegar a durar de 10 a 15 años. La cubierta con hoja de palma tiene muy buena aislamiento térmico, y puede soportar fuertes vientos y lluvias.

5.-Resumen del Cálculo			
5.1.- Presupuesto energetico			
	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 822.49	(Φ_{rs}) 1,108.85	(Φ_r) 1,931.34
Proyectado	(Φ_{pc}) 943.87	(Φ_{ps}) 592.12	(Φ_p) 1,535.99
5.2.- Cumplimiento			
	Si ($\Phi_r > \Phi_p$) <input checked="" type="checkbox"/>	No ($\Phi_r < \Phi_p$) <input type="checkbox"/>	

Tabla 26. Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda con aislante térmico: hoja de palma. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2011.

Resultados:

Al igual que en las demás propuestas de aislantes térmicos, la hoja de palma con impermeabilizante natural logra cumplir con la NOM-020-ENER-2011. El resumen de cálculo contiene la sumatoria de las ganancias de calor por radiación y conducción de la envolvente de la vivienda analizada, esto, para presentar la comparación del edificio de referencia con el proyectado. Se puede observar que el aislante de hoja de palma disminuyó las ganancias de calor por conducción en el edificio proyectado respecto al edificio de referencia, pero lo más importante es que el costo de aplicación es mínimo, ya que los materiales se pueden encontrar en la misma localidad en la que se encuentran las viviendas.

Es importante recordar que los habitantes de la localidad rural Benito Juárez son auto constructoras, lo cual hace de esta técnica un factor aún más viable para la aplicación en los techos de las viviendas.

Aplicación:

La idea principal es impermeabilizar el techo antes de colocar la hoja de palma, esto, con una mezcla a base de cal, baba de nopal y alumbre. Estos tres materiales se pueden encontrar en la misma localidad.

Las hojas de palma en su proceso de aplicación, generalmente se agrupan y se amarran entre sí para darles mayor firmeza. En el caso de los techos (en el procedimiento tradicional) se colocan encima y se amarran de la estructura construida previamente para hacer la función de recubrimiento. Para el caso de las viviendas con losa llena de concreto de la localidad, se puede utilizar el procedimiento tradicional y crear una estructura de madera y sobreponerla en la losa, o también existe la posibilidad de sobreponer las hojas de palma ya agrupadas en el techo, sin la estructura de madera, esto, colocando sujetadores a los costados de la losa de concreto y posteriormente con hilo de cáñamo (o algún otro tipo de hilo resistente) sujetar las hojas de palma en los ganchos ya colocados y evitar que el viento se las lleve.

- ✓ Las hojas de palma y la madera pueden obtenerse en la localidad rural Benito Juárez.

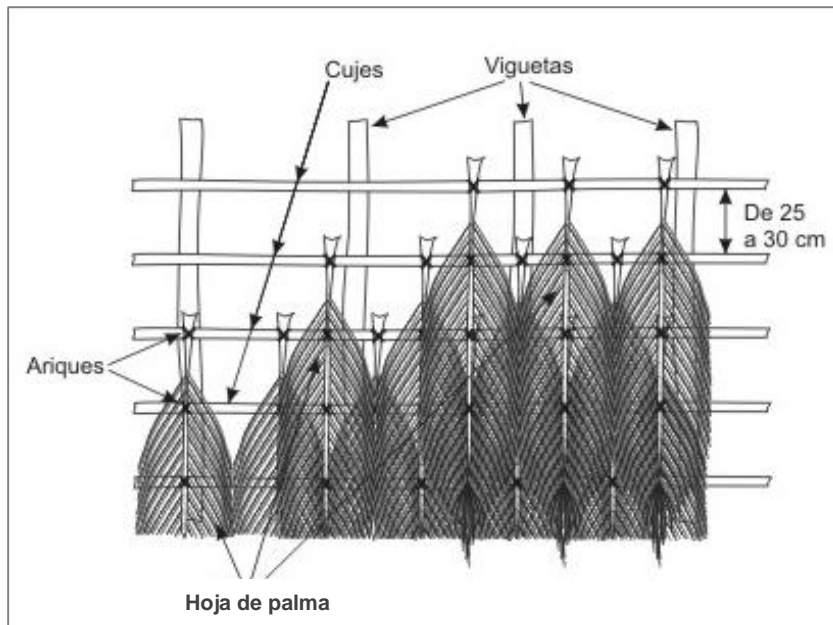


Imagen 16. Detalle constructivo de la técnica de hoja de palma en techo con estructura de madera. Fuente: ecohabitar.org

6. Edificio proyectado con Aislante térmico natural: PAJA CON CAL

Esta técnica reúne beneficios medioambientales, económicos y de bienestar que la convierten en una sería alternativa a la construcción convencional. Es un buen aislante, barato y utilizado en autoconstrucción.

5.-Resumen del Cálculo			
5.1.- Presupuesto energetico			
	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 822.49	(Φ_{rs}) 1,108.85	(Φ_r) 1,931.34
Proyectado	(Φ_{pc}) 856.47	(Φ_{ps}) 592.12	(Φ_p) 1,448.59
5.2.- Cumplimiento			
	Si ($\Phi_r > \Phi_p$)	No ($\Phi_r < \Phi_p$)	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Tabla 27. Resumen del cálculo de la envolvente de la vivienda con aislante térmico: paja con cal. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2011.

Resultados:

Al igual que en las demás propuestas de aislantes térmicos, la paja con cal con impermeabilizante natural logra cumplir con la NOM-020-ENER-2011. El resumen de cálculo contiene la sumatoria de las ganancias de calor por radiación y conducción de la envolvente de la vivienda analizada, esto, para presentar la comparación del edificio de referencia con el proyectado. Se puede observar que el aislante de paja con cal disminuyó las ganancias de calor por conducción en el edificio proyectado respecto al edificio de referencia, pero lo más importante es que el costo de aplicación es mínimo, ya que los materiales se pueden encontrar en la misma localidad en la que se encuentran las viviendas. El cálculo completo de los cinco tipos de aislantes se puede encontrar en el ANEXO 5.

Aplicación:

La idea principal es impermeabilizar el techo antes de colocar la hoja de palma, esto, con una mezcla a base de cal, baba de nopal y alumbre. Estos tres materiales se pueden encontrar en la misma localidad.

Hay varias técnicas de aplicación de la paja con cal como aislante térmico, pero la más común se basa en utilizar material reciclado como los “pallets de madera” y colocar el material al interior. Para esto, se mezcla en una pastera lechada de cal aérea o hidráulica espesa, con algo de arena fina y la paja, que previamente se habrá triturado, posteriormente, se deja secar y cuando estén lo suficientemente sólidas se colocan en el tejado. También se pueden realizar sencillas estructuras cuadradas o rectangulares de madera reutilizada, con el mismo procedimiento anterior. Las estructuras de madera funcionarían como un sistema que sirve para sobreponerse en la losa y que la paja se mantenga estable.

- ✓ La paja y la madera pueden obtenerse en la misma localidad rural Benito Juárez.



Imagen 17. Procedimiento constructivo de la técnica de paja con cal con estructura de madera. Fuente: arquitectutecnica.com

4.1.5.6 ANÁLISIS TÉRMICO ECOTECT ANALYSIS 2011

La sensación térmica experimentada por un ser humano está relacionada, principalmente, con el equilibrio térmico global del cuerpo. Tal equilibrio depende de la actividad física y de la vestimenta del sujeto así como de los parámetros ambientales: temperatura del aire, velocidad del aire y humedad del aire. Por lo tanto, el confort lo define el autor del diagrama psicométrico Givoni, B., (1981) como “la buena sensación física y mental de los usuarios de una vivienda”. El objetivo es buscar con estrategias pasivas o bioclimáticas una adecuación en el diseño de la vivienda actual y soluciones que satisfagan las necesidades psicológicas, sociales y funcionales, así como las físicas y fisiológicas, de los usuarios en el marco de unas circunstancias topográficas, climáticas y económicas dadas.

El comportamiento térmico de la vivienda rural de la localidad Benito Juárez, es presentando a continuación, de acuerdo a un análisis térmico realizado a través del programa *Ecotect analysis*, representado a manera de gráficos, divididos en cuatro zonas (sala-comedor, cocina, recámara 1 y recámara 2) y en dos fechas catalogadas –por el programa- como la más caliente y la más fría del año (de acuerdo al programa en verano e invierno) junto con la interpretación adjunta, para mejor comprensión y entendimiento.

- **VIVIENDA ACTUAL** en Ecotect Analysis 2011

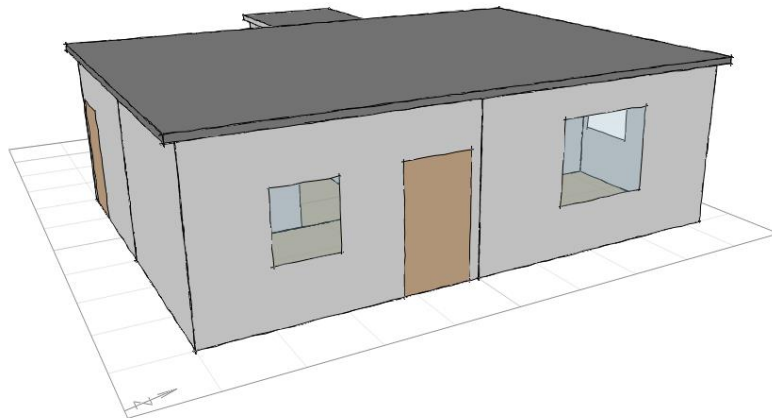


Figura 24. Vivienda Rural ACTUAL de Benito Juárez (térmico). Fuente: Elaboración propia utilizando el programa Ecotect Analysis 2011.

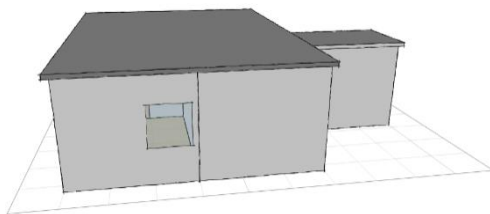


Figura 25. Fachada Norte de la Vivienda Actual de Benito Juárez. Obtenida del programa Ecotect Analysis 2011.

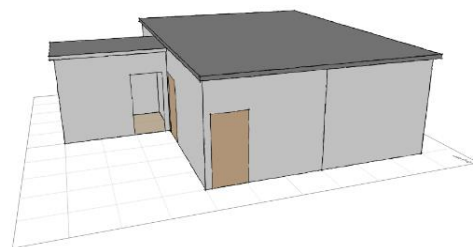
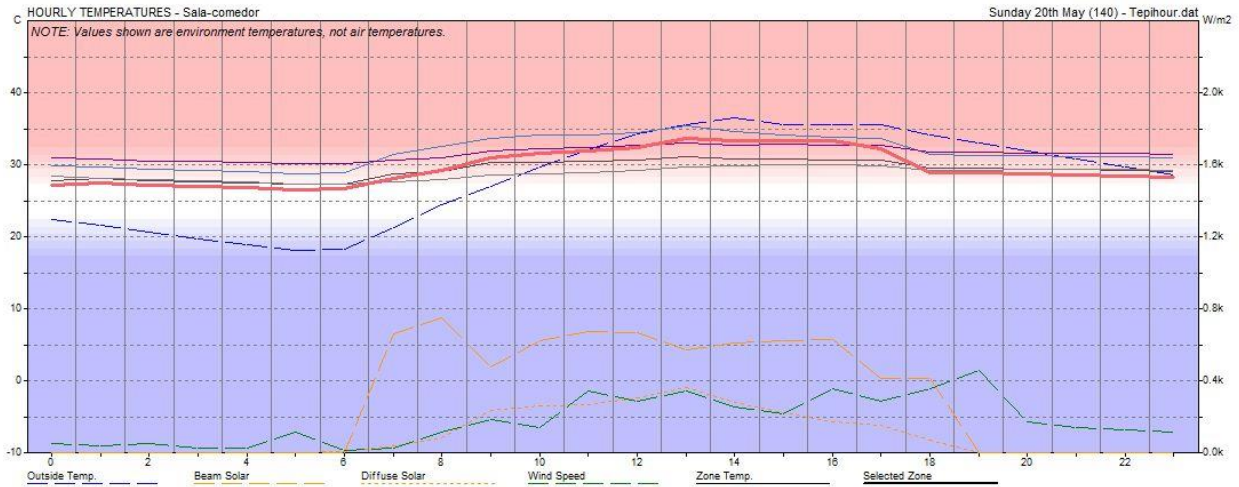


Figura 26. Fachada Sur de la Vivienda Actual de Benito Juárez. Obtenida del programa Ecotect Analysis 2011.

DÍA MÁS CALIENTE: 20 DE MAYO. Análisis de la Vivienda Actual.

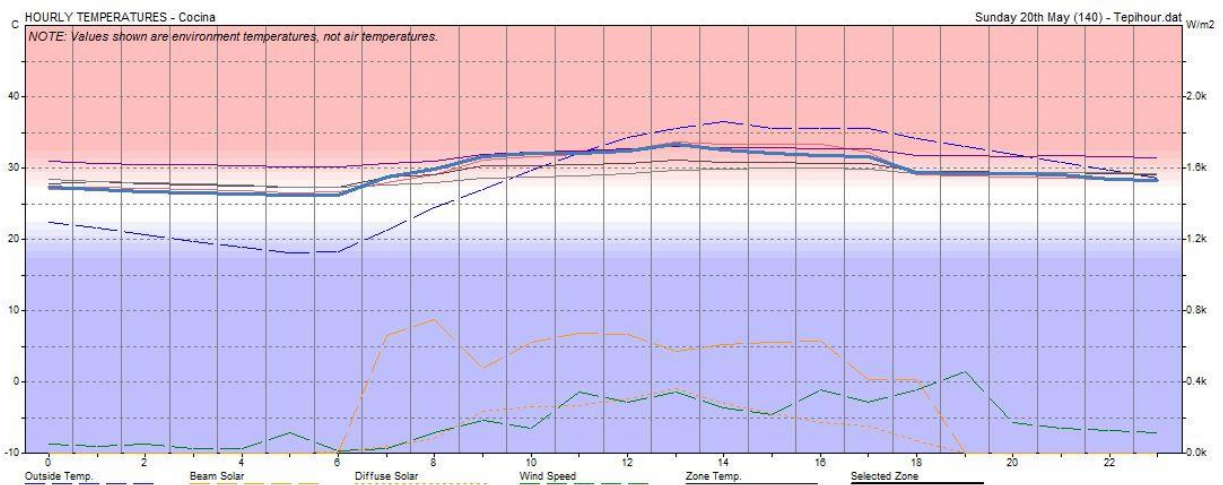
Zona 1: Sala-comedor.



Gráfica 20. Análisis térmico (sala-comedor) del día 20 de Mayo (día más caliente). Fuente: Ecotect Analysis 2011.

La gráfica demuestra que la *zona 1* (sala-comedor) de la vivienda actual, se encuentra fuera de la zona de confort (Ecotect analysis determina la zona de confort higrotérmico dentro del rango de los 20°C a los 30°C), teniendo temperaturas altas en horas centrales hasta los 34°C. Siendo una de las zonas más calientes de la vivienda.

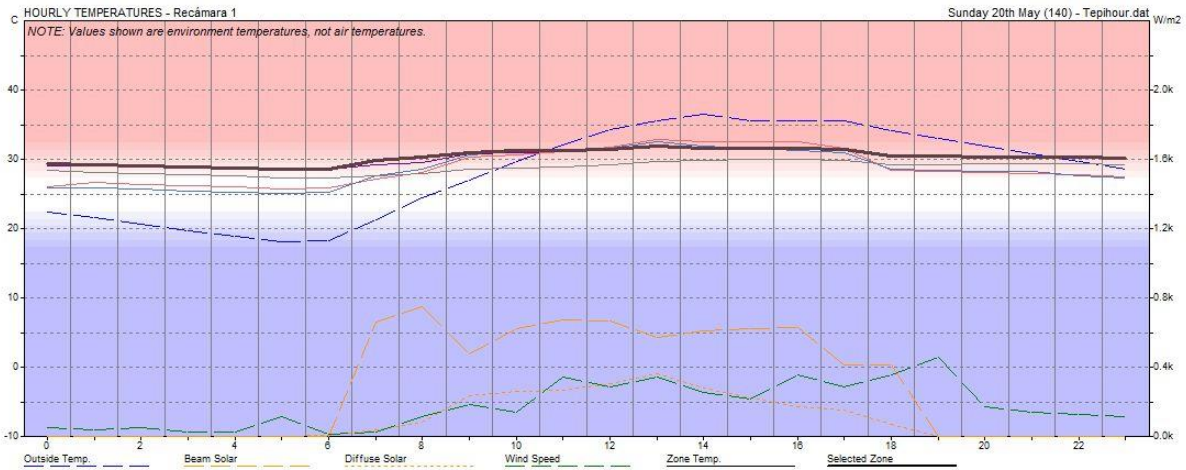
Zona 2: Cocina.



Gráfica 21. Análisis térmico (cocina) del día 20 de Mayo (día más caliente). Fuente: Ecotect Analysis 2011.

La gráfica demuestra que la *zona 2* (cocina) de la vivienda actual, se encuentra fuera de la zona de confort (Ecotect analysis determina la zona de confort higrotérmico dentro del rango de los 20°C a los 30°C), teniendo temperaturas altas en horas centrales hasta los 35°C. Siendo entonces, la zona más caliente de la vivienda.

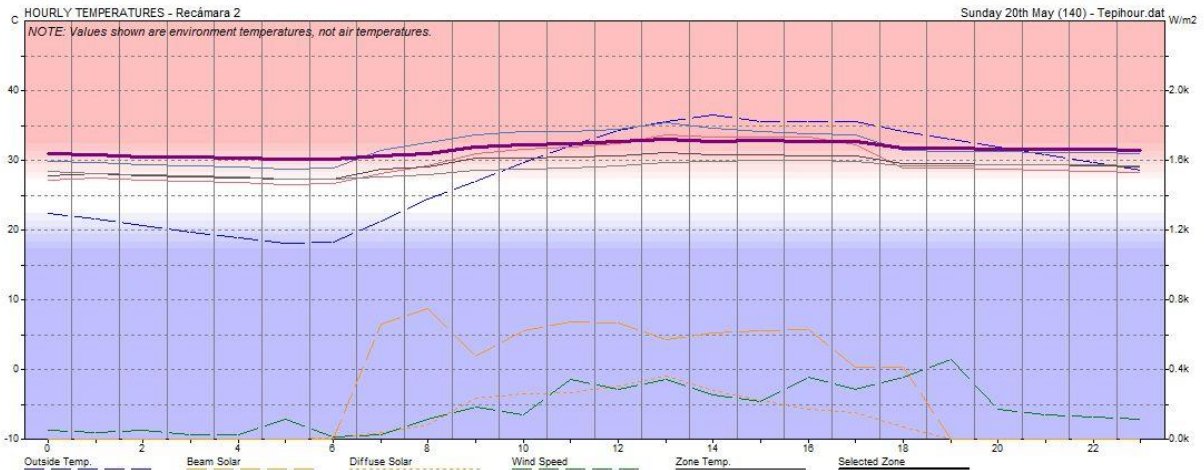
Zona 3: Recámara 1.



Gráfica 22. Análisis térmico (recámara 1) del día 20 de Mayo (día más caliente). Fuente: Ecotect Analysis 2011.

La gráfica demuestra que la *zona 3* (recámara 1) de la vivienda actual, se encuentra fuera de la zona de confort (Ecotect analysis determina la zona de confort higrotérmico dentro del rango de los 20°C a los 30°C), teniendo temperaturas altas casi las 24 horas del día, mayores a los 32°C. Teniendo una recámara demasiado caliente la mayor parte del tiempo.

Zona 4: Recámara 2.

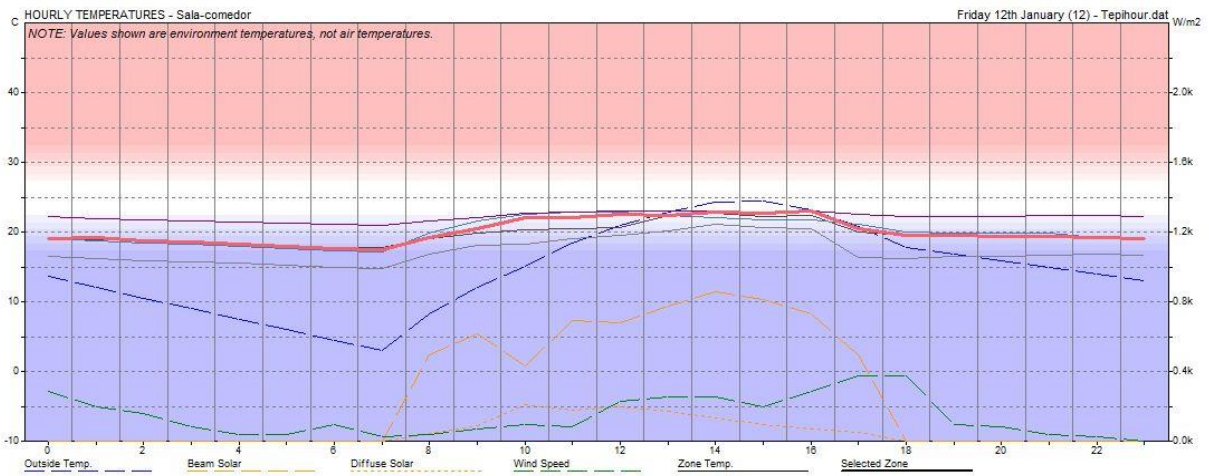


Gráfica 23. Análisis térmico (recámara 2) del día 20 de Mayo (día más caliente). Fuente: Ecotect Analysis 2011.

La gráfica demuestra que la *zona 4* (recámara 2) de la vivienda actual, se encuentra fuera de la zona de confort (Ecotect analysis determina la zona de confort higrotérmico dentro del rango de los 20°C a los 30°C), teniendo temperaturas altas casi las 24 horas del día, mayores a los 33°C. Teniendo entonces, una recámara demasiado caliente la mayor parte del tiempo, y una de las zonas con las más altas temperaturas de toda la vivienda.

DÍA MÁS FRÍO: 12 DE ENERO. Análisis de la Vivienda Actual.

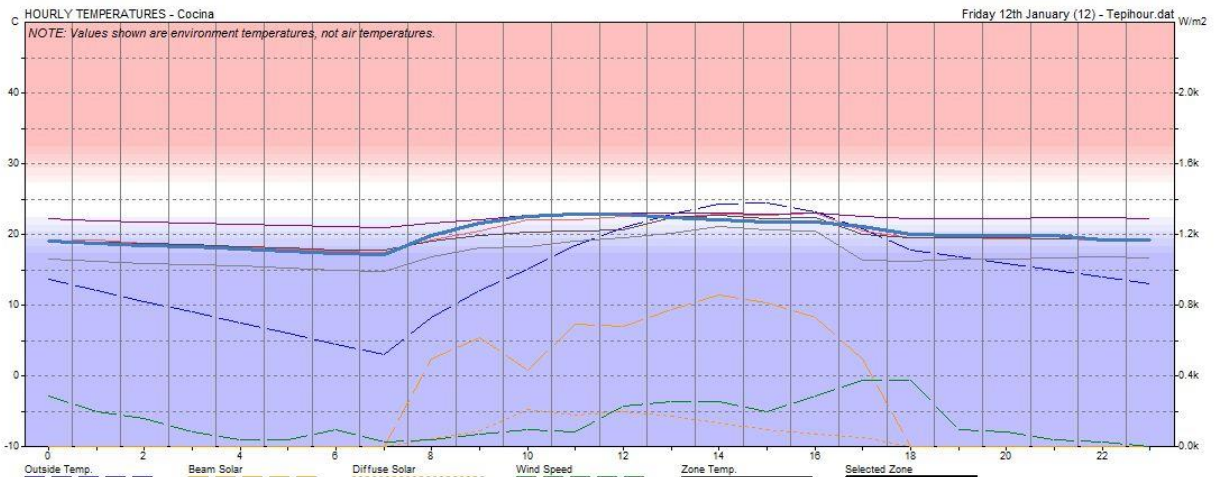
Zona 1: Sala-comedor.



Gráfica 24. Análisis térmico (sala-comedor) del día 12 de Enero (día más frío). Fuente: Ecotect Analysis 2011.

De acuerdo a la gráfica, la *zona 1* (sala-comedor) de la vivienda actual, se encuentra fuera de la zona de confort (Ecotect analysis determina la zona de confort higrotérmico dentro del rango de los 20°C a los 30°C), teniendo temperaturas en horas iniciales y finales del día menor a los 17°C. Las horas centrales se encuentran dentro de la zona de confort con temperaturas menores a los 22°C.

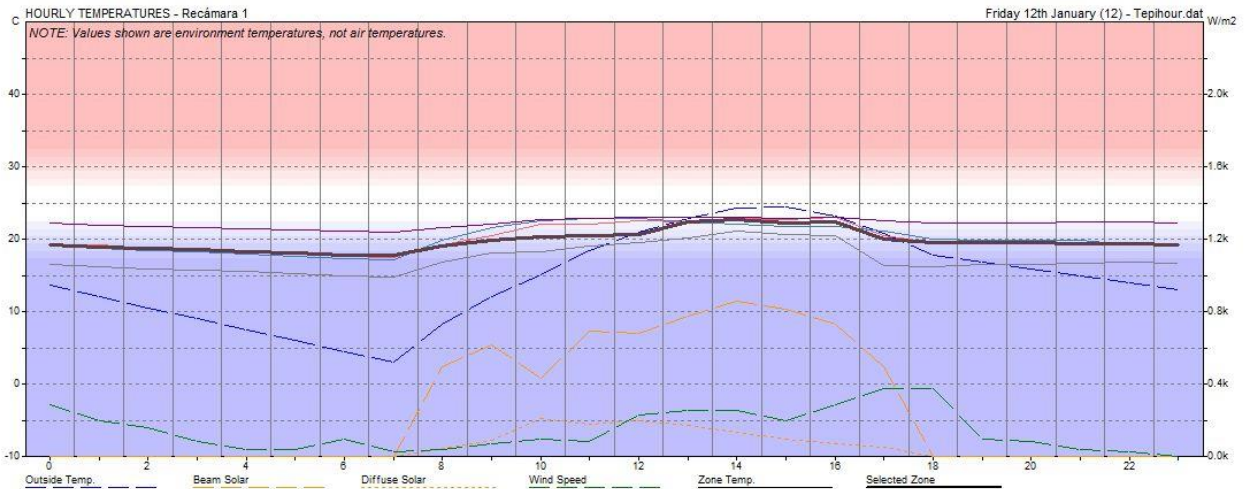
Zona 2: Cocina.



Gráfica 25. Análisis térmico (cocina) del día 12 de Enero (día más frío). Fuente: Ecotect Analysis 2011.

De acuerdo al gráfico, la *zona 2* (cocina) de la vivienda actual, se encuentra fuera de la zona de confort (Ecotect analysis determina la zona de confort higrotérmico dentro del rango de los 20°C a los 30°C), teniendo temperaturas en horas iniciales y finales del día menor a los 17°C. Las horas centrales se encuentran dentro de la zona de confort con temperaturas menores a los 23°C.

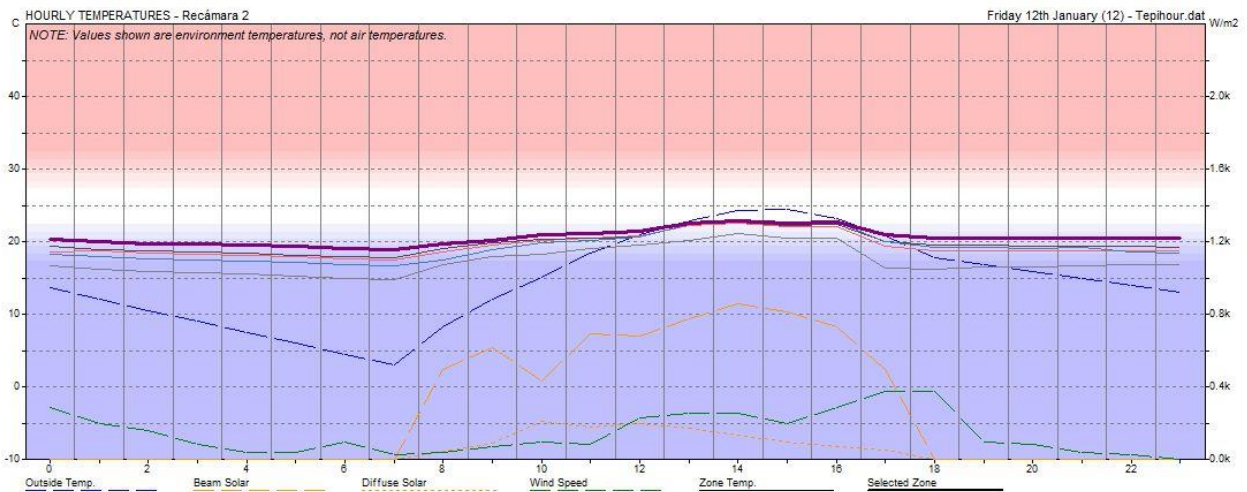
Zona 3: Recámara 1.



Gráfica 26. Análisis térmico (recámara 1) del día 12 de Enero (día más frío). Fuente: Ecotect Analysis 2011.

De acuerdo a la gráfica, la *zona 3* (recámara 1) de la vivienda actual, se encuentra fuera de la zona de confort (Ecotect analysis determina la zona de confort higrotérmico dentro del rango de los 20°C a los 30°C), teniendo temperaturas en horas iniciales y finales del día menor a los 17°C y en horas centrales con temperaturas menores a los a los 22°C. Teniendo entonces a la recámara 1 como la zona con menor confort en el invierno.

Zona 4: Recámara 2.



Gráfica 27. Análisis térmico (recámara 2) del día 12 de Enero (día más frío). Fuente: Ecotect Analysis 2011.

De acuerdo a la gráfica, la *zona 4* (recámara 2) de la vivienda actual, es la zona con mayor confort higrotérmico durante el invierno. Se encuentra dentro de la zona de confort (Ecotect analysis determina la zona de confort higrotérmico dentro del rango de los 20°C a los 30°C), teniendo temperaturas en horas iniciales y finales del día menor a los 19°C y en horas centrales con temperaturas menores a los a los 22°C.

- **DISEÑO DE ESTRATEGIAS.** Análisis Térmico

El análisis del confort térmico en el interior de la vivienda analizada presentó un comportamiento térmico no satisfactorio demostrando que una gran parte de los datos antes mencionados se encuentran fuera del intervalo de confort. De esta manera, en algunos momentos del día, el confort en el exterior de la vivienda es mayor que en el interior, en donde la sensación térmica es más fresca. La estrategia climática pasiva de las viviendas que pertenecen a la localidad rural Benito Juárez, con un sistema constructivo industrializado, es inversa, siendo incapaces de atenuar el rigor climático, sobre todo, durante las horas centrales del día.

En las cuatro zonas analizadas, se presentó un grado de confort deficiente. Estos resultados pueden ser debidos a varias causas, analizadas a continuación:

La cubierta y los muros de la vivienda son ligeros pero no están bien aislados. Según las recomendaciones de los triángulos de Evans (página 74), a través del buen manejo de la inercia térmica, se podrán reducir las oscilaciones de temperatura dentro de la vivienda y a controlar las variaciones de humedad. Las estrategias de ganancia directa e indirecta son necesarias para minimizar el calor de las masas que pertenecen a la vivienda. Para obtener un mejor comportamiento de la cubierta y muros se puede actuar de las siguientes formas diferentes:

- Minimizar la absorción solar del material variando el material o el color sobre todo en techos y muros. Utilizar colores de alta reflectancia como blanco y aluminio con textura rugosa y profusa.
- Aumentar el aislamiento del elemento de cubierta y muros por medio de la aplicación de un material aislante natural como la hoja de palma o la paja con cal.
- Obtener ganancia solar indirecta a través de la piel del edificio a través de la aplicación de macetas movibles en fachadas sur y este.
- Cubrir con enredaderas los muros orientados al oeste, este y al sur para mejorar el aislamiento.
- Aumentar la inercia térmica de los materiales por medio de ventanas con protecciones y marco de madera.

Las estrategias antes mencionadas fueron aplicadas al modelo realizado en el programa *Ecotect Analysis 2011* de la vivienda actual de Benito Juárez, teniendo como resultado la vivienda adecuada presentada a continuación.

- **VIVIENDA ADECUADA** en Ecotect Analysis 2011

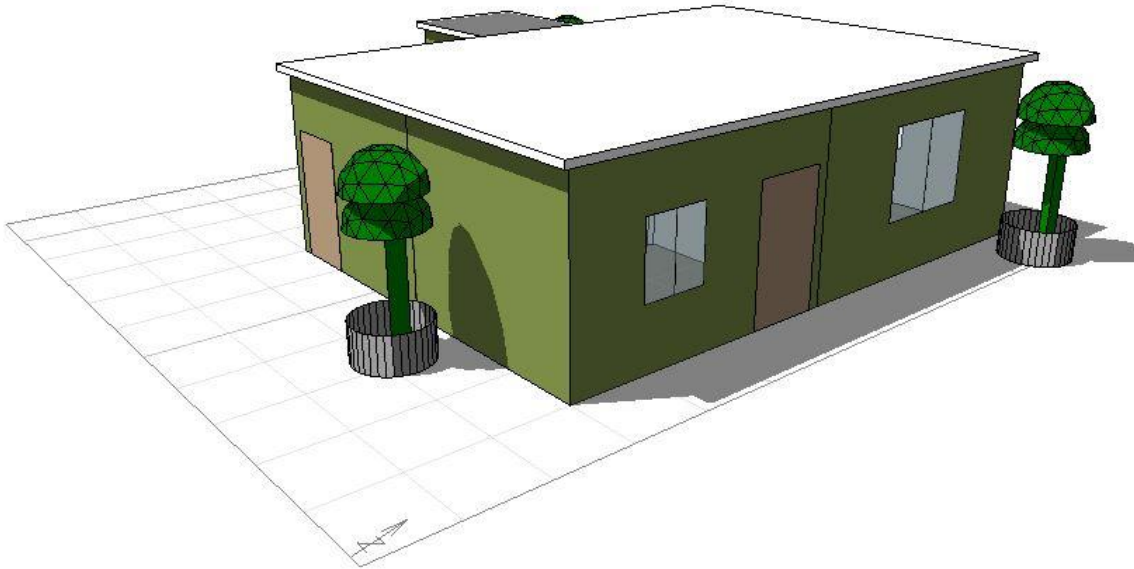


Figura 27. Vivienda Rural ADECUADA de Benito Juárez (térmico). Fuente: Elaboración propia con el programa Ecotect Analysis 2011.

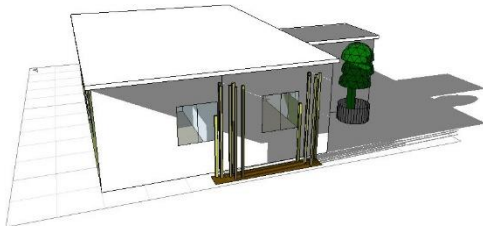


Figura 28. Fachada Sur de la Vivienda Adecuada de Benito Juárez. Obtenida del programa Ecotect Analysis 2011.

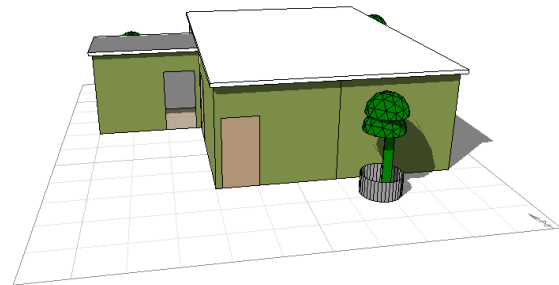
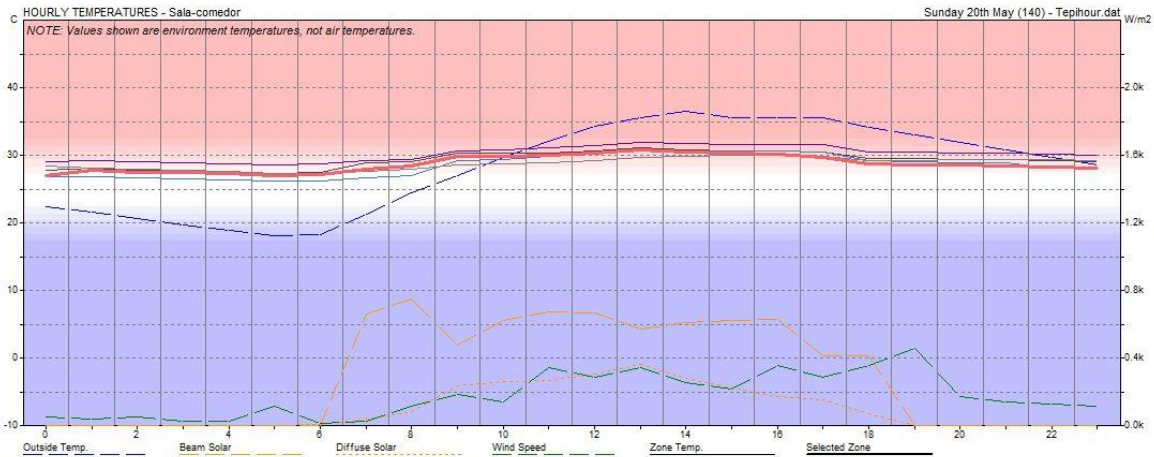


Figura 29. Fachada Norte de la Vivienda Adecuada de Benito Juárez. Obtenida del programa Ecotect Analysis 2011.

Las estrategias de diseño para la obtención de un máximo confort térmico en una zona determinada deben responder a las condiciones climáticas locales, por lo tanto, construcciones tradicionales similares son empleadas en diferentes partes del mundo con clima similar. Las tipologías constructivas vernáculas se encuentran definidas más por las zonas climáticas que por las fronteras administrativas tradicionales (Olgay, A. y Olgay, V, 1957).

DÍA MÁS CALIENTE: 20 DE MAYO. Análisis de la Vivienda Adecuada.

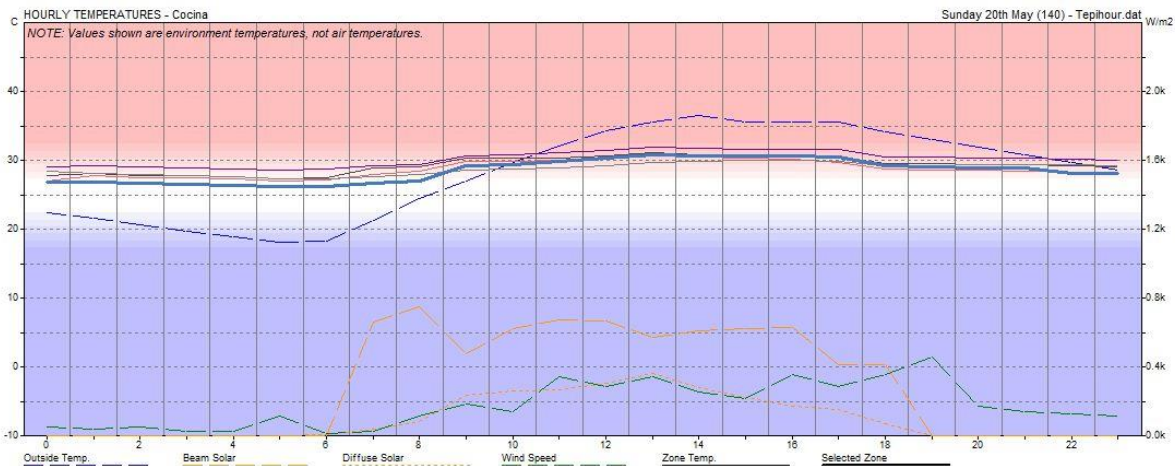
Zona 1: Sala-comedor.



Gráfica 28. Análisis térmico de la vivienda adecuada (sala-comedor) del día 20 de Mayo (día más caliente).

De acuerdo a las estrategias aplicadas en el análisis térmico de la vivienda adecuada, la gráfica demuestra que la *zona 1* (sala-comedor), se encuentra dentro de la zona de confort (Ecotect analysis determina la zona de confort higrotérmico dentro del rango de los 20°C a los 30°C), teniendo temperaturas en horas iniciales y finales menores a los 27°C y en horas centrales menores a los 29°C. Como resultado observa una diferencia de 5 grados entre la vivienda actual y la vivienda adecuada, lo que logra ser confortable para el usuario, la fecha más calurosa del año en la localidad rural Benito Juárez.

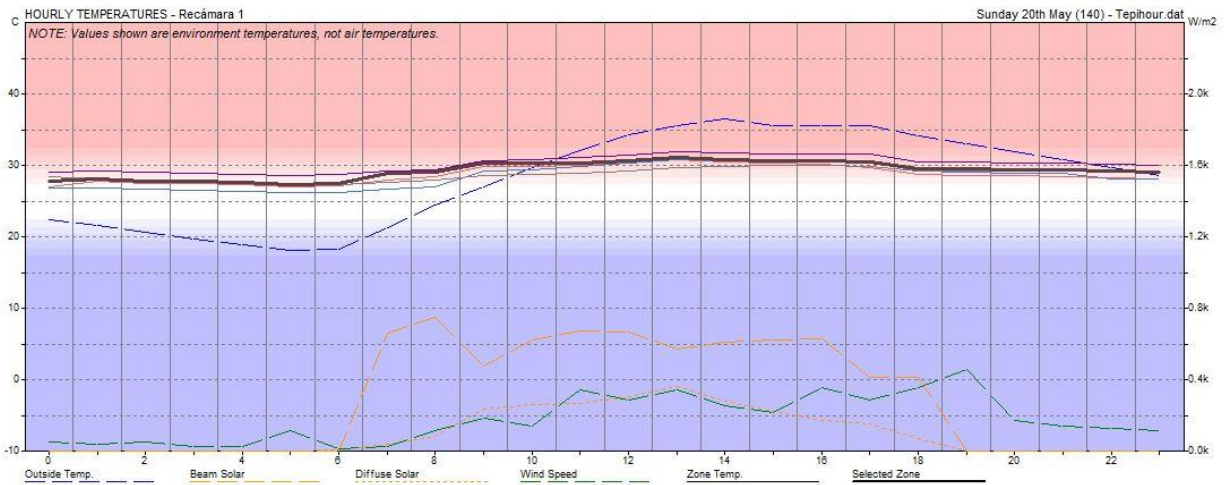
Zona 2: Cocina.



Gráfica 29. Análisis térmico de la vivienda adecuada (cocina) del día 20 de Mayo (día más caliente).

De acuerdo a las estrategias aplicadas en el análisis térmico de la vivienda adecuada, la gráfica demuestra que la *zona 2* (cocina), se encuentra dentro de la zona de confort (Ecotect analysis determina la zona de confort térmico dentro del rango de los 20°C a los 30°C), teniendo temperaturas en horas iniciales menores a los 28°C y en horas centrales y finales menores a los 29°C. Como resultado observa una diferencia de 6 grados entre la vivienda actual y la vivienda adecuada.

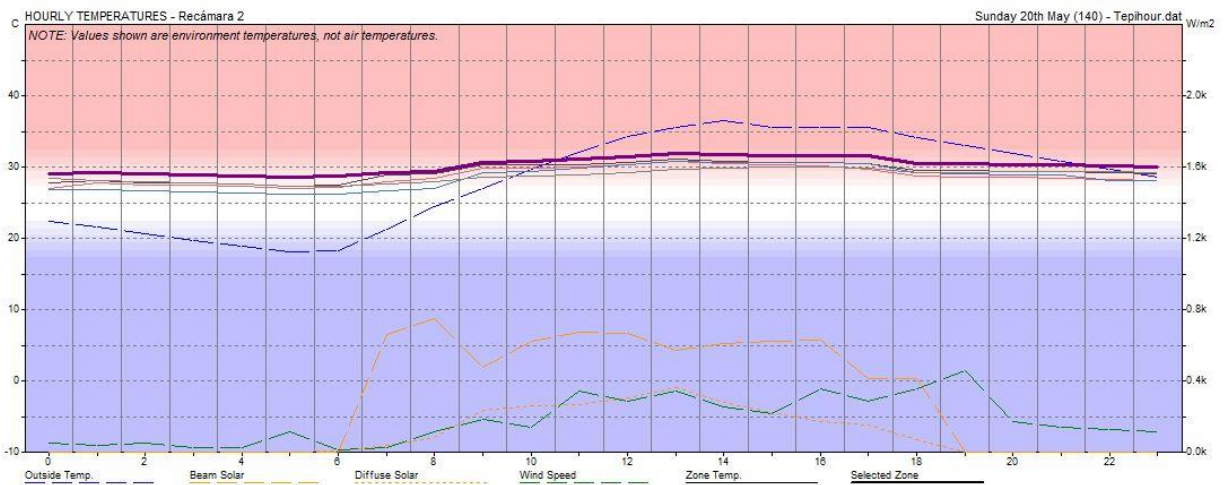
Zona 3: Recámara 1.



Gráfica 30. Análisis térmico de la vivienda adecuada (recámara 1) del día 20 de Mayo (día más caliente).

De acuerdo a las estrategias aplicadas en el análisis térmico de la vivienda adecuada, la gráfica demuestra que la zona 3 (recámara 1), se encuentra dentro de la zona de confort (Ecotect analysis determina la zona de confort higrotérmico dentro del rango de los 20°C a los 30°C), teniendo temperaturas similares en horas iniciales menores a los 28°C y en horas centrales y finales menores a los 30°C. Como resultado observa una diferencia de 3 grados entre la vivienda actual y la vivienda adecuada, lo que logra ser confortable para el usuario, la fecha más calurosa del año en la localidad rural Benito Juárez.

Zona 4: Recámara 2.

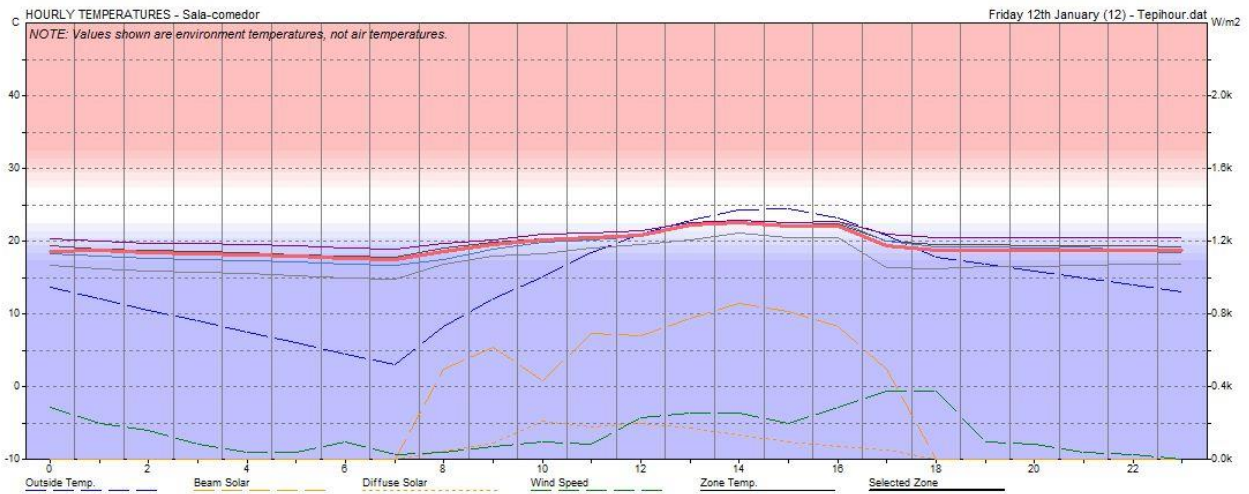


Gráfica 31. Análisis térmico de la vivienda adecuada (recámara 2) del día 20 de Mayo (día más caliente).

De acuerdo a las estrategias aplicadas en el análisis térmico de la vivienda adecuada, el gráfico demuestra que la zona 4 (recámara 2), se encuentra dentro de la zona de confort (Ecotect analysis determina la zona de confort térmico dentro del rango de los 20°C a los 30°C), teniendo temperaturas en horas iniciales menores a los 29°C y en horas centrales y finales menores a los 30°C. Como resultado observa una diferencia de 3 grados entre la vivienda actual y la vivienda adecuada.

DÍA MÁS FRÍO: 12 DE ENERO. Análisis de la Vivienda Adecuada.

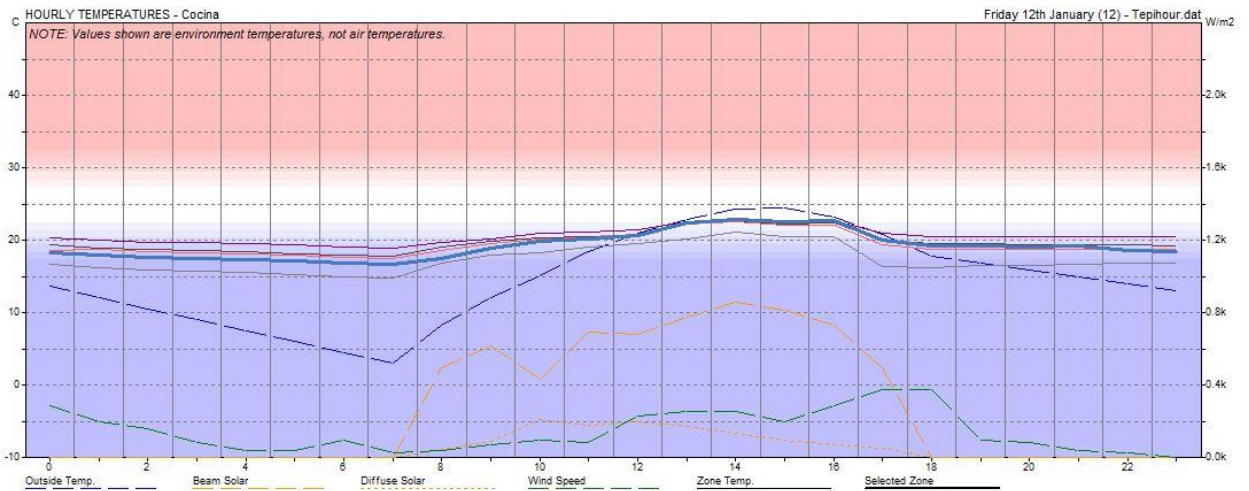
Zona 1: Sala-comedor.



Gráfica 32. Análisis térmico de la vivienda adecuada (sala-comedor) del día 12 de Enero (día más frío).

Los resultados que se obtuvieron en la aplicación de las estrategias para el análisis térmico de la vivienda adecuada, de acuerdo a la gráfica, la zona 1 (sala-comedor) se puede observar dentro de la zona de confort (Ecotect analysis determina la zona de confort higrotérmico dentro del rango de los 20°C a los 30°C), logrando aumentar la temperatura en horas iniciales y finales del día, de 17°C a 19°C y en horas centrales de 22°C a 23°C.

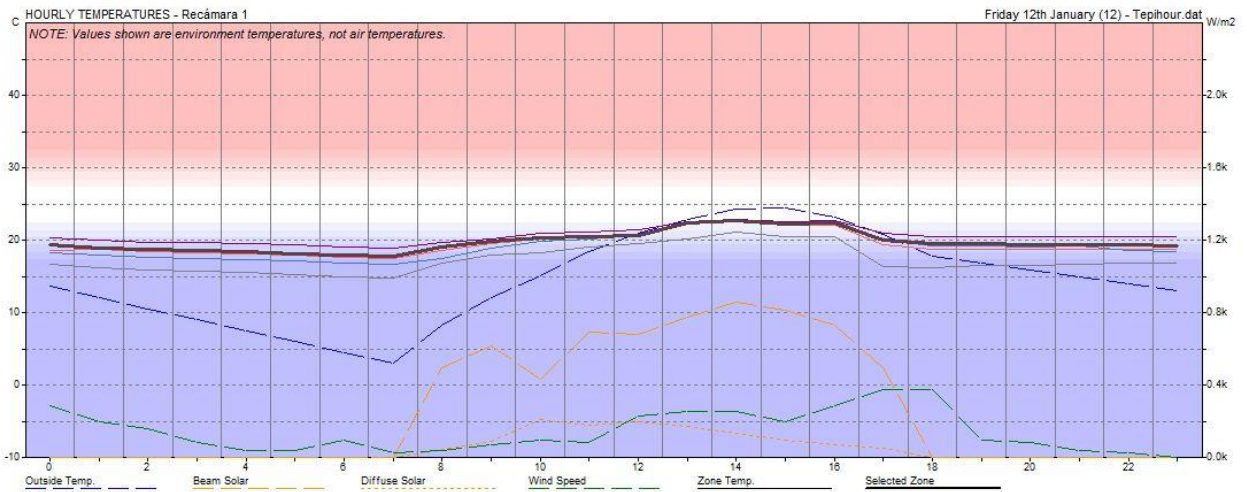
Zona 2: Cocina.



Gráfica 33. Análisis térmico de la vivienda adecuada (cocina) del día 12 de Enero (día más frío).

Los resultados que se obtuvieron en la aplicación de las estrategias para el análisis térmico de la vivienda adecuada, de acuerdo a la gráfica, la zona 2 (cocina) se puede observar dentro de la zona de confort (Ecotect analysis determina la zona de confort higrotérmico dentro del rango de los 20°C a los 30°C), aumentando la temperatura en horas iniciales y finales de los 17°C hasta los 19°C. Las horas centrales se logran mantener en los 23°C.

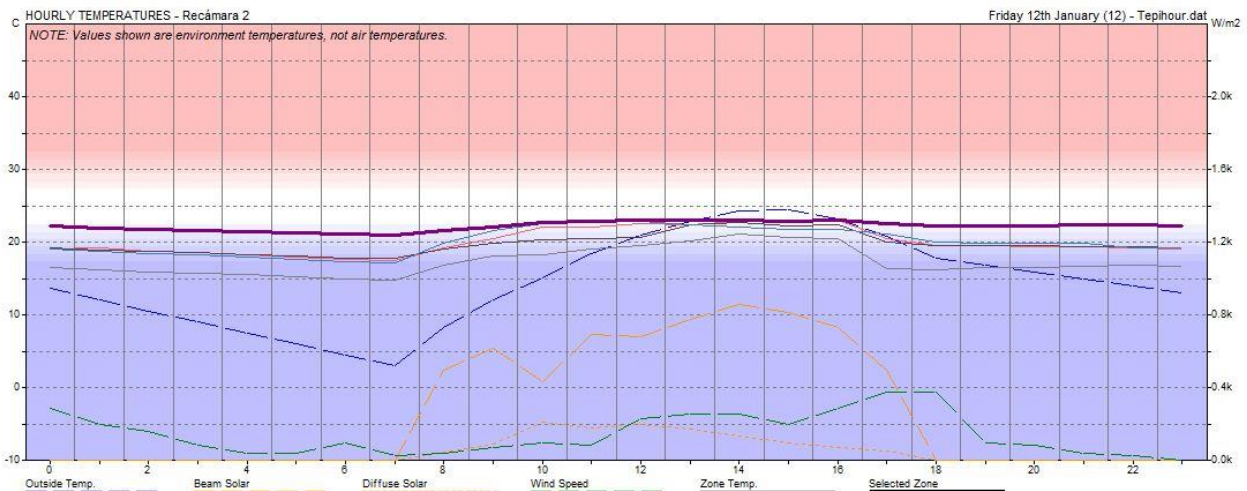
Zona 3: Recámara 1.



Gráfica 34. Análisis térmico de la vivienda adecuada (recámara 1) del día 12 de Enero (día más frío).

Los resultados que se obtuvieron en la aplicación de las estrategias para el análisis térmico de la vivienda adecuada, de acuerdo a la gráfica, la zona 3 (recámara 1) se puede observar dentro de la zona de confort (Ecotect analysis determina la zona de confort higrotérmico dentro del rango de los 20°C a los 30°C), aumentando la temperatura en horas iniciales y finales de los 17°C a los 18°C. Las horas centrales aumentan de 22°C a 23°C.

Zona 4: Recámara 2.



Gráfica 35. Análisis térmico de la vivienda adecuada (recámara 2) del día 12 de Enero (día más frío).

Los resultados que se obtuvieron en la aplicación de las estrategias para el análisis térmico de la vivienda adecuada, de acuerdo al gráfico, la zona 4 (recámara 2) se puede observar dentro de la zona de confort (Ecotect analysis determina la zona de confort higrotérmico dentro del rango de los 20°C a los 30°C), al aumentar la temperatura en horas iniciales de los 19°C a los 21°C y en las horas centrales y finales de los 20°C a los 23°C. Teniendo una recámara confortable las 24 horas del día.

4.1.5.7 ANÁLISIS DE VENTILACIÓN ECOTECT ANALYSIS 2011

Debido a la importancia de la ventilación para mitigar el intenso calor radiante entregado por el sol, el objetivo es entonces realizar un análisis de las corrientes de aire en la vivienda, primero en el caso actual, y luego proponer una distinta vía de desarrollo futuro para evaluar el impacto que cada una de ellas tiene en las condiciones de ventilación locales en términos de velocidad y distribución del viento.

El comportamiento del viento en la vivienda rural de la localidad Benito Juárez fue realizado a través de un análisis sobre los flujos de viento, el cual se obtuvo aplicando al modelo realizado en el programa *Ecotect analysis* una simulación *Win-Air*. Se presenta a continuación la vivienda actual y la vivienda adecuada, representado a manera de gráficos, junto con la interpretación adjunta, para mejor comprensión y entendimiento.

- **VIVIENDA ACTUAL** en Ecotect Analysis 2011

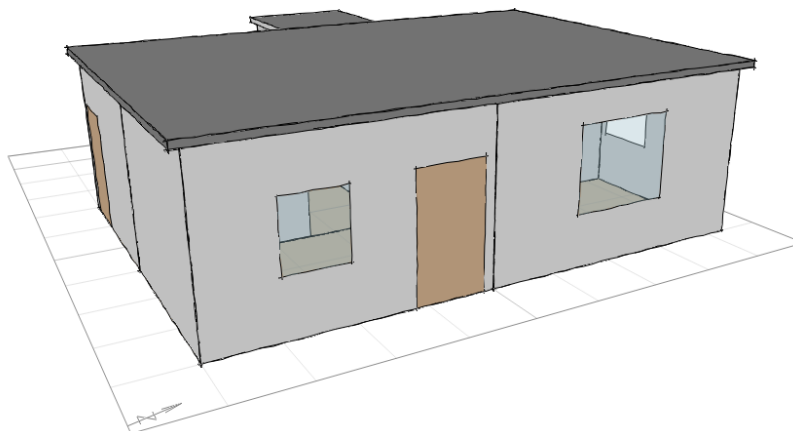


Figura 30. Vivienda Rural ACTUAL de Benito Juárez (ventilación). Fuente: Elaboración propia utilizando el programa Ecotect Analysis 2011.

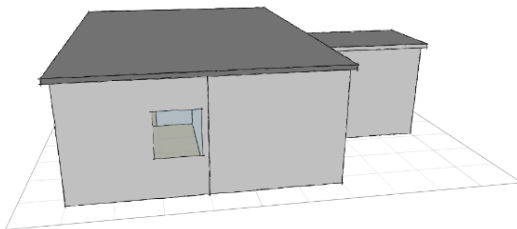


Figura 31. Fachada Norte de la Vivienda Actual de Benito Juárez. Obtenida del programa Ecotect Analysis 2011.

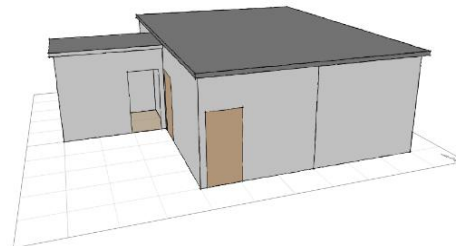


Figura 32. Fachada Sur de la Vivienda Actual de Benito Juárez. Obtenida del programa Ecotect Analysis 2011.

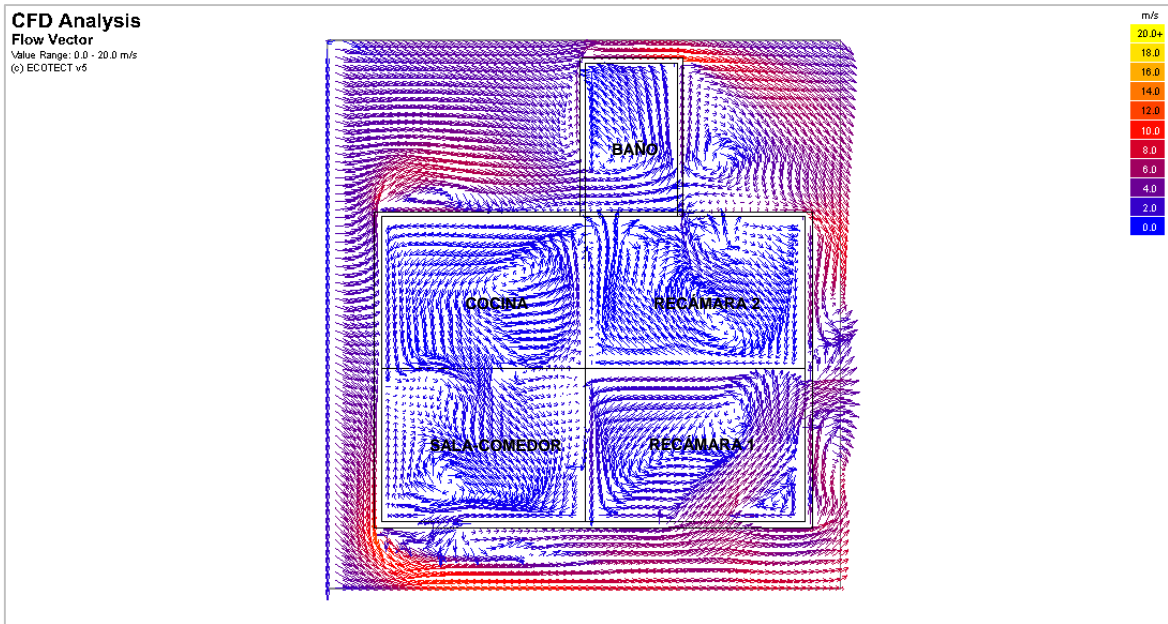


Figura 33. Análisis de ventilación de la vivienda actual de Benito Juárez, vista en planta. Fuente: Elaboración propia utilizando el programa Ecotect analysis 2011 con simulación Win-Air.

Las figuras 33 y 34 muestran las direcciones del flujo y las velocidades a la altura de 1.5 metros sobre el suelo, en las zonas de la vivienda. Los flujos de aire resultan “encerrados” dentro de los espacios que conforman la vivienda y las velocidades en el interior son reducidas, teniendo entre los 0 y 0.3m/s en su mayoría. La zona mejor ventilada es la zona 3: recámara1, mostrando flujos diagonales entre ventanas ubicadas en los ejes este y norte, alcanzando hasta los 0.8 m/s.

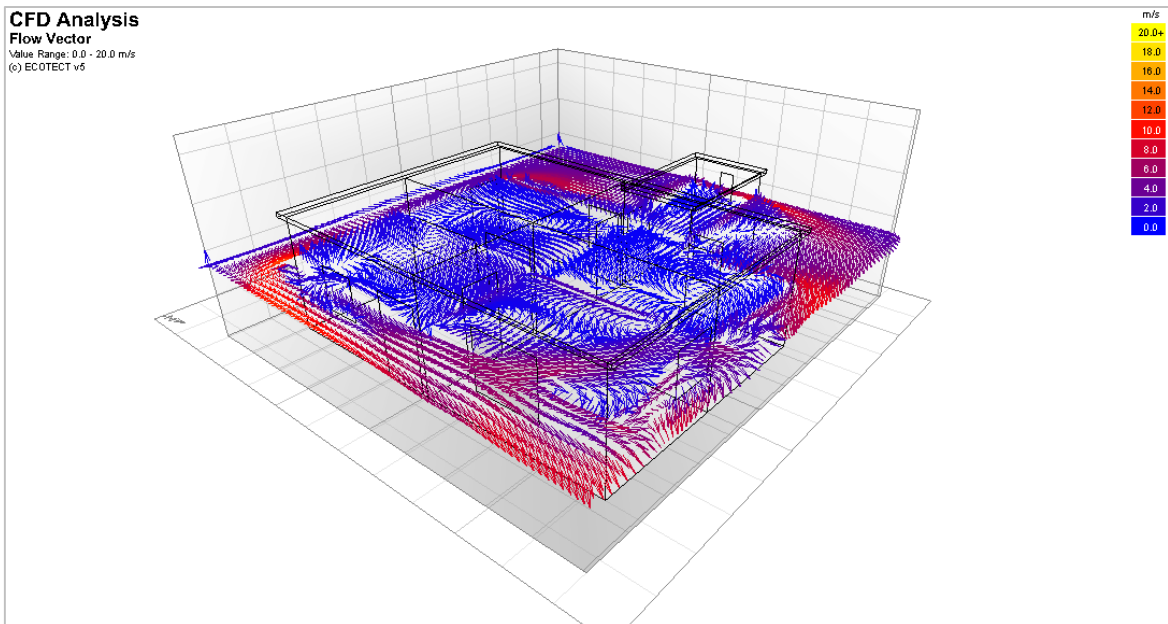


Figura 34. Análisis de ventilación de la vivienda actual de Benito Juárez, vista en perspectiva. Fuente: Elaboración propia utilizando el programa Ecotect analysis 2011 con simulación Win-Air.

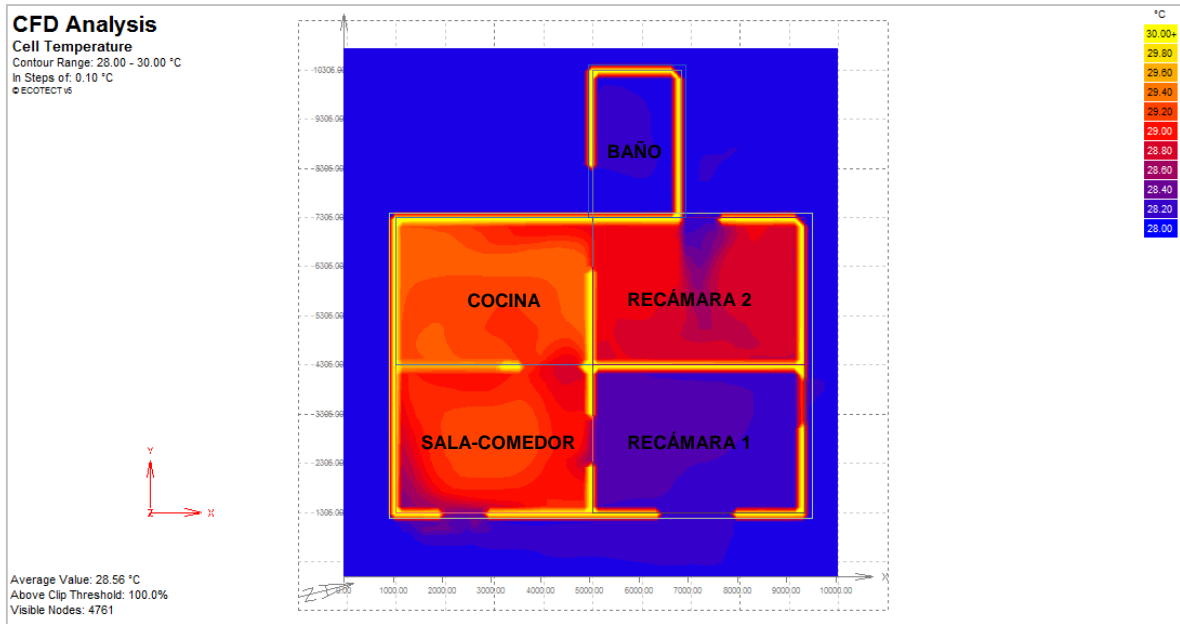


Figura 35. Temperatura por zonas de acuerdo al Análisis de ventilación de la vivienda actual de Benito Juárez. Fuente: Elaboración propia utilizando el programa Ecotect analysis 2011 con simulación Win-Air.

De acuerdo a la figura 35, los datos de temperatura que arroja la simulación realizada con el Win-Air en el programa *Ecotect Analysis* en la vivienda actual, demuestra que las zonas con mayor calentamiento y con menor flujo de aire son las zonas 1 (sala-comedor) y 2 (cocina), con un promedio mayor a los 30°C, lo que confirma la información antes realizada en el análisis térmico, en dónde se señala que las zonas con mayor problema de calor son las antes mencionadas.

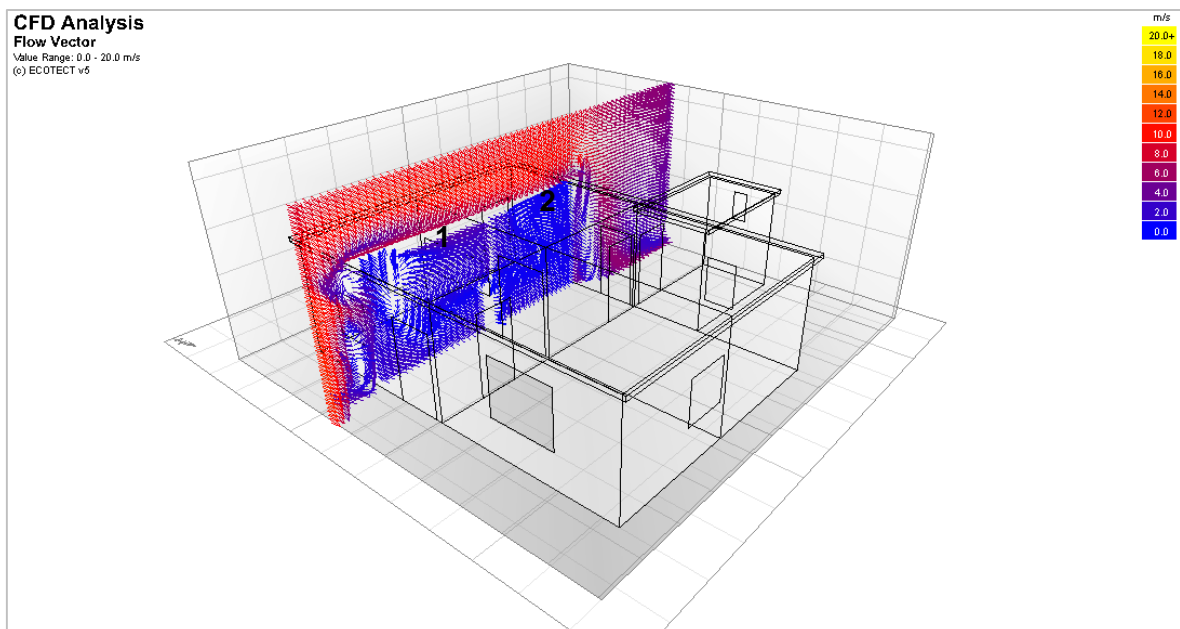


Figura 36. Análisis de ventilación de la vivienda actual (zona 1 y 2) de Benito Juárez. Fuente: Elaboración propia utilizando el programa Ecotect analysis 2011 con simulación Win-Air.

Las figuras 36 y 37 muestran las zonas 1 (sala-comedor), 2 (cocina), 3 (recámara 1) y 4 (recámara 2), en corte longitudinal; se evidencia como las zonas están sujetas a turbulencias y remolinos (esto por no tener salida para el aire que entra a la vivienda). Se puede apreciar como la ventilación ya no resulta aprovechable ni para fines de ventilación de las zonas, ni para evacuar calor almacenado en la edificación, ocasionando altas temperaturas dentro de la vivienda (véase figura 38 y 39).

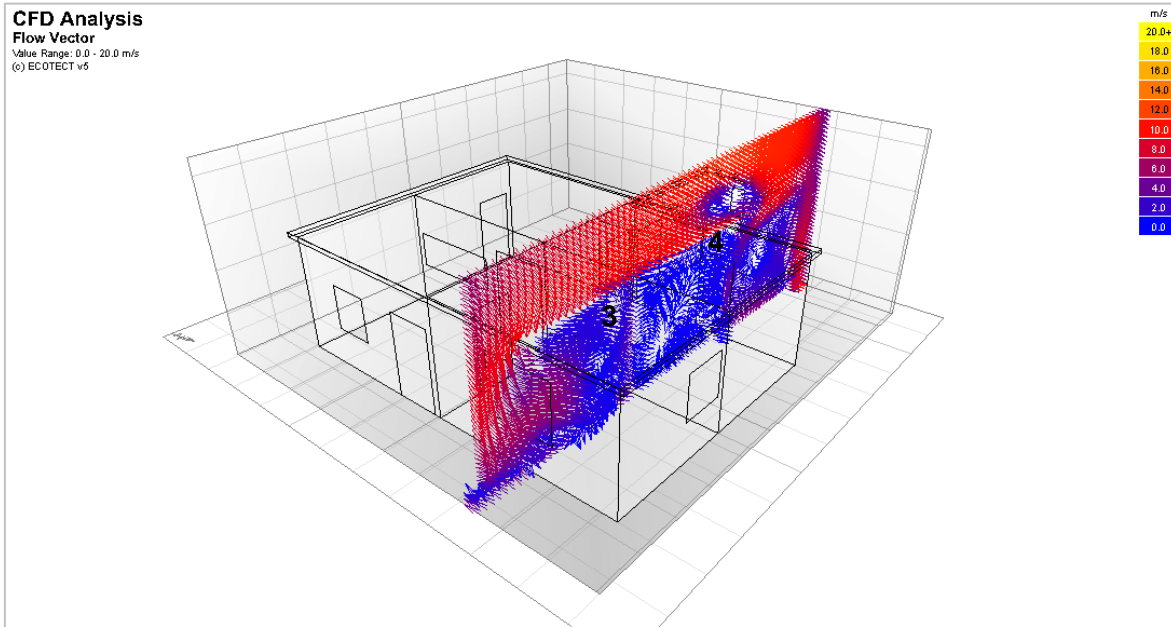


Figura 37. Análisis de ventilación de la vivienda actual (zona 3 y 4) de Benito Juárez. Fuente: Elaboración propia utilizando el programa Ecotect analysis 2011 con simulación Win-Air.

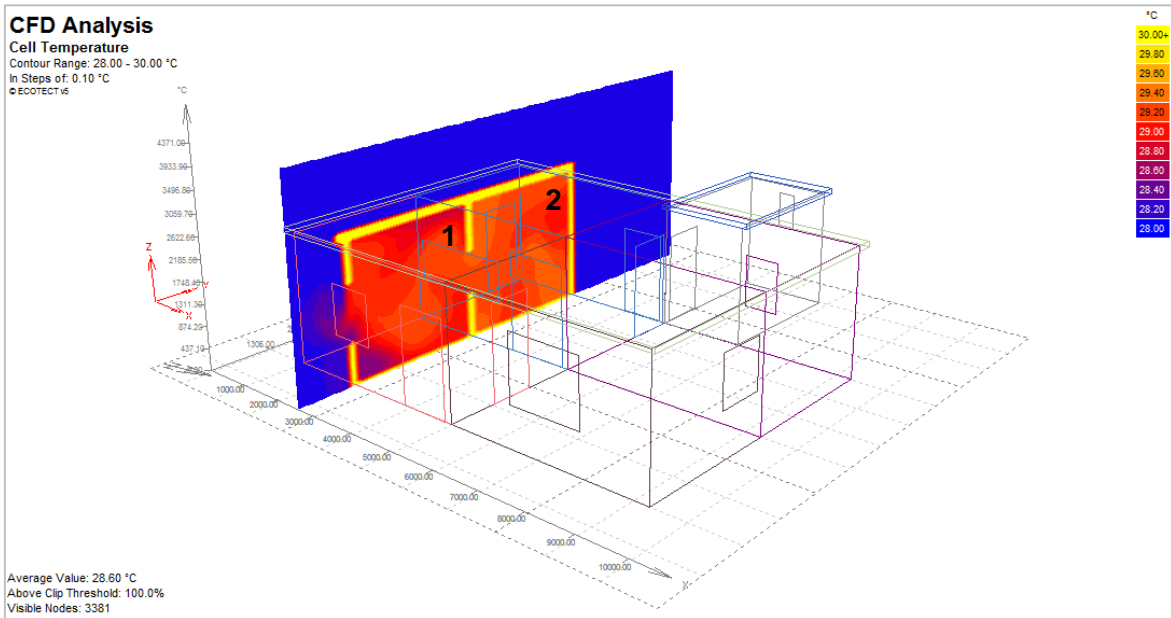


Figura 38. Temperatura por zonas (zona 1 y 2) de acuerdo al Análisis de ventilación de la vivienda actual de Benito Juárez. Fuente: Elaboración propia utilizando el programa Ecotect analysis 2011 con simulación Win-Air.

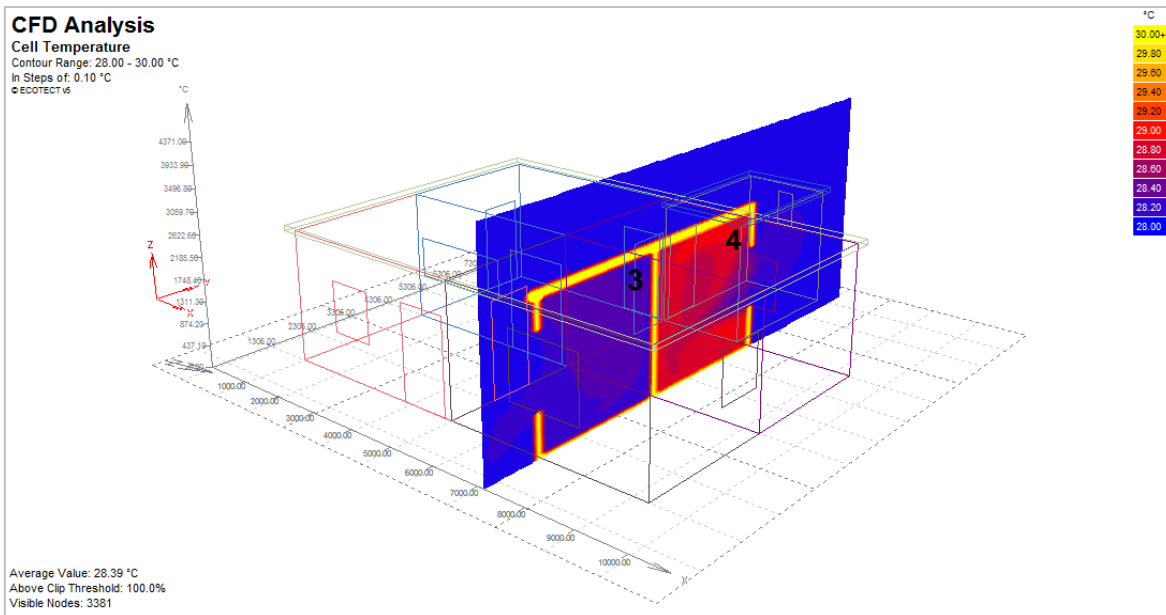


Figura 39. Temperatura por zonas (zona 3 y 4) de acuerdo al Análisis de ventilación de la vivienda actual de Benito Juárez. Fuente: Elaboración propia utilizando el programa Ecotect analysis 2011 con simulación Win-Air.

La uniformidad y la continuidad en el tiempo de los flujos resultan ser muy deseables para la ventilación de la vivienda, efectos más importantes todavía de las velocidades alcanzadas. Es importante destacar que para crear sensación de confort, tanto en espacios interiores como en entornos urbanos externos “se necesita cierto movimiento de aire, pero no demasiado, resultando muy pocos indicados los remolinos turbulentos y siendo apropiadas justo velocidades del orden de 0.5 – 2 m/s” (Fanger, 1970; Olgay, 2006; Serra 2003; Serra et al. 1998; Rogora, 2005).

Con el análisis realizado, se muestra como la ventilación habitacional es un importante factor de confort y estrategia pasiva de acondicionamiento estivo en las viviendas, el cuál puede verse seriamente afectada por un mal diseño y una planeación descontrolada.

- **DISEÑO DE ESTRATEGIAS.** Análisis de Ventilación

El movimiento del aire en el interior de la vivienda puede estar minimizado o impedido, de acuerdo a la orientación de las ventanas en la vivienda. Según la tabla de Carl Mahoney (página 75) y la carta bioclimática de Víctor Olgyay (página 77), las principales recomendaciones hacia la vivienda rural de la localidad, se basa en las estrategias de ventilación. Según el diagrama psicométrico de Szokolay (página 79), las estrategias de sombreado en ventanas, puede favorecer al calor interno de la vivienda, teniendo resultados favorecedores para el confort interior. Como ya se ha comentado la ventilación es una estrategia pasiva indispensable para aumentar el confort térmico y húmedo dentro de la edificación, y, aunque parece que la vivienda presenta aperturas lumínicas suficientes, carecen de practicidad y diseño.

De acuerdo a los resultados del análisis de viento realizado anteriormente en la vivienda *actual* de la localidad rural Benito Juárez, y de acuerdo a los indicadores en la tabla de Carl Mahoney, para la Ciudad de Tepic, Nayarit, para el análisis de la vivienda *adecuada*, se aplicaron las estrategias de diseño -descritas a continuación- con el objetivo de lograr espacios más confortables y obtener resultados favorables en relación con la temperatura en la vivienda.

- La orientación de la vivienda es Norte-Sur eje corto y Este-Oeste eje largo, lo cual es una ventaja para la obtención de mejores resultados en el análisis de viento para la vivienda adecuada.
- Las zonas de la vivienda para un mejor confort higrotérmico, deben de tener ventilación constante, para lograr esto, se propuso la creación de tres ventanas nuevas, con un tamaño mediano de 30% a 50% con respecto al muro.
- La ventilación cruzada se propuso de Norte (con una ventana nueva) a Sur (con dos ventanas nuevas) a la altura de los ocupantes.
- Las aberturas propuestas tendrán un sombreado permanente, que funciona también como protección contra la lluvia.
- El muro interior que dividía las zonas sala-comedor y cocina, se retiró para lograr un mayor movimiento de aire y lograr que la ventilación sea constante.
- Uso de mosquiteros y postigos exteriores.
- Se recomienda utilizar cancelas en ventanas con aislamiento pintados color blanco o de madera.
- Diseño de ventanas abatible que den a patios exteriores y reciban los vientos de primavera y otoño.

- **VIVIENDA ADECUADA** en Ecotect Analysis 2011

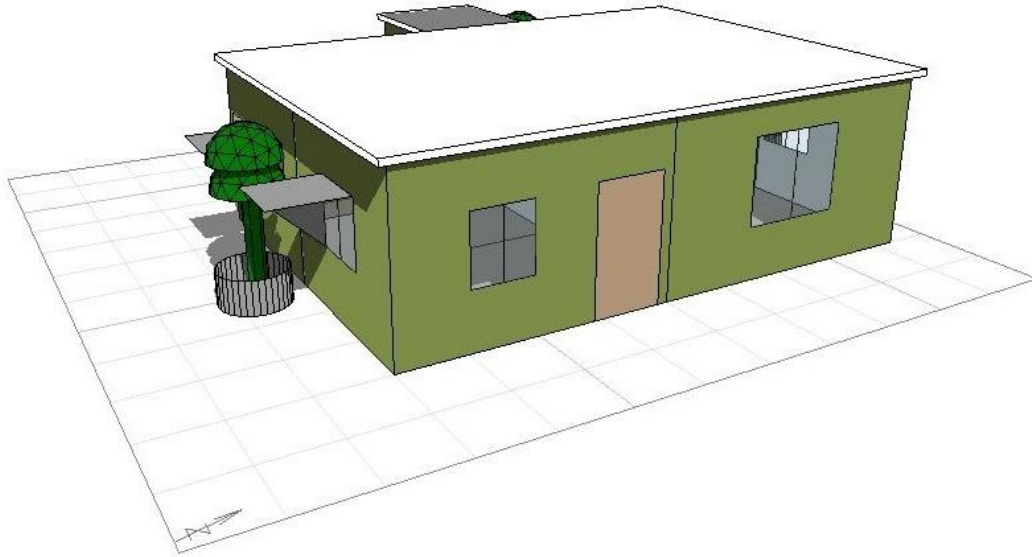


Figura 40. Vivienda Rural ADECUADA de Benito Juárez (ventilación). Fuente: Elaboración propia utilizando el programa Ecotect Analysis 2011.

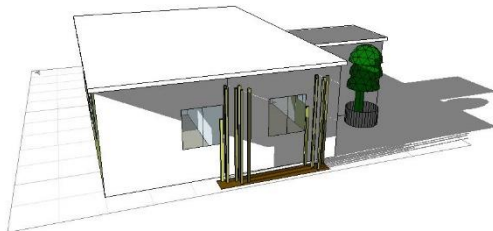


Figura 41. Fachada Norte de la Vivienda Adecuada de Benito Juárez. Obtenida del programa Ecotect Analysis 2011.

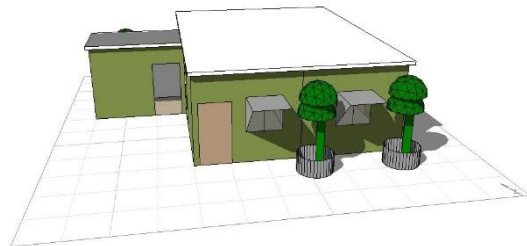


Figura 42. Fachada Sur de la Vivienda Adecuada de Benito Juárez. Obtenida del programa Ecotect Analysis 2011.

Las figuras 40, 41 y 42, muestran las estrategias aplicadas en la vivienda para su adecuación, mencionadas anteriormente. Los cambios fueron realizados previamente, en el programa *Ecotect Analysis*, para posteriormente realizar la simulación de viento con *Win-Air*. Se presentan los resultados a continuación.

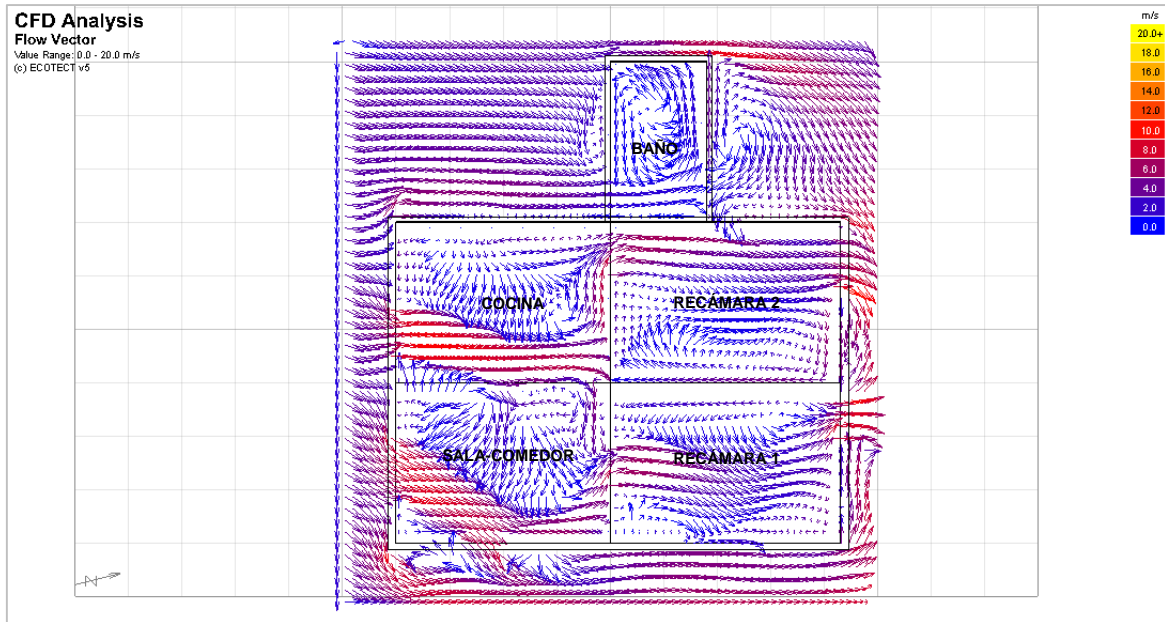


Figura 43. Análisis de ventilación de la vivienda adecuada de Benito Juárez, vista en planta. Fuente: Elaboración propia utilizando el programa Ecotect Analysis 2011.

En la figura 43 se muestra el evidente cambio en las direcciones de flujo y en las velocidades del viento en las zonas que conforman la vivienda. En los resultados del análisis de ventilación en la vivienda actual (Figura 44), se identificó que el flujo de aire que entraba, era muy poco, a una muy baja velocidad y no tenía salida. Las consecuencias de esto, dieron pauta a su estancamiento, haciendo un efecto “remolino”, lo que evitaba la evacuación del calor almacenado haciendo que la vivienda fuera aún más caliente. En los resultados del análisis de viento de la vivienda adecuada (Figura 45), se puede ver que la incorporación de una nueva abertura en la Fachada Norte y dos en la Fachada Sur crearon ventilación cruzada, ahora el viento que entra tiene salida, y esto se refleja en la dirección de flujo que presenta la figura 43, al desaparecer el efecto “remolino”.

VIVIENDA ACTUAL

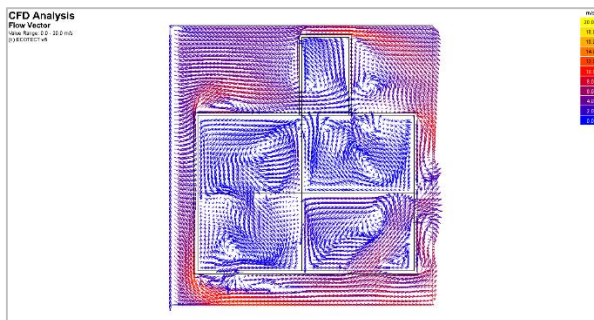


Figura 44. Análisis de ventilación de la vivienda actual de Benito Juárez, efecto “remolino”, vista en planta, utilizando el programa Ecotect analysis con simulación Win-Air.

VIVIENDA ADECUADA

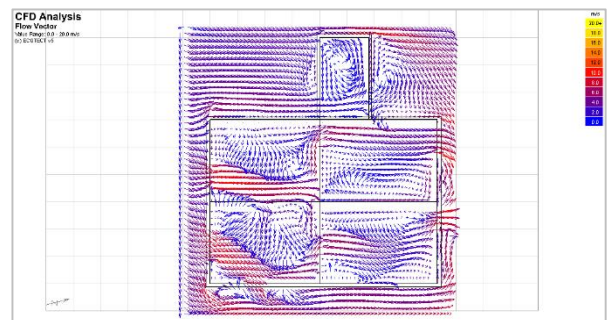


Figura 45. Análisis de ventilación de la vivienda adecuada de Benito Juárez, efecto “ventilación cruzada”, vista en planta, utilizando el programa Ecotect analysis con simulación Win-Air.

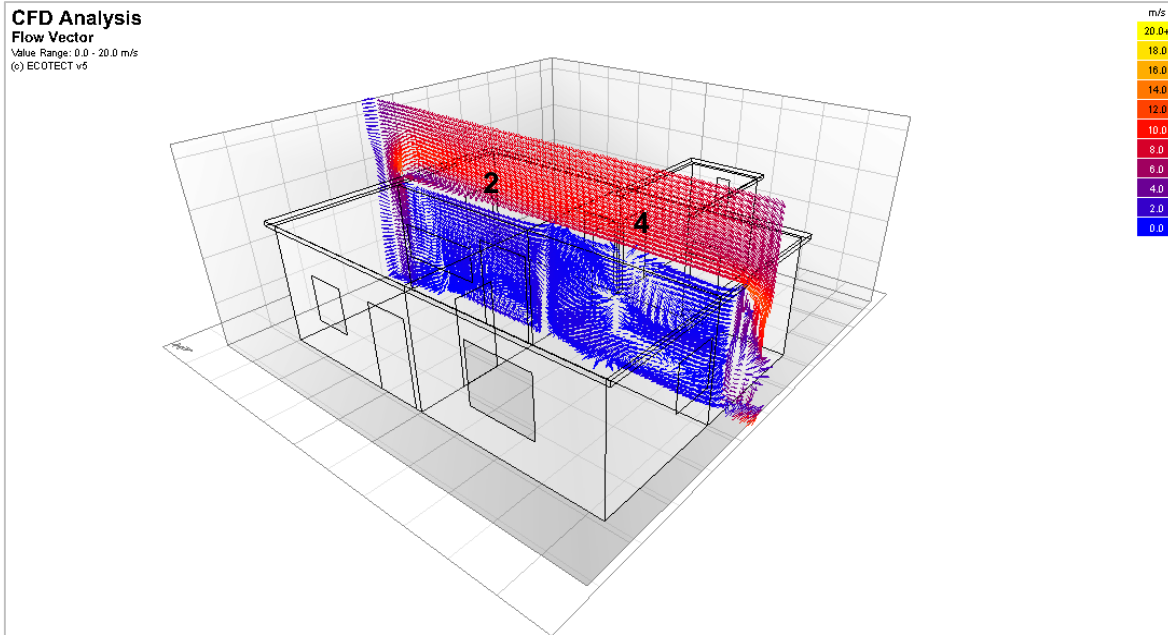


Figura 46. Análisis de ventilación de la vivienda actual de Benito Juárez, *efecto “remolino”*. Zonas 2 y 4 vista en corte. Fuente: Elaboración propia utilizando el programa Ecotect Analysis 2011.

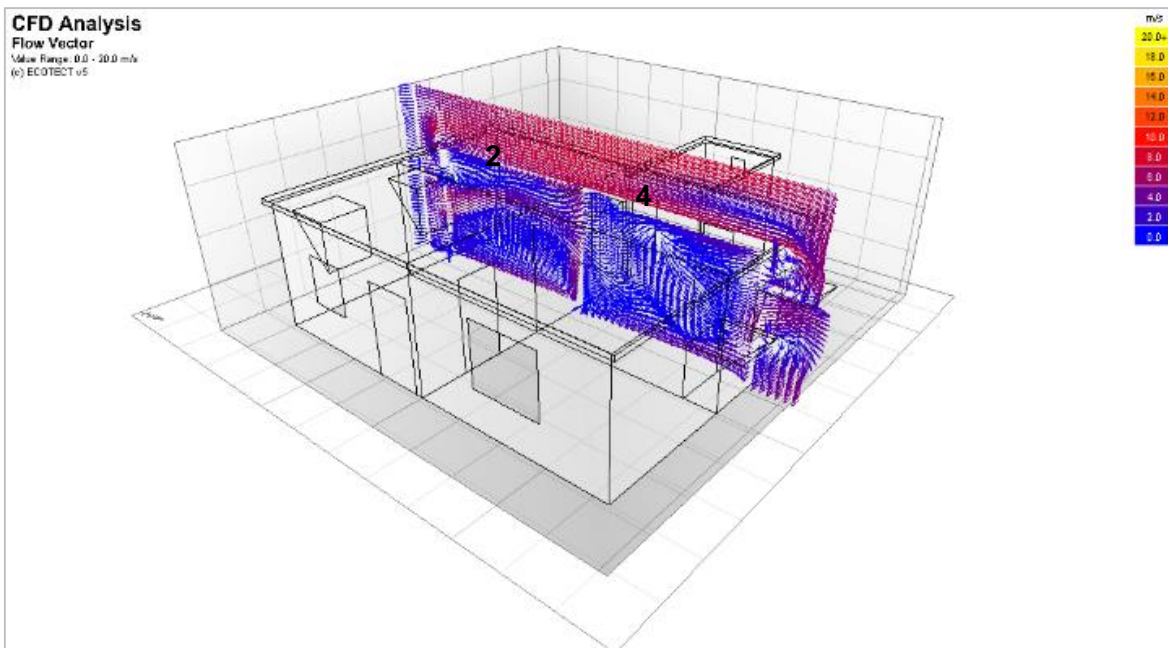


Figura 47. Análisis de ventilación de la vivienda adecuada de Benito Juárez, *efecto “ventilación cruzada”*. Zonas 2 y 4 vista en corte. Fuente: Elaboración propia utilizando el programa Ecotect Analysis 2011.

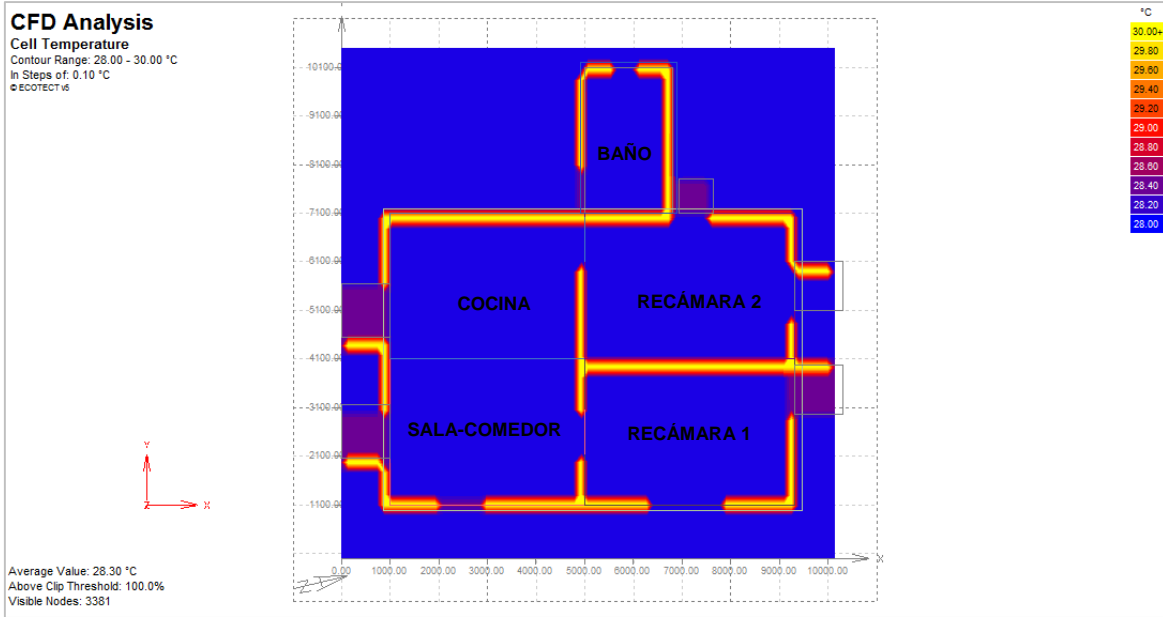


Figura 48. Temperatura por zonas de acuerdo al Análisis de ventilación de la vivienda adecuada de Benito Juárez. Fuente: Elaboración propia utilizando el programa Ecotect Analysis 2011.

La velocidad del viento aumentó, al presentar velocidades de 1m/s hasta los 2m/s, logrando que la temperatura de las zonas (Figura 48) disminuyera hasta 2°C en la sala-comedor y en la cocina; y 1°C en las recámaras, cambiando significativamente los colores que presentan las imágenes a continuación, logrando entonces la obtención de confort en la vivienda adecuada.

VIVIENDA ACTUAL

VIVIENDA ADECUADA

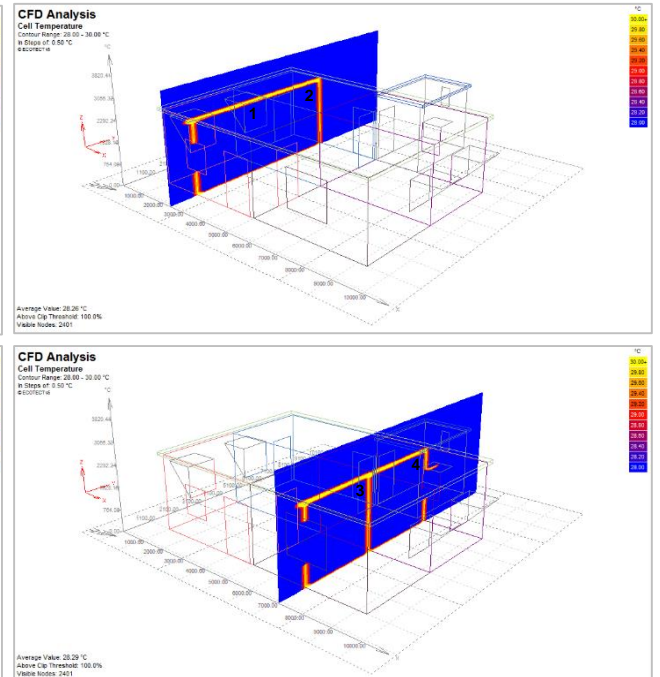
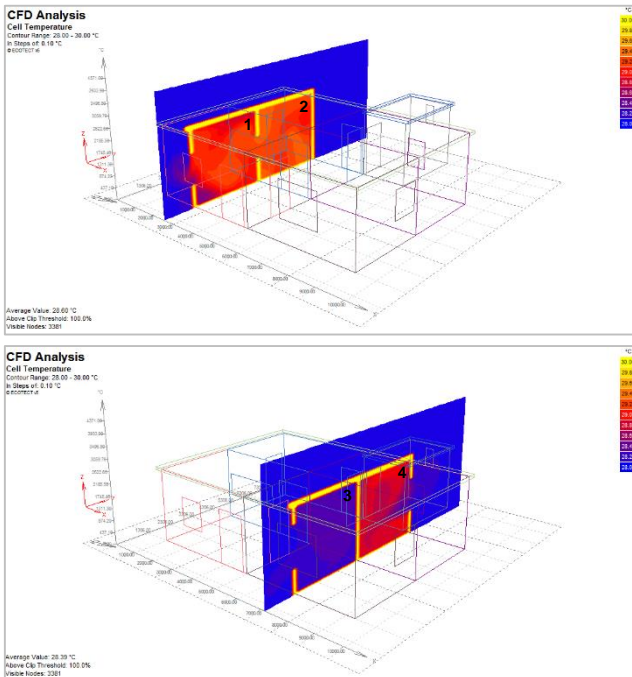


Figura 49. Resultados de *Temperatura* de la vivienda actual de Benito Juárez. Utilizando el programa Ecotect analysis con simulación Win-Air.

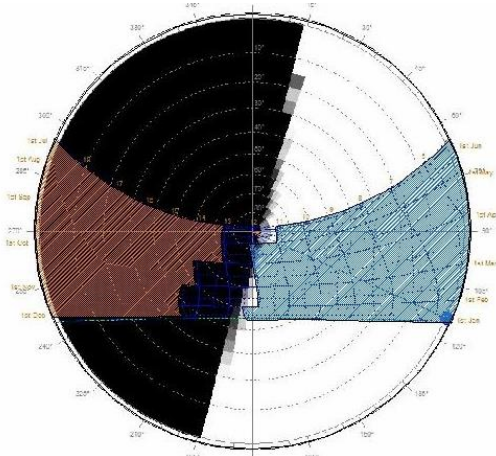
Figura 50. Resultados de *Temperatura* de la vivienda adecuada de Benito Juárez. Utilizando el programa Ecotect analysis con simulación Win-Air.

4.1.5.8 ANÁLISIS DE PROTECCIÓN SOLAR

La forma más eficaz de evitar el sobrecalentamiento debido al sol es limitar el impacto del mismo sobre la vivienda y principalmente en las ventanas. Por esa misma razón, los dispositivos externos son los más eficaces, ya que impiden el contacto de los rayos solares en la vivienda. Se muestran a continuación el análisis de la carta solar estereográfica representando la posición del sol a lo largo del año en la localidad rural Benito Juárez, destacando el asoleamiento y las sombras que se producen en cada ventana de la vivienda.

- **ASOLEAMIENTO**

- FACHADA ESTE**



Gráfica 36. Sombreado de **Ventana 1.** Fachada Este de la Vivienda. Fuente: Elaboración propia.

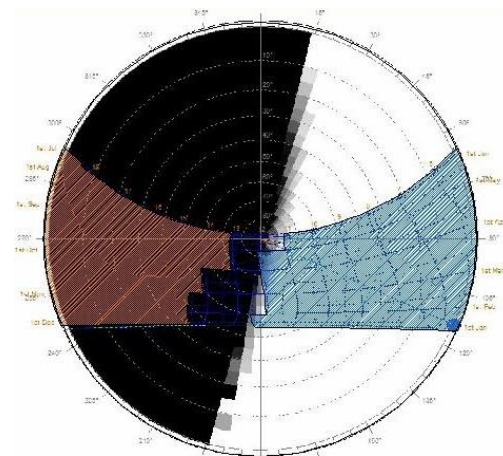


Gráfico 37. Sombreado de **Ventana 2.** Fachada Este de la Vivienda.

De acuerdo a la gráfica 36 y 37, las ventanas 1 y 2 localizadas en la fachada este, se muestra que la vivienda recibe radiación solar durante las primeras horas de la mañana hasta el mediodía (12 horas), a pesar de esto, **no es necesaria la protección solar** en las ventanas de la vivienda con esta dirección. Si bien en invierno dicha radiación será mucho más suave, en verano incidirá más directamente y durante mayor tiempo de manera que es cuando se aporta mucha más cantidad de soleamiento a la fachada este.

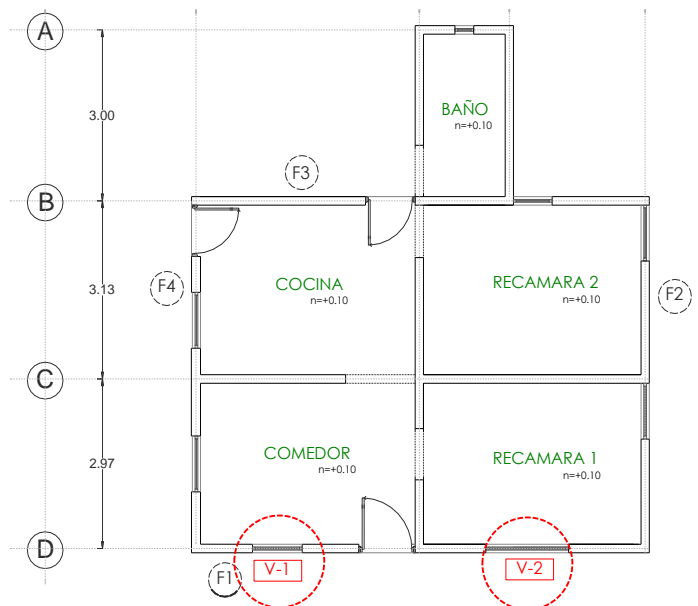


Figura 51. Plano de localización de Ventanas en Fachada Este.

RECOMENDACIONES:

- Es conveniente diseñar algún tipo elemento de sombreado mediante especies vegetales de hoja caduca, que permita aprovechar el sol en invierno y limitar el exceso de radiación del verano. (especialmente de las 8:00 hasta las 12:00 horas).
- Se recomienda el uso de celosías o pared de enredaderas.
- Se recomienda el uso de protectores móviles verticales como las macetas.
- Se recomienda el diseño de ventanas abatible.

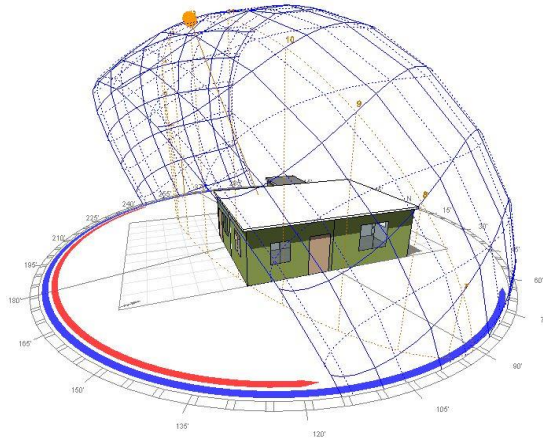
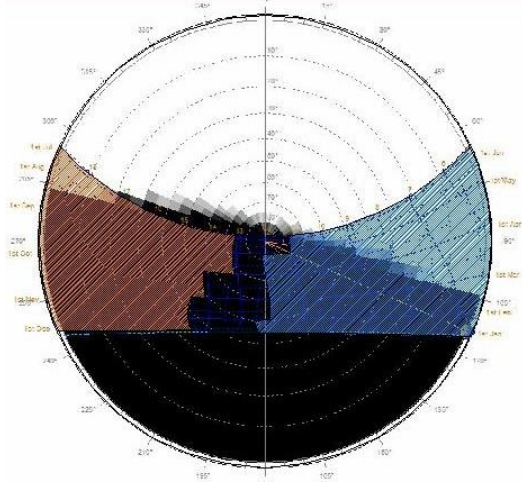


Figura 52. Posición del sol en la fachada Este a las 12 horas.

2. FACHADA NORTE



Gráfica 38. Sombreado de **Ventana 3.** Fachada Norte de la Vivienda. Fuente: Elaboración propia.

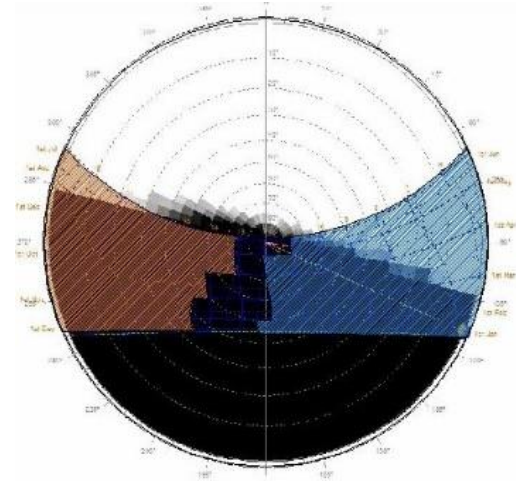


Gráfico 39. Sombreado de **Ventana 4.** Fachada Norte de la Vivienda. Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la gráfica 38 y 39, las ventanas 3 y 4 localizadas en la fachada *norte*, muestran que **la protección solar no es necesaria**, ya que en este tipo de orientación, en las fachadas normalmente el sol no incide de forma directa, de manera que sólo recibe algo de radiación solar a primera y última hora durante los meses de verano en los que el sol realiza un mayor recorrido.

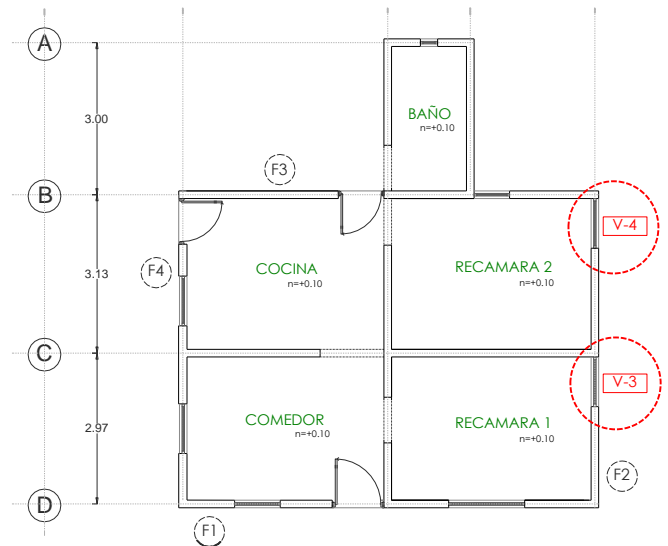


Figura 53. Plano de localización de Ventanas en Fachada Norte.

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda el uso de protectores móviles verticales como las macetas.
- Es conveniente diseñar algún tipo elemento de protección para la lluvia y los vientos dominantes que surgen del noroeste.
- Se recomiendan las ventanas con marco de madera.
- Se recomienda el diseño de ventanas abatible.

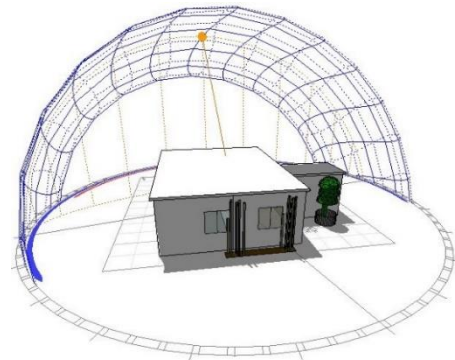
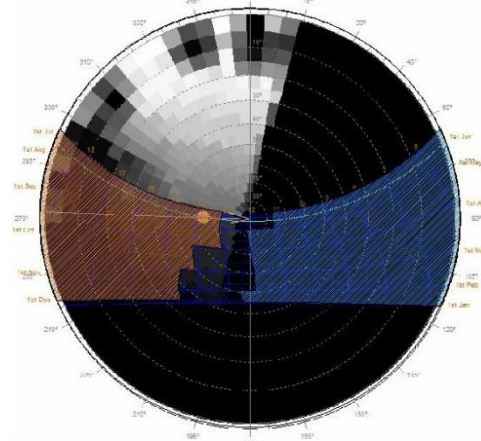


Figura 54. Posición del sol en la fachada Norte a las 12 horas.

3. FACHADA OESTE



Gráfica 40. Sombreado de Ventana 5. Fachada Oeste de la Vivienda. Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica 40, la ventana 5 localizada en la fachada oeste, muestra que **la protección solar no es necesaria** en ningún horario del día. En esta orientación, el sol incide fundamentalmente a partir del mediodía, sobre todo por la tarde recibiendo la radiación solar de las últimas horas del día. El ángulo en el que incide el mismo va decayendo a medida que pasan las horas hasta la puesta de sol. En este caso, la ventana recibe directamente la sombra de los árboles que se encuentran enfrente de esta fachada, por lo tanto, no es necesario la implementación de ningún tipo de protección solar.

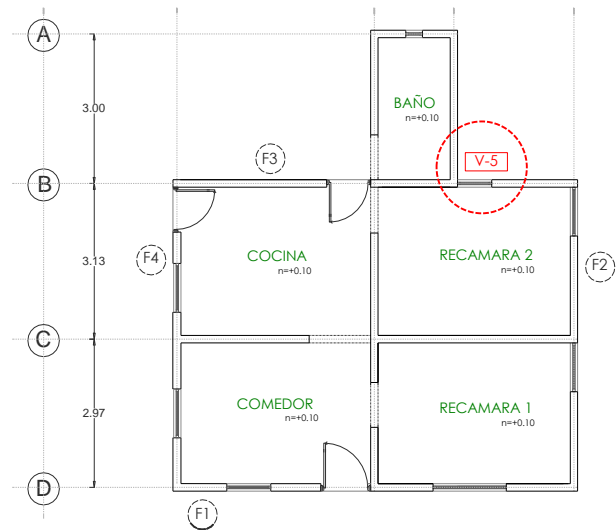


Figura 55. Plano de localización de Ventanas en Fachada Oeste.

RECOMENDACIONES:

- Es conveniente diseñar algún tipo elemento de sombreado mediante especies vegetales de hoja perenne.
- Se recomienda el uso de celosías o pared de enredaderas.
- Se recomienda el uso de pérgolas con enredaderas (verticales) como protección para las ventanas.
- Se recomienda el uso de protectores móviles verticales como las macetas.

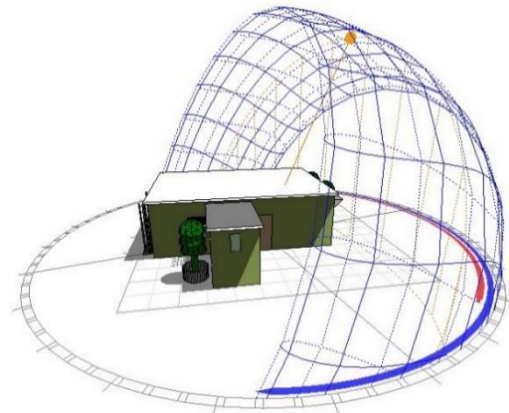
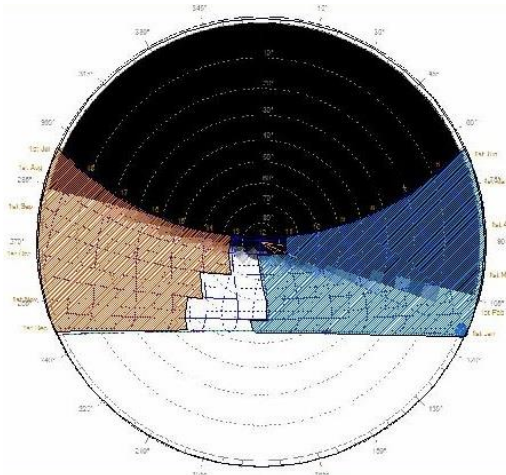
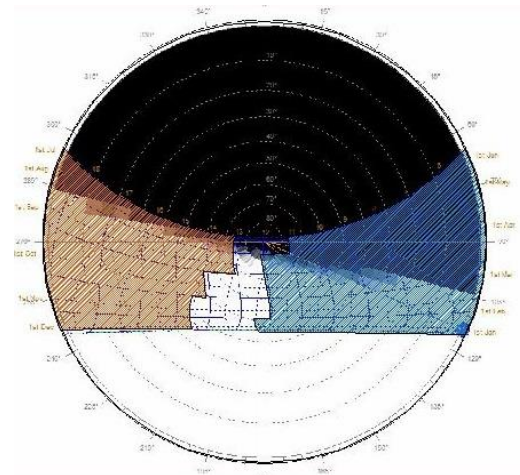


Figura 56. Posición del sol en la fachada Oeste a las 12 horas.

4. FACHADA SUR



Gráfica 41. Sombreado de **Ventana 6.** Fachada Sur de la Vivienda. Fuente: Elaboración Propia.



Gráfica 42. Sombreado de **Ventana 7.** Fachada Sur de la Vivienda. Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a la gráfica 41 y 42, las ventanas 6 y 7 localizadas en la fachada *sur*, muestran que **la protección solar es necesaria todo el día**. Comenzando a proteger del sol desde la mañana, a partir de las 9 horas, hasta el anochecer. Se trata sin duda de la zona de la vivienda que recibe mayor cantidad de radiación solar sobre todo en verano y al mismo tiempo, por donde recibe mayor cantidad de luz natural.

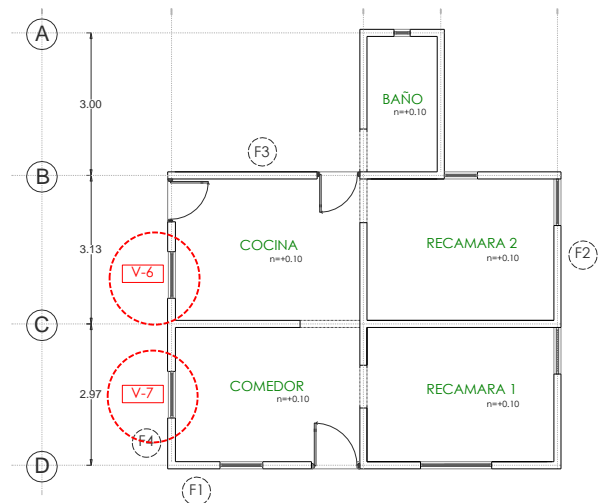


Figura 57. Plano de localización de Ventanas en Fachada Oeste.

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda el uso de protección solar fijo.
- Se recomienda el cuidado de que el viento entre previamente enfriado por elementos humidificantes, sobre todo por vegetación.
- Se recomienda el uso de celosías o pared de enredaderas.
- Se recomienda la utilización de vegetación alta de follaje amplio, de hoja caduca.
- Se recomienda el uso de protectores móviles verticales como las macetas.

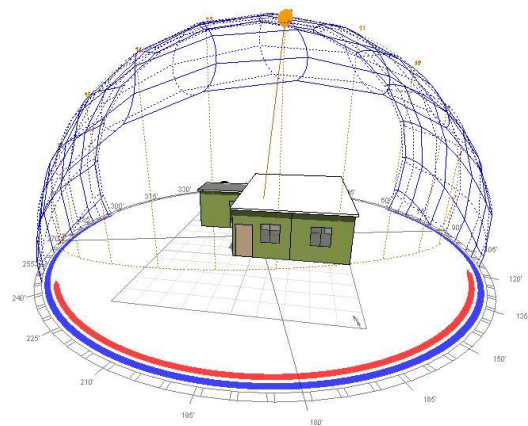


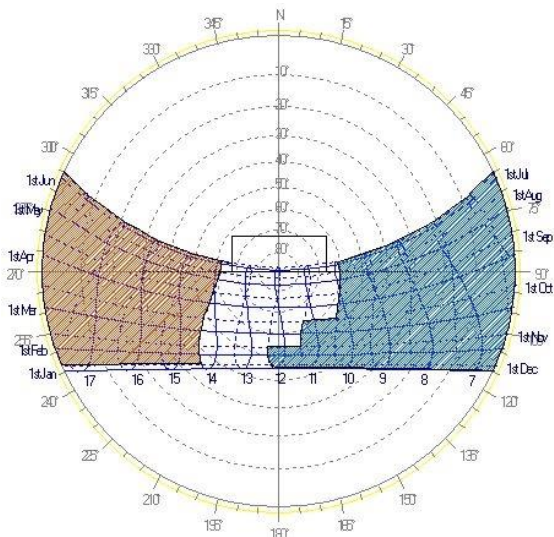
Figura 58. Posición del sol en la fachada Sur a las 12 horas.

▪ PROTECCIÓN SOLAR

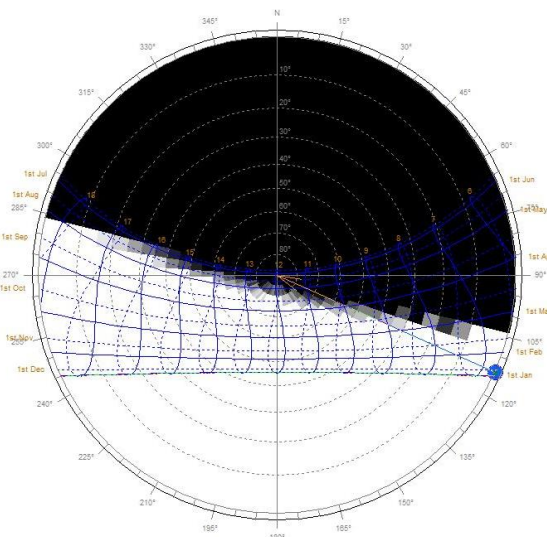
De los elementos climáticos que influyen en el bienestar de los ocupantes de una edificación sin duda uno de los de mayor relevancia es el acertado manejo de la radiación solar; “un proyecto bien resuelto aprovechará la radiación procedente del sol durante las horas más frías del día y se protegerá de ella durante las horas más calientes” (Salazar, 2003). En las gráficas anteriores se muestra el asoleamiento que reciben las ventanas que conforman la vivienda, empatadas con las gráficas solares y las recomendaciones de climatización. A continuación se muestran los resultados del análisis.

Herramientas para determinar la protección solar

De todos los diagramas auxiliares de proyección solar se seleccionó el método estereográfico, para el diseño de los elementos de control solar y la determinación de las sombras proyectadas. Este método consta del diagrama solar y el diagrama de ángulos de sombra. El diagrama solar es una representación estereográfica de la trayectoria solar, en donde indican el recorrido del sol en cada mes del año y a cada hora en una latitud determinada.



Gráfica 43. Gráfica solar estereográfica de la ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración Propia.



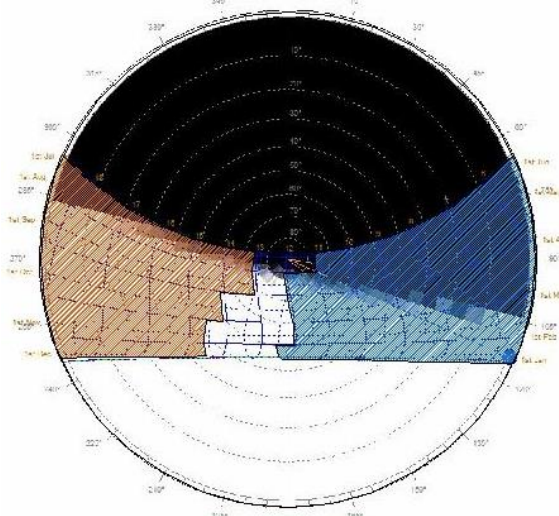
Gráfica 44. Gráfica de sombreado y asoleamiento de ventana. Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo con el autor Fuentes, Freixanet, V., (2004) el diagrama solar (Gráfica 43), “permite definir la mejor orientación y la ubicación de cada uno de los espacios en función de sus requerimientos de asoleamiento, y requerimientos térmicos, ya sea por ganancias directas o indirectas de la radiación solar. Además del posterior diseño de dispositivos de protección y control solar”, razón principal del uso de la gráfica solar para este caso.

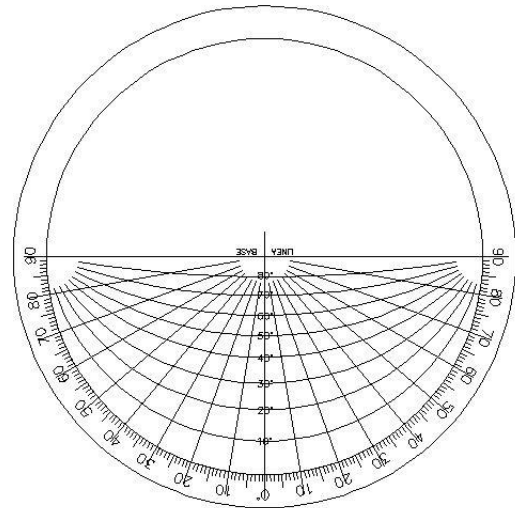
La gráfica 44, representa la ventana a analizar, teniendo como factores importantes el sombreado y el asoleamiento. El objetivo principal es empatar los dos gráficos para determinar las horas en las que es necesaria o no la protección solar.

▪ **ANÁLISIS DE VENTANA SUR**

Es importante mencionar que las gráficas representan la variación del factor de eficiencia de protección solar para una latitud, orientación y ventana particulares, en este caso será analizada la ventana con orientación al Sur.

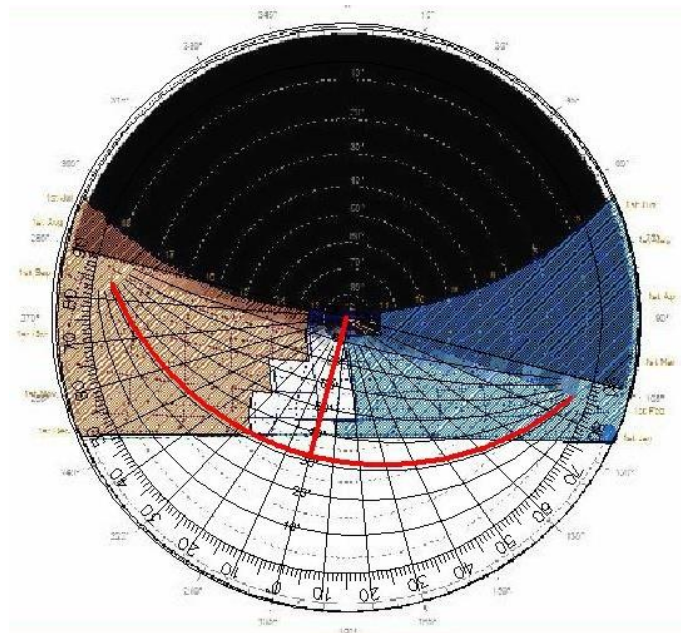


Gráfica 45. Ventana orientada al Sur empataada con la Gráfica solar de la ciudad de Tepic, Nayarit. Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 46. Ángulos de la posición solar. Fuente: Elaboración propia.

El procedimiento realizado para determinar la protección solar de la ventana consistió en superponer la gráfica de “ángulos de la posición solar” (Gráfica 46), sobre la “gráfica solar empataado con la ventana orientada al sur” (Gráfica 45). Con esto, se pudo determinar la posición del sol para determinado mes, día y hora.



■ Área de Sobrecalentamiento
■ Área de Enfriamiento

Gráfica 47. Gráfica solar con máscara de sombras. Fuente: Elaboración Propia.

El diagrama de Ángulos de sombra (Figura 59) se emplea para determinar el comportamiento de los elementos de sombra. Se define por dos ángulos: el ángulo de sombra vertical (se representa en corte) y el ángulo de sombra horizontal (se representa en planta). Se analizó el tipo de elemento que es más conveniente para proyecciones horizontales o verticales. Para este caso, y de acuerdo a la orientación de la ventana analizada (sur), se utilizó el ángulo de sombra vertical (línea roja en la gráfica 47), mostrado a continuación.

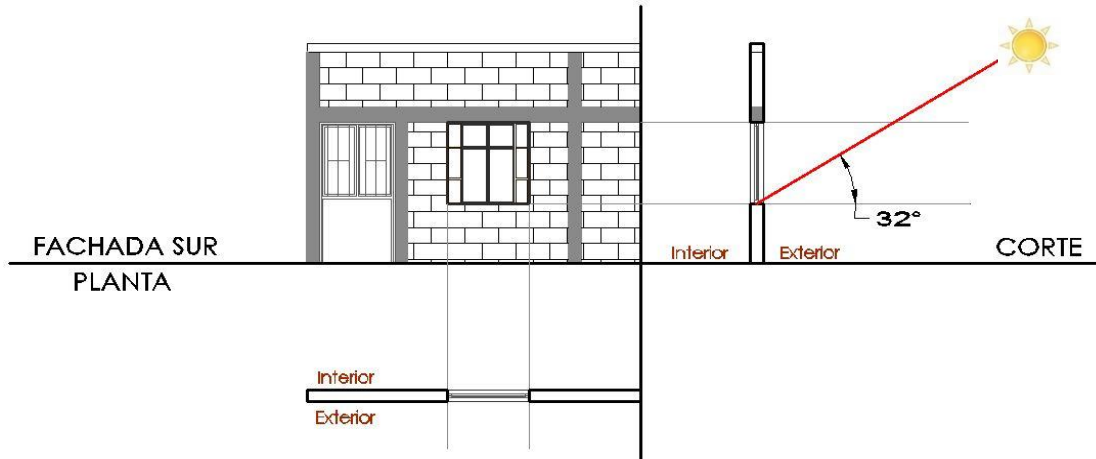


Figura 59. Diagrama de Ángulos de sombra vertical. Fuente: Elaboración propia.

Se muestra en el diagrama de ángulos de sombra la posición exacta del **ángulo de sombra vertical de 32°** representado en la figura anterior. A partir de este resultado se seleccionó una u otra posibilidad o una combinación de ambas para diseñar un elemento horizontal (losa, pérgolas, aleros, toldos) llegando a la conclusión de que la opción factible, tomando en cuenta problemas constructivos, estructurales, y de costo, **es un elemento mixto** (horizontal y vertical), en su mayoría realizado con materiales del mismo lugar.

▪ **DISEÑO DE PROTECCIÓN SOLAR - PROPUESTA 1**

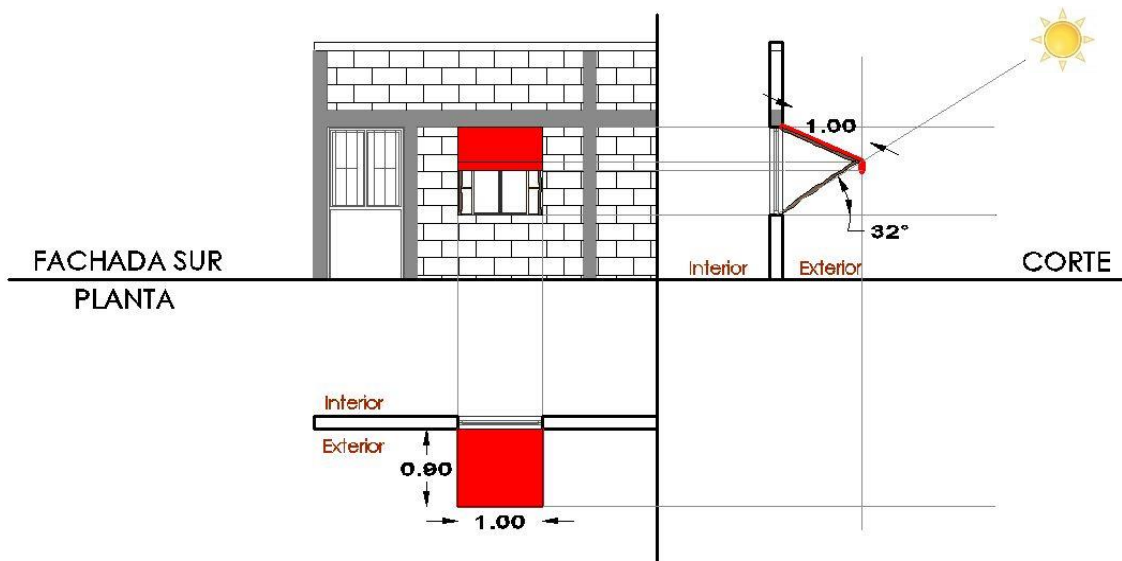
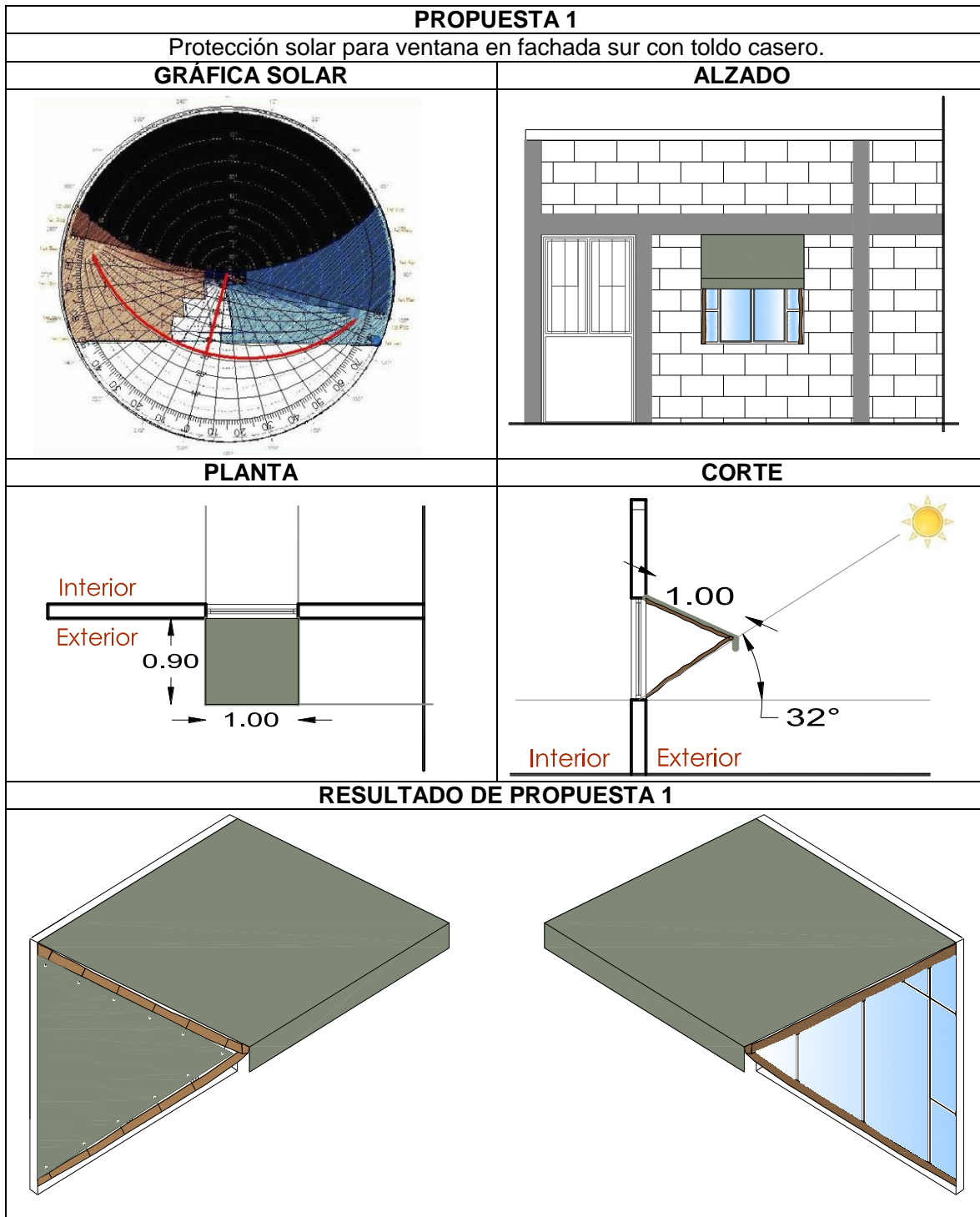


Figura 60. Propuesta 1 para la protección solar de la fachada sur de la vivienda adecuada. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 60, se muestra el diseño de la propuesta de protección solar (en color rojo para su mayor entendimiento) para la vivienda rural de Benito Juárez. El toldo casero, es un material de construcción económico y muy sencillo de realizar. Anteriormente se mencionó que las personas de la localidad emplean la autoconstrucción de sus viviendas, entonces, la idea es que la población realice sus propios toldos, ya sea con tela o lona (estas dos pueden ser reutilizables) y la estructura de palos de madera o tubería de PVC.



Es recomendable utilizar colores claros como el blanco, gris o color madera en los materiales a seleccionar, ya que los colores oscuros absorben más el calor. Es fundamental que en el diseño del toldo, aparte de la protección superior, también la parte lateral izquierda se encuentre cubierta, ya que los rayos del sol alcanzan a entrar a la vivienda por algunas horas de la tarde. Se presentan a continuación los resultados obtenidos.

- **RESULTADOS – Programa Ecotect Analysis**

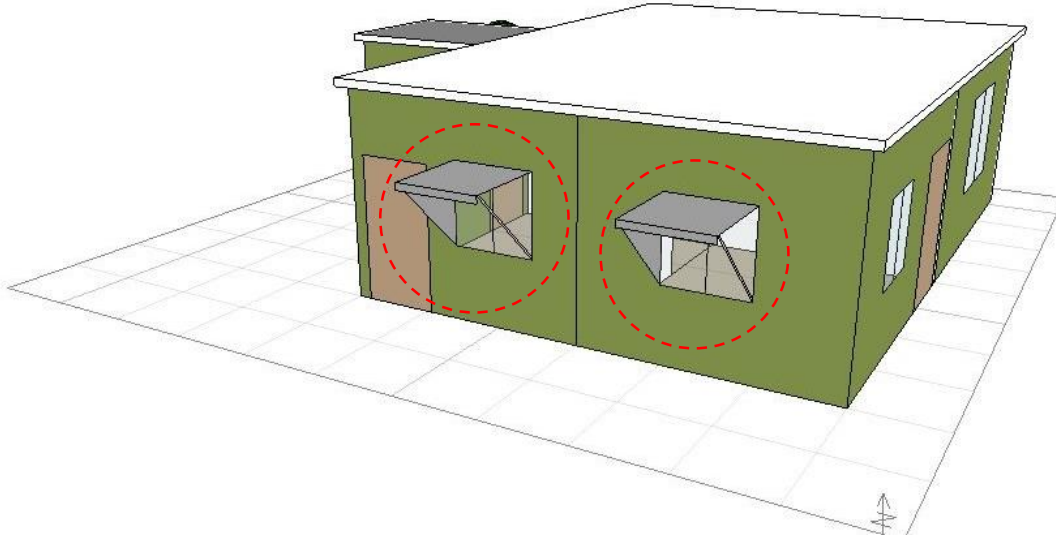
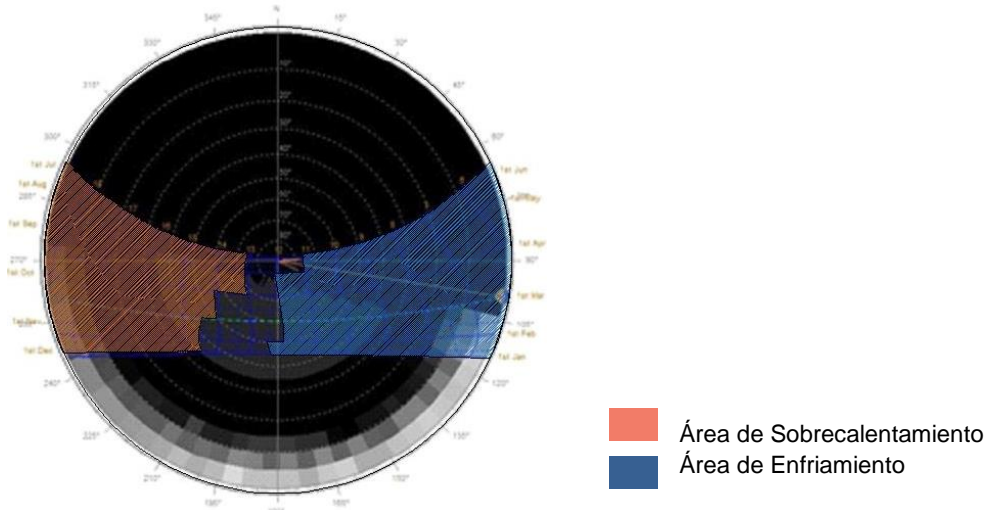


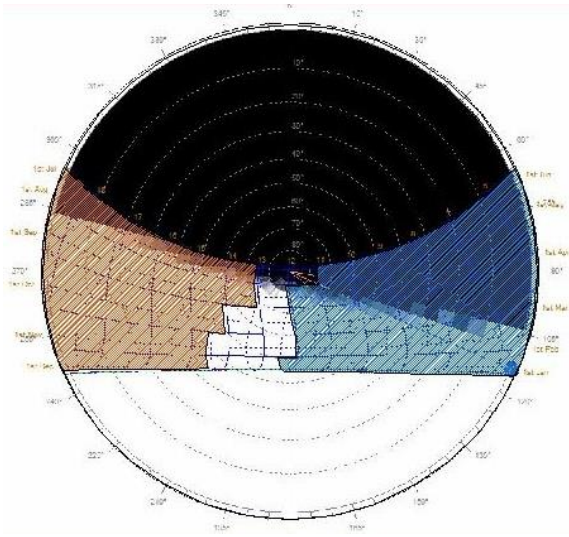
Figura 61. Aplicación de protección solar en ventanas Sur. Fuente: Elaboración propia utilizando programa Ecotect Analysis.

La protección solar exterior es uno de los métodos más efectivos para reducir las ganancias de calor a través de las aberturas y ventanas. El programa Ecotect Analysis es un programa de simulación que evalúa la eficiencia de las protecciones en el bloqueo solar de acuerdo a la ubicación del sol y a la orientación de la fachada, en este caso la sur. La propuesta 1 de protección solar para las ventanas 6 y 7 de la fachada sur se realizó en el programa Ecotect para su análisis (Figura 61).

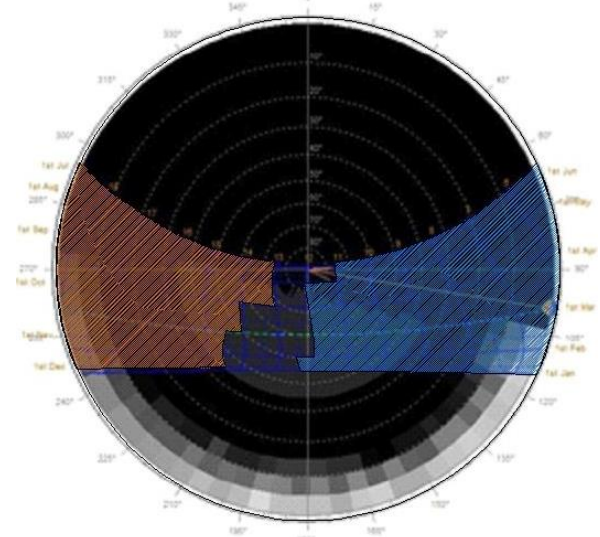


Gráfica 48. Resultado de la **Propuesta 1** para la protección solar en ventanas sur. Fuente: Ecotect Analysis.

La gráfica 48 muestra que las ventanas ya protegidas en la fachada sur, ya no tienen sol directo ni por la mañana ni por la tarde, reduciendo entonces, las ganancias de calor en la vivienda. Un diseño adecuado de protección solar evitará el sobrecalentamiento en las ventanas, por lo tanto es esencial disponer protecciones solares que permitan evitar las ganancias excesivas por radiación solar y evitar posibles focos de deslumbramiento en el campo visual de los usuarios. Las gráficas 49 y 50 son el antes (vivienda actual) y el después (vivienda adecuada) de las ventanas en la fachada sur.



Gráfica 49. Gráfica solar de ventana orientada al sur sin protección solar. Fuente: Ecotect Analysis.



Gráfica 50. Gráfica solar de ventana orientada al sur con protección solar. Fuente: Ecotect Analysis.

▪ **DISEÑO DE PROTECCIÓN SOLAR - PROPUESTA 2**

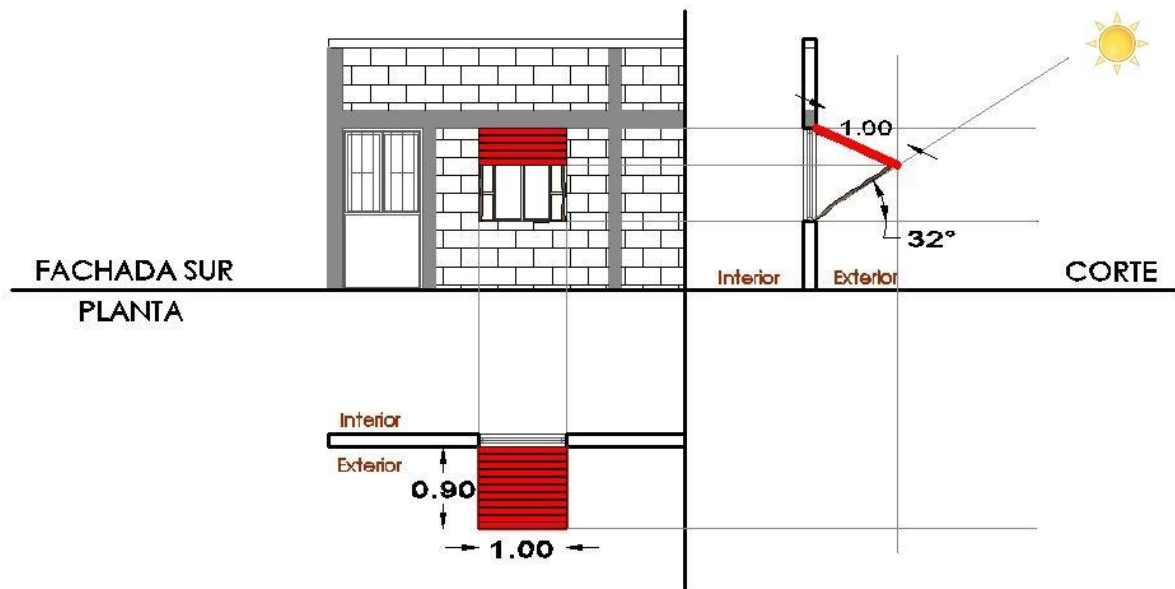
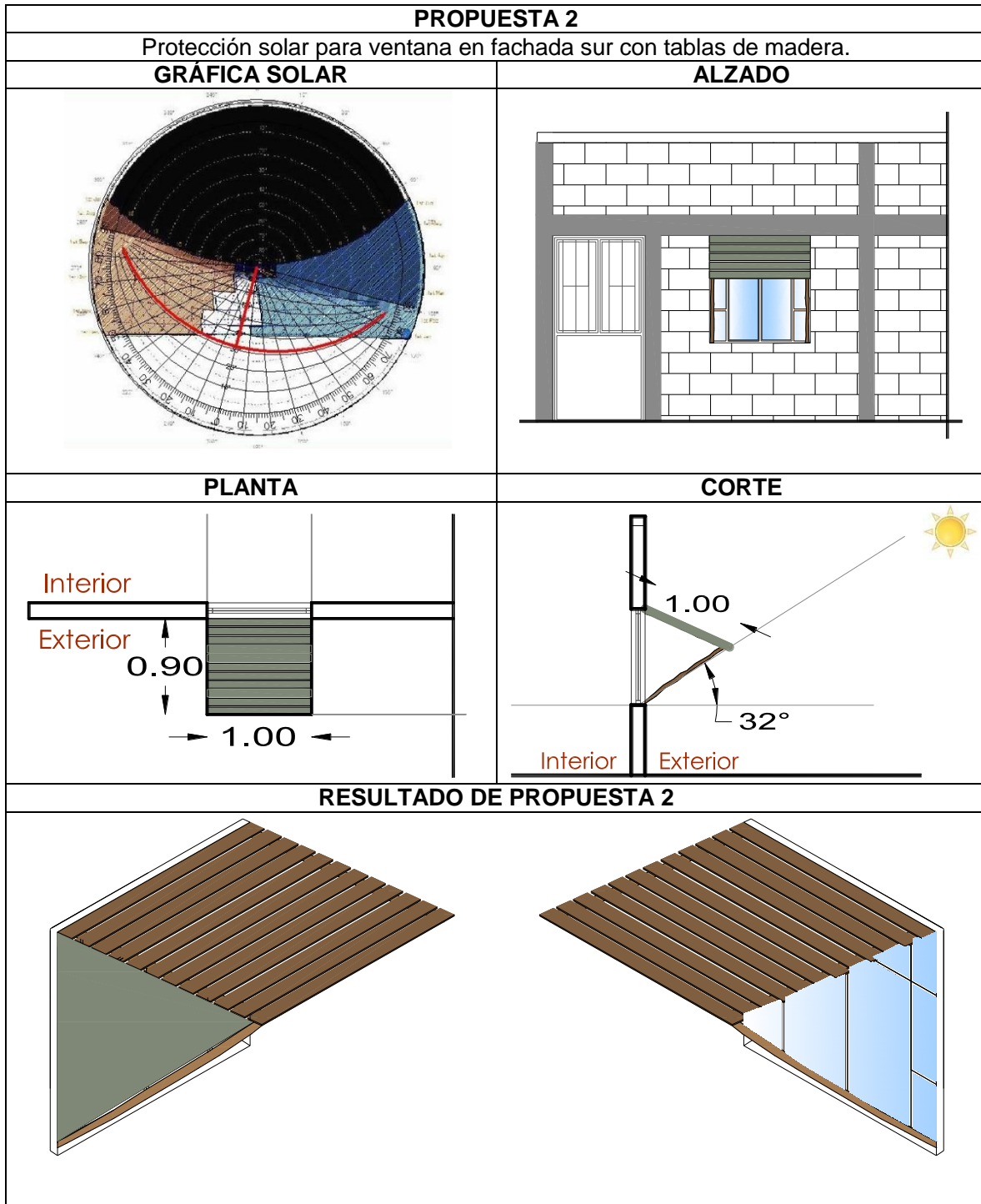


Figura 62. Propuesta 2 para la protección solar de la fachada sur de la vivienda adecuada. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 62 se muestra el diseño de la propuesta de protección solar (en color rojo para su mayor entendimiento) para la vivienda rural de la Localidad. Las pérgolas realizadas con tablas de madera, también son un elemento de construcción económico y muy sencillo de realizar. Anteriormente se mencionó que las personas de la localidad emplean la autoconstrucción de sus viviendas, entonces, la idea es que la población realice sus propia protección solar con madera de preferencia “triplay o madera reutilizable”. La estructura también puede ser con palos de madera o tubería de PVC.



Es muy recomendable utilizar el color natural de la madera, en caso de ser pintada, los colores blanco o gris, también son adecuados, ya que los colores oscuros absorben más el calor. Es fundamental que el diseño de las pérgolas de madera, cuenten con protección en la parte superior y también en la parte lateral izquierda, ya que los rayos del sol alcanzan a entrar a la vivienda por algunas horas de la tarde.

- **RESULTADOS – Programa Ecotect Analysis**

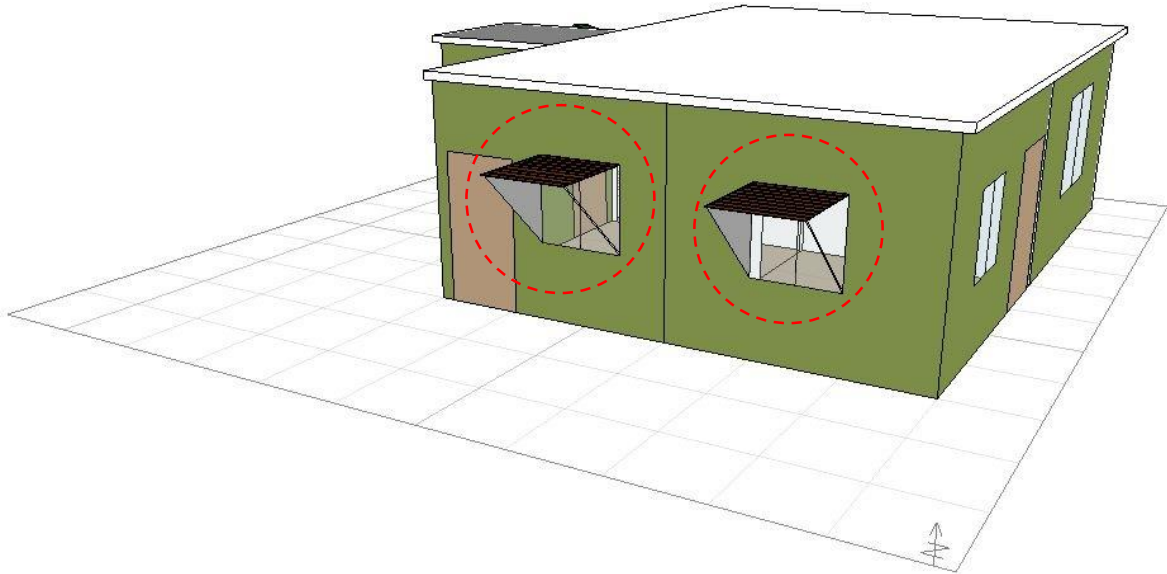
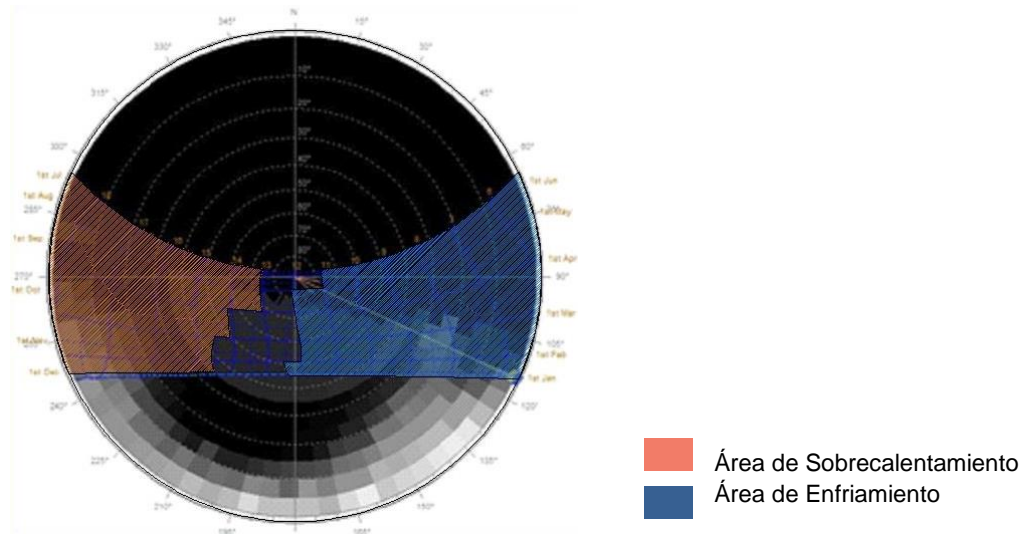


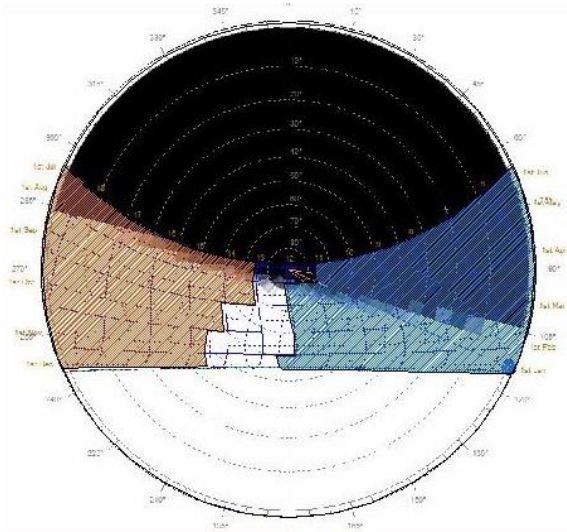
Figura 63. Aplicación de protección solar en ventanas sur. Fuente: Elaboración propia utilizando programa Ecotect Analysis.

El programa Ecotect Analysis es un programa de simulación que evalúa la eficiencia de las protecciones en el bloqueo solar de acuerdo a la ubicación del sol y a la orientación de la fachada, en este caso la sur. La propuesta 2 de protección solar para las ventanas 6 y 7 de la fachada sur se realizó en el programa Ecotect para su análisis (Figura 63).

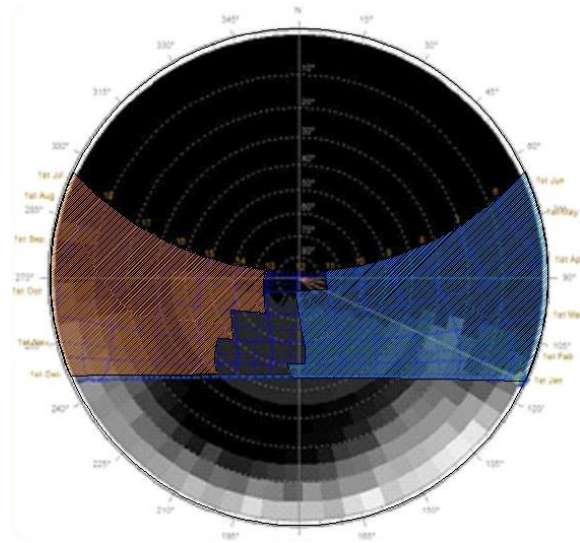


Gráfica 51. Resultado de la **Propuesta 2** para la protección solar en ventanas sur. Fuente: Ecotect Analysis.

El resultado de la propuesta 2 (gráfico 51) demuestra que las ventanas ya protegidas en la fachada sur tampoco tienen sol directo ni por la mañana ni por la tarde, reduciendo también, las ganancias de calor en la vivienda. En este diseño de propuesta de protección solar también se reduce considerablemente las ganancias de calor que el sol produce en la vivienda actual. Las gráficas 52 y 53 son el antes (vivienda actual) y el después (vivienda adecuada) de las ventanas en la fachada sur.



Gráfica 52. Gráfica solar de ventana orientada al sur **sin protección solar.** Fuente: Ecotect Analysis.



Gráfica 53. Gráfica solar de ventana orientada al sur **con protección solar.** Fuente: Ecotect Analysis.

Las dos propuestas de protección solar presentadas anteriormente cubren perfectamente la entrada de sol a la vivienda, pero, cabe señalar que la propuesta número 1 es la que tiene mayor protección de luz solar, por el tipo de material seleccionado. Con las dos propuestas de protección solar realizadas se logró disminuir el 90% del ingreso de radiación solar que provocaba sobrecalentamiento en la vivienda (de acuerdo a la orientación en la que se encuentran las ventanas), gracias a esto, la vivienda logrará mantener un confort interior adecuado sin necesidad de que el usuario pase el mayor tiempo en el exterior de la vivienda.

4.2 DISEÑO APLICATIVO DE LA SOLUCIÓN

▪ MODELO DEMOSTRATIVO DE VIVIENDA SUSTENTABLE

Es importante recordar que en el análisis realizado del interior de la vivienda presentó un comportamiento térmico no satisfactorio, resultando con un alto grado de sobrecalentamiento. En todas las zonas analizadas se presentó un grado de confort deficiente, estos resultados se derivaron de distintas causas como la cubierta y muros sin aislamiento, en donde la solución era el buen manejo de la inercia térmica de los materiales. Otra causa del sobrecalentamiento fue que el movimiento del aire en el interior de la vivienda estaba minimizado o impedido, descubriendo en el análisis de ventilación, que las ventanas existentes carecían de practicidad y diseño e impedían al mismo tiempo el acceso del aire. Para la vivienda de la localidad rural Benito Juárez, de acuerdo a los resultados del análisis térmico, de ventilación y de protección solar mostrados anteriormente, se aplicaron las estrategias de diseño estudiadas y analizadas para obtener como resultado el modelo demostrativo de vivienda sustentable desarrollado como alternativa habitacional en la localidad rural Benito Juárez en Tepic, Nayarit. Se presentan a continuación los resultados.

1. FACHADA ESTE

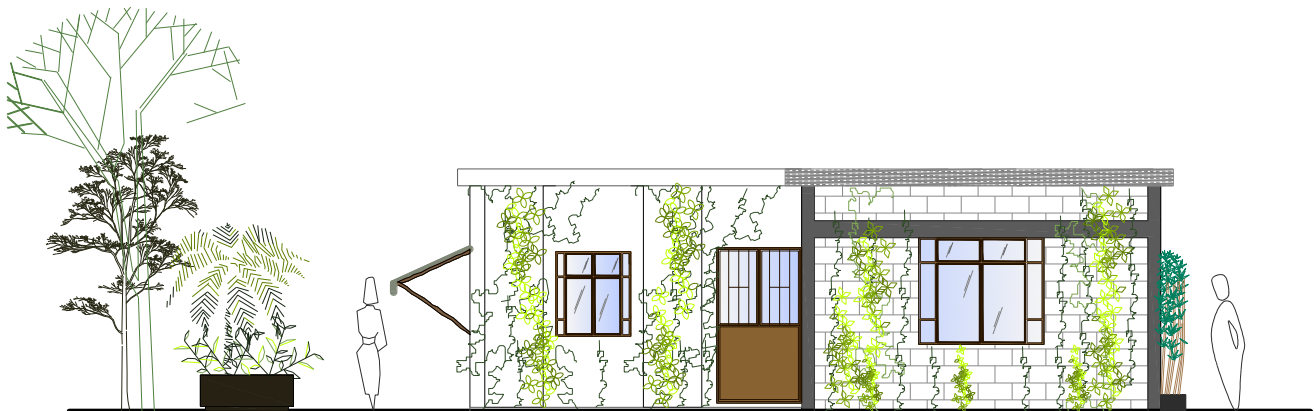


Figura 64. Diseño aplicativo de la Fachada Este. Fuente: Elaboración propia.

➔ Estrategias aplicadas a la Fachada Este.

- Pared de enredaderas.
- Ventanas abatibles.
- Herrería en ventanas pintados color blanco o de madera.
- Protectores móviles verticales como las macetas.

2. FACHADA NORTE



Figura 65. Diseño aplicativo de la Fachada Norte. Fuente: Elaboración propia.

→ Estrategias aplicadas a la Fachada Norte.

- Nueva abertura (ventana derecha) con protección solar semi permanente (jardín vertical).
- Ventilación cruzada.
- Protectores móviles verticales como las macetas.
- Ventanas abatibles.
- Sombreado mediante especies vegetales de hoja caduca (bambú) para el aprovechamiento del sol en invierno y limitar el exceso de radiación del verano. (especialmente de las 8:00 hasta las 12:00 horas).

3. FACHADA OESTE



Figura 66. Diseño aplicativo de la Fachada Oeste. Fuente: Elaboración propia.

→ Estrategias aplicadas a la Fachada Oeste.

- Sombreamiento mediante especies vegetales de hoja perenne.
- Pared de enredaderas.
- Pérgolas de madera con enredaderas (verticales) como protección para la ventana.
- Protectores móviles verticales como las macetas.
- Ventanas Abatibles.

4. FACHADA SUR



Figura 67. Diseño aplicativo de la Fachada Sur. Fuente: Elaboración propia.

➔ Estrategias aplicadas a la Fachada Sur.

- Nuevas aberturas (ventana derecha e izquierda) con protección permanente para el sol y la lluvia.
- Ventilación cruzada.
- Elementos humidificantes para la entrada del viento, sobre todo por vegetación.
- Pared de enredaderas.
- Vegetación alta de follaje amplio de hoja caduca.
- Protectores móviles verticales como las macetas.
- Herrería en ventanas pintados color blanco o de madera.

El objetivo principal de este proyecto fue la realización de un modelo demostrativo de vivienda sustentable, pero al mismo tiempo, que pudiera ser desarrollado como alternativa habitacional en la localidad rural Benito Juárez, considerando principalmente las posibilidades económicas de la población que pertenece al lugar.

El modelo de vivienda sustentable rural fue realizado por el conjunto de técnicas y estrategias de diseño estudiadas y analizadas a partir del clima local. Conforme a las necesidades del usuario, se introdujo la idea fundamental del aprovechamiento de los recursos naturales, de una manera consciente y lógica, proponiendo la utilización de los materiales disponibles en el lugar. De acuerdo a las características del clima al que pertenece la localidad rural Benito Juárez, las principales estrategias a considerar fueron principalmente las térmicas, de ventilación y de protección solar (descritas y presentadas anteriormente).

Hoy en día, cuando se habla de vivienda rural, se ha vuelto indispensable (a la hora de adecuar o proyectar la arquitectura) pensar en sustentabilidad, ya que es imposible no considerar un proyecto de vivienda ajeno a las situaciones económicas en las que se encuentra inmersa esta población. A pesar de esta limitante, para el modelo de vivienda sustentable, se logró adecuar la vivienda, obtener un mayor confort con las estrategias propuestas y el óptimo uso de los recursos naturales.

4.3 FACTIBILIDAD Y VALIDACIÓN

4.3.1 METODOLOGÍA SAT APLICADA A AISLAMIENTOS TÉRMICOS EN LA VIVIENDA RURAL

4.3.1.1 ¿Qué es la Metodología SAT?

La metodología SAT es un procedimiento que permite la evaluación objetiva cuantitativa, análisis de sensibilidad y la incorporación de escenarios. El sistema dominante de la toma de decisiones en la selección de la tecnología, se centra en los aspectos económicos y tiende a disociar los factores sociales y medioambientales, en donde asegura la eficiencia de recursos (económicos y medioambientales) y la aceptación social. Incorpora mejoras continuas a través del ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar. Es importante destacar que esta metodología fue modificada y adaptada por el profesor Álvarez, F., (2015), para la evaluación de tecnologías en la vivienda sustentable.

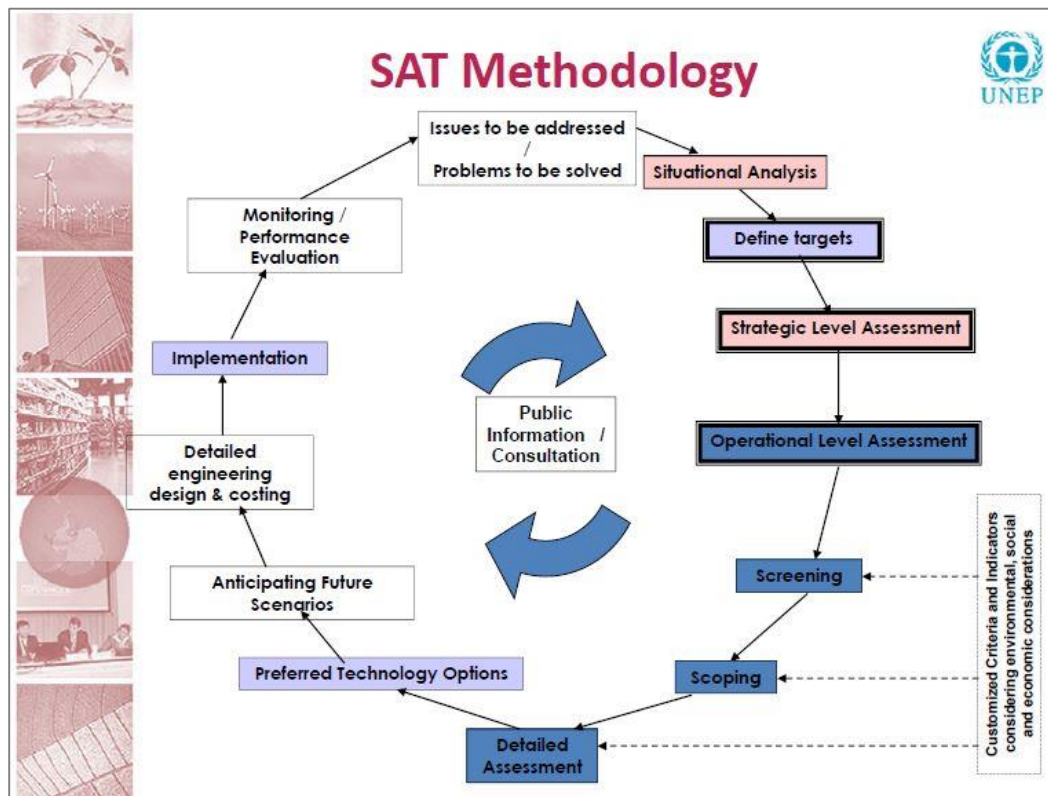


Figura 68. Ciclo metodológico SAT. Fuente: (UNEP, 2011).

4.3.1.2 PROBLEMAS A RESOLVER

El confort térmico es una de las variables más importantes a tomar en consideración en el reacondicionamiento bioclimático de los edificios. Se refiere principalmente a las condiciones de bienestar en el individuo, pero desde el punto de vista higr-térmico, es decir, de su relación de equilibrio con las condiciones de temperatura y humedad en un lugar determinado. Considerando las sensaciones fisiológicas y psicológicas que experimentan las personas frente a las condiciones

impuestas en un ambiente térmico. En el diseño bioclimático, considera una serie de criterios para optimizar el ambiente térmico en los espacios interiores, véase figura 69.

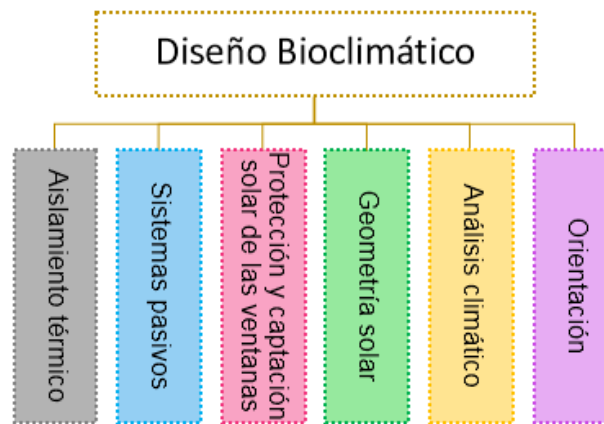


Figura 69. Diseño Bioclimático. Fuente: Elaboración propia.

En este trabajo, se mencionaron anteriormente diversos tipos de aislamientos térmicos naturales, que se relacionan íntimamente con materiales de construcción con características térmicas que permiten controlar las condiciones de temperatura. Para ello, es preciso considerar los factores de inercia térmica: densidad, calor específico, conductividad térmica y espesor del material.

Se presenta a continuación un estudio realizado de los aislantes térmicos en donde se busca el cumplimiento con los principios de sustentabilidad: ambiental, económico y social.

4.3.1.3 ANÁLISIS SITUACIONAL

Mucho se ha escrito sobre el fenómeno de la urbanización y los planes de gobierno en las grandes ciudades; sin embargo, poco se ha tratado sobre el impacto del proceso de urbanización en la vivienda rural, lugar en donde la mayor parte de la población de escasos recursos habita y al mismo tiempo, lugar con los principales problemas de habitabilidad, en la ciudad de Tepic. Como consecuencia de la industrialización y la acelerada urbanización, las viviendas de las zonas rurales en la ciudad de Tepic han quedado marginadas, lo que ha conllevado a una pérdida del patrimonio cultural y ecológico.

Teniendo como problema central, el limitado acceso a opciones de vivienda, los escasos programas de ayuda hacia la vivienda, por parte del gobierno, los bajos ingresos económicos y las condiciones precarias habitacionales de la población en condiciones de pobreza. Esta problemática se refleja en un alto porcentaje de los hogares pobres que habitan viviendas en situación de hacinamiento, elaboradas con materiales deteriorados y sin acceso a los principales servicios básicos, pero sobre todo, las inadecuadas condiciones de habitabilidad o confort en el interior de la vivienda, causadas por los altos índices de temperatura y humedad. Cuando se habla de vivienda rural es imperativo no pensar en el Desarrollo Sustentable. Es importante mencionar, que para la tercera década del presente siglo, en México habrá casi 40 millones de hogares.

La mayor parte de las viviendas rurales o urbanas que se construyen en México siguen sin considerar acciones mínimas de sustentabilidad. Por este motivo, ya no se pueden considerar proyectos de vivienda ajeno a las situaciones económicas y medioambientales que afectan a la ciudad de Tepic y al Estado en general. Ya no se puede creer que las acciones u omisiones de diseño no tienen impacto en el medio ambiente. No se puede construir o diseñar sin considerar la problemática social y calidad de vida del futuro usuario. Al momento de diseñar, es necesario abordar soluciones desde la perspectiva sustentable, solo así es que un proyecto de vivienda se puede considerar completo y funcional para la gente que más lo necesita, como lo es la de escasos recursos.

4.3.1.4 OBJETIVOS

1. Crear satisfacción en los usuarios a través de la edificación sustentable.
2. Mejorar las condiciones de habitabilidad implementando estrategias para lograr el confort higro térmico.
3. Aprovechar de la manera más eficiente los recursos naturales y las condiciones climáticas del lugar.
4. Promover valores y comportamientos sustentables en los usuarios.
5. Reducir riesgos fisiológicos provocados por la humedad, exceso de calor y frío.
6. Aceptación social en términos de sustentabilidad.
7. Emplear tecnologías de bajo costo, pequeña escala, fácil de usar, que utilice recursos y materiales locales y que fomente la autoconstrucción.
8. Disminuir el gasto de consumo energético en la vivienda.
9. Fomentar la participación social.

4.3.1.5 CUMPLIMIENTO DE LEYES, NORMAS, REGLAMENTOS Y LIMITANTES DEL COSTO

Se muestra una comparativa entre diversas leyes, normas y reglamentos con el sistema constructivo de diversos aislamientos térmicos que pueden ser implementados en la vivienda rural (tabla 28). También se deben de considerar la Norma Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones, que por limitantes de tiempo no se pudo evaluar.

Referencias de fuentes de tabla:

- A. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- B. NORMA MEXICANA NMX-AA-164-SCF1-2013. Edificación sustentable-criterios y requerimientos ambientales mínimos.
- C. Créditos e Hipoteca Verde de INFONAVIT
- D. Ley de vivienda.
- E. Código de Edificación de vivienda. CONAVI 2010.
- F. Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-1993, Salud Ambiental. Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al ozono (O_3). valores normados para la concentración de ozono (O_3) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población, para quedar como norma oficial mexicana nom-020-ssa1-1993, salud ambiental. criterio para evaluar el valor límite permisible para la concentración de ozono (O_3) de la calidad del aire ambiente. criterio para evaluar la calidad del aire.

SISTEMA CONSTRUCTIVO	CUMPLIMIENTO CON NORMAS, LEYES O REGLAMENTOS					
	A	B	C	D	E	F
AISLAMIENTO A BASE DE LINO						
<p>No requiere instalación especializada.</p> <p>Para su procedimiento de instalación, requiere colocar una guía con perfiles de madera, situados a cada 50 cm. Después se debe situar el aislante de lino en cada sección. Por consiguiente hay que cortar el panel de lino con amoladora de disco o con un cuchillo de dientes finos. Por último se debe sujetar con grapas sobre el armazón de manera. Para su recubrimiento, se recomienda panel de yeso, durock o triplay.</p>	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
AISLAMIENTO A BASE DE CORCHO						
<p>No requiere instalación especializada.</p> <p>Para su instalación, se requiere limpiar el área, quedando libre de polvo y residuos. Después hay que aplicar adhesivo para fijar el aislante. Por último de debe colocar el rollo o lámina de corcho y presionar. Para su recubrimiento, solo hay que colocar un barniz especial para proteger con la humedad.</p>	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
AISLAMIENTO A BASE DE LANA						
<p>No requiere instalación especializada.</p> <p>De acuerdo a su instalación, se requiere ubicar una guía con perfiles de madera, situados a cada 50 cm. Aprox. Después se debe extender cuidadosamente el rollo de lana en cada sección. Por último, se debe dejar una separación de 1/4" en ambos lados para permitir la expansión a lo largo del año. Para su recubrimiento, se recomienda panel de yeso, durock o triplay.</p>	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
AISLAMIENTO A BASE DE CELULOSA						
<p>Requiere de mano de obra especializada</p> <p>El procedimiento de proyección de celulosa es idóneo para obra nueva, se aplica humedeciendo los copos de celulosa y se puede reforzar diluyendo un pegamento durante la proyección. Se puede aplicar como aislamiento interior en las cámaras de ventilación o sobre muros macizos de piedra, hormigón, ladrillo y sobre tabiquería de madera o de cartón yeso. Tiene la gran ventaja de ser un sistema de aislamiento que cubre todos los espacios, pudiendo eliminar los puentes térmicos y quedando libre de juntas. Para su recubrimiento, se recomienda panel de yeso, durock o triplay.</p>	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE
AISLAMIENTO A BASE DE POLIESTIRENO						
<p>Requiere de mano de obra especializada</p> <p>Se recomienda fijarlo al muro con un adhesivo para construcción a base de agua, utilizando clavos, y tornillos. Después de colocar el poliestireno, se coloca una malla de refuerzo, sujetadores mecánicos, una base para anclarlos, el acabado final (que puede ser una capa de mortero y un refuerzo con una malla metálica o panel de yeso o cartón, también se le puede dar un acabado texturizado).</p>	NO CUMPLE	NO CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE

Tabla 28. Sistemas constructivos y su cumplimiento con leyes y normas. Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.6 EVALUACIÓN DETALLADA DEL ALCANCE

CRITERIOS AMBIENTALES

La dimensión ambiental tiene como objetivo, reducir la huella ambiental en términos de energía y su asociación con los gases de efecto invernadero, agua, tierra, uso de materiales y desechos. Asegurar la salud de las edificaciones y de los entornos ambientales circundantes, que incluye los impactos en la salud de la población y la reducción de la contaminación. Se debe reforzar la resiliencia y la adaptación con el diseño, prevención de riesgos y reverdecimiento de las construcciones.

- A continuación se muestran los criterios ambientales que serán evaluados para cada sistema constructivo de aislamiento térmico.
 - 1. Utilizar materiales tradicionales disponibles localmente, cuya explotación sea controlada y no degrade ni el suelo ni los ecosistemas.**
 - ✓ El objetivo de este criterio es la utilización de materiales tradicionales localmente.
 - 2. Mejorar el desempeño medioambiental de los edificios residenciales: eficiencia energética con calidad interior de aire, para lograr confort higrotérmico.**
 - ✓ El objetivo de este criterio, es tratar de aprovechar lo mejor de las características de los sistemas aislantes naturales, para lograr el confort higrotérmico de manera sustentable, sin necesidad de tener que abusar de la calefacción o la refrigeración.
 - 3. Promover el uso de materiales biodegradables, reciclables y reciclados.**
 - ✓ El objetivo de este criterio es la promoción acerca del uso de sistemas aislantes, que aparte de ser naturales y no dañar al medio ambiente, sean biodegradables, reciclables o reciclados.
 - 4. Implementar aislamiento de los elementos estructurales, muros y techos en combinación con una mejor ventilación permite mantener a las viviendas más calientes en los periodos fríos y más fríos en los periodos cálidos. (Pág. 17) (UN-Hab12).**
 - ✓ El objetivo de este criterio es la implementación del aislamiento térmico en la vivienda, a través de la utilización y aplicación de los sistemas aislantes naturales, esto, en estructuras, muros y techos.
 - 5. Reducir las emisiones a la atmósfera por el uso de energía residencial o edificaciones; (OCDE03) (A55).**
 - ✓ El objetivo de este criterio es que a la hora de seleccionar el sistema aislante natural, no solo se tomen en cuenta sus niveles de conductividad térmica, sino también la energía incorporada a los mismos.

CRITERIOS SOCIALES

La dimensión social pretende crear edificaciones y comunidades asequibles, de buena calidad, inclusivas, diversas, seguras y saludables. Dicho en otras palabras, esta dimensión pretende mejorar la calidad de vida de las personas y la sociedad en general. La dimensión social toma muy en cuenta la dimensión cultural, ya que en ella se desarrollan valores, normas, tradiciones, estilos de vida y comportamiento de los ocupantes, las comunidades y la sociedad.

Es importante mencionar que la metodología de evaluación para ésta dimensión es muy subjetiva, ya que la sociedad tiene que evaluar su satisfacción con respecto a la técnica o sistema aplicado. Sin embargo, por condiciones económicas y temporales no se pudo llevar a cabo la aplicación. Por ello, se decidió evaluar la dimensión social con parámetros sustentables que ayuden a determinar la eficacia del sistema aislante para su futura aplicación.

- A continuación, se muestran y evalúan los cinco criterios que determinarán la eficacia y eficiencia de los sistemas aislantes propuestas para el proyecto.

1. Evaluar el confort higrotérmico obtenido por una tecnología específica.

- ✓ El objetivo de este criterio es analizar el comportamiento térmico de diferentes sistemas de aislamiento térmico para conocer su efectividad.

2. Crear satisfacción en los usuarios a través de la implementación de mejoras en la vivienda.

- ✓ Para lograr el objetivo de este criterio será necesaria la implementación de aislamientos térmicos que permitan mejorar la calidad de vida de los ocupantes y lograr ahorros significativos en la factura eléctrica.

3. Apoyar valores, comportamientos y tecnologías sustentables, a través de la difusión de sus beneficios tanto ambientales, sociales y económicos. (En relación con el ahorro de energía, utilizar materiales reciclados, comprensión de los beneficios de las tecnologías verdes, etc.).

- ✓ El objetivo de este criterio es promover la implementación de nuevos materiales y sistemas constructivos con carácter sustentable en las viviendas. Una buena difusión permitirá un mejor posicionamiento en el mercado y con ello el uso del material en las edificaciones.

4. Evaluar la aceptación social en términos de sustentabilidad. (S6) Consumo sustentable (ISO 26000).

- ✓ El objetivo de este criterio es la evaluación de la aceptación social con respecto a las tres dimensiones (sociales, económicas y ambientales).

5. Reducir riesgos fisiológicos: Humedad y moho; Exceso de frío o calor, materiales contaminantes o que emitan radiación dañina.

- ✓ El principal objetivo de este criterio es la evaluación de los materiales aislantes de acuerdo a sus riesgos fisiológicos.

CRITERIOS ECONÓMICOS

La expansión económica genera una riqueza que ha de compatibilizarse con las cuestiones ambientales y sociales. Se han de evitar los daños ecológicos y el agotamiento de recursos. Se han de utilizar tecnologías que fomentan la eficiencia y la innovación. Aprovechamiento de las fuentes de financiamiento existente para la vivienda o edificaciones.

- A continuación, se muestran y evalúan los cinco criterios que determinarán la eficacia y eficiencia de los sistemas aislantes propuestas para el proyecto.

1. Aprovechar fuentes de financiamiento existente para las viviendas o edificaciones. (Ejemplo: hipoteca verde).

- ✓ El principal objetivo de este criterio es la evaluación de las fuentes de financiamiento y los programas de ayuda a la vivienda.

2. Contribuir positivamente el medio ambiente y al desarrollo económico local mediante la utilización de materiales locales y la participación de los usuarios durante la planeación y la construcción. (Wallbaum 2012), P. 355-357 (E44).

- ✓ Este criterio tiene como objetivo la evaluación de los materiales locales junto con la participación de la población en el proceso de instalación del material elegido.

3. Duración promedio de la vida del producto. (E13)

- ✓ El objetivo de este criterio es la evaluación de los sistemas aislantes de acuerdo al promedio de vida que puedan tener en las viviendas.

4. Reducción de consumo energético y reducción de emisiones de CO2 por implementación de aislamientos térmicos.

- ✓ La aplicación de aislantes térmicos reduce el consumo energético en los edificios. La comparación del ahorro de energía por aislantes térmicos es el principal objetivo de este criterio.

5. Inversión inicial no mayor a \$5000.00.

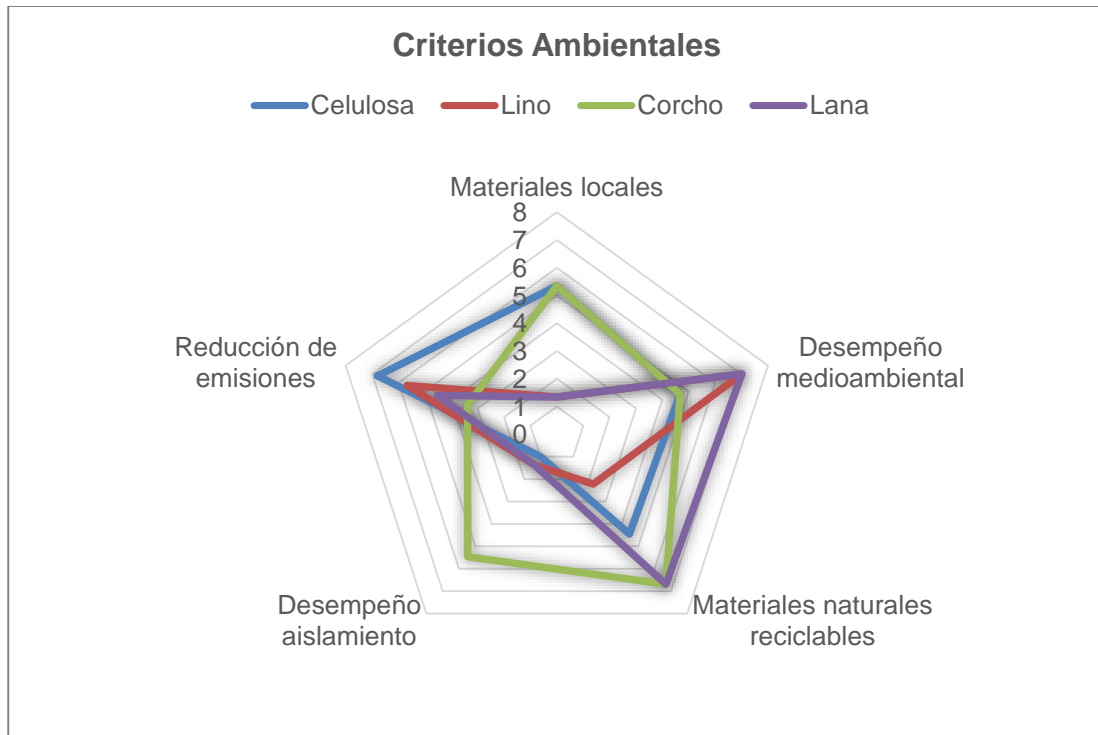
- ✓ Como un ejemplo de aplicación, este último criterio evalúa cada técnica según el costo por metro cuadrado de cada material. Considerando un área de 50m² si se aplica en el techo, siendo la cubierta la de mayor incidencia solar.

▪ **TÉCNICA MSW: EVALUACIÓN DE NIVEL OPERACIONAL**

	Evaluador 1		Evaluador 2		Evaluador 3		Evaluador 4		Evaluador 5		Evaluador 6		Evaluador 7				Sistema 1	Sistema 1 Pnd	Sistema 2	Sistema 2 Pond	Sistema 3	Sistema 3 Pond	Sistema 4	Sistema 4 Pond
DIMENSIÓN AMBIENTAL	Danyra		Verania		Lucero		Laura		Usuario		Constructora		Regidor Mpal.		Promedio Aritmético	Ponderación relativa sustentable	Celulosa		Lino		Corcho		Lana	
1. Utilizar materiales tradicionales disponibles localmente, cuya explotación sea controlada y no degrade ni el suelo ni los ecosistemas.	10	21.28%	9	20.00%	9	19.57%	8	17.78%	10	22.22%	8	19.05%	10	20.41%	20.04%	6.68%	8	5.34	2	1.34	8	5.34	2	1.34
2. Mejorar el desempeño medioambiental de los edificios residenciales: eficiencia energética con calidad interior de aire, para lograr confort higrotérmico.	10	21.28%	10	22.22%	10	21.74%	9	20.00%	8	17.78%	10	23.81%	10	20.41%	21.03%	7.01%	7	4.67	10	7.01	7	4.67	10	7.01
3. Promover el uso de materiales naturales biodegradables, reciclables y reciclados.	10	21.28%	9	20.00%	10	21.74%	10	22.22%	8	17.78%	8	19.05%	9	18.37%	20.06%	6.69%	7	4.45	3	2.23	10	6.69	10	6.69
4. Implementar aislamiento de los elementos estructurales, muros y techos en combinación con una mejor ventilación permite mantener a las viviendas más calientes en los periodos fríos y más fríos en los periodos cálidos. (Pág. 17) (UN-Hab12)	8	17.02%	8	17.78%	9	19.57%	8	17.78%	9	20.00%	7	16.67%	10	20.41%	18.46%	6.15%	8	1.00	2	1.37	9	5.46	2	1.37
5. Reducir las emisiones a la atmósfera por el uso de energía residencial o edificaciones; (OCDE03) (A55)	9	19.15%	9	20.00%	8	17.39%	10	22.22%	10	22.22%	9	21.43%	10	20.41%	20.40%	6.80%	10	6.80	8	5.67	5	3.39	7	4.53
Sub total	47	100.00%	45	100.00%	46	100.00%	45	100.00%	45	100.00%	42	100.00%	49	100.00%	100.00%	33.33%		22.27		17.61		25.56		20.93
DIMENSIÓN SOCIAL																								
1. Evaluar el confort higrotérmico obtenido por una tecnología específica.	9	19.15%	9	21.95%	10	22.22%	9	20.45%	8	21.62%	8	17.02%	10	20.00%	20.35%	6.78%	7	4.52	3	2.26	10	6.78	3	2.26
2. Crear satisfacción con los usuarios, a través de la implementación de mejoras en la vivienda.	10	21.28%	8	19.51%	10	22.22%	9	20.45%	10	27.03%	10	21.28%	10	20.00%	21.68%	7.23%	8	6.02	7	4.82	9	6.50	7	4.82
3. Apoyar valores, comportamientos y tecnologías sustentables, a través, de la difusión de sus beneficios tanto ambientales, sociales y económicos. (En relación con el uso de energía, reciclado, vivienda comunal, mantenimiento del lugar, comprensión de los beneficios de la tecnología verde, etc.).	10	21.28%	8	19.51%	8	17.78%	9	20.45%	10	27.03%	9	19.15%	10	20.00%	20.74%	6.91%	9	5.99	7	4.88	9	6.17	7	4.88
4. Evaluar la aceptación social en términos de sustentabilidad. (S6) Consumo sustentable (ISO 26000)	8	17.02%	8	19.51%	8	17.78%	8	18.18%	7	18.92%	10	21.28%	10	20.00%	18.96%	6.32%	8	5.26	7	4.21	9	5.53	7	4.47
5. Reducir riesgos fisiológicos: Humedad y moho; Exceso de frío o calor; materiales contaminantes o que emitan radiación dañina. (S22)	10	21.28%	8	19.51%	9	20.00%	9	20.45%	10	27.03%	10	21.28%	10	20.00%	21.36%	7.12%	7	4.74	8	5.54	8	5.53	10	7.12
Sub total	47	100.00%	41	100.00%	45	100.00%	44	100.00%	37	100.00%	47	100.00%	50	100.00%	100.00%	33.33%		26.53		22		30.52		24
DIMENSIÓN ECONÓMICA																								
1. Aprovechar fuentes de financiamiento existente para las viviendas o edificaciones.	10	21.28%	10	21.28%	9	20.00%	8	17.78%	10	21.74%	10	21.28%	10	20.00%	20.48%	6.83%	3	2.27	3	2.27	3	2.27	3	2.27
2. Contribuir positivamente el medio ambiente y al desarrollo económico local mediante la utilización de materiales locales y la participación de los usuarios durante la planeación y la construcción. (Wallbaum 2012), P. 355-357 (E44).	9	19.15%	9	19.15%	10	22.22%	9	20.00%	8	17.39%	10	21.28%	10	20.00%	19.88%	6.63%	7	4.33	5	3.35	9	6.10	5	3.35
3. Duración promedio de la vida del producto. (E13)	10	21.28%	10	21.28%	9	20.00%	10	22.22%	10	21.74%	9	19.15%	10	20.00%	20.81%	6.94%	7	4.62	7	4.62	3	2.31	10	6.94
4. Reducción de consumo energético y reducción de emisiones CO2, por implementación de aislantes térmicos.	8	17.02%	8	17.02%	7	15.56%	8	17.78%	10	21.74%	8	17.02%	10	20.00%	18.02%	6.01%	10	6.01	8	4.99	7	4.00	8	5.00
5. Inversión inicial no mayor a \$5000.00	10	21.28%	10	21.28%	10	22.22%	10	22.22%	8	17.39%	10	21.28%	10	20.00%	20.81%	6.94%	7	4.86	3	2	9	6.24	4	2.77
Sub total	47	100.00%	47	100.00%	45	100.00%	45	100.00%	46	100.00%	47	100.00%	50	100.00%	100.00%	33.33%		22.08		17		21		20
TOTAL																	70.88	56.63	77.01	64.83				

Tabla 29. Evaluación de nivel operacional. Fuente: Elaboración propia.

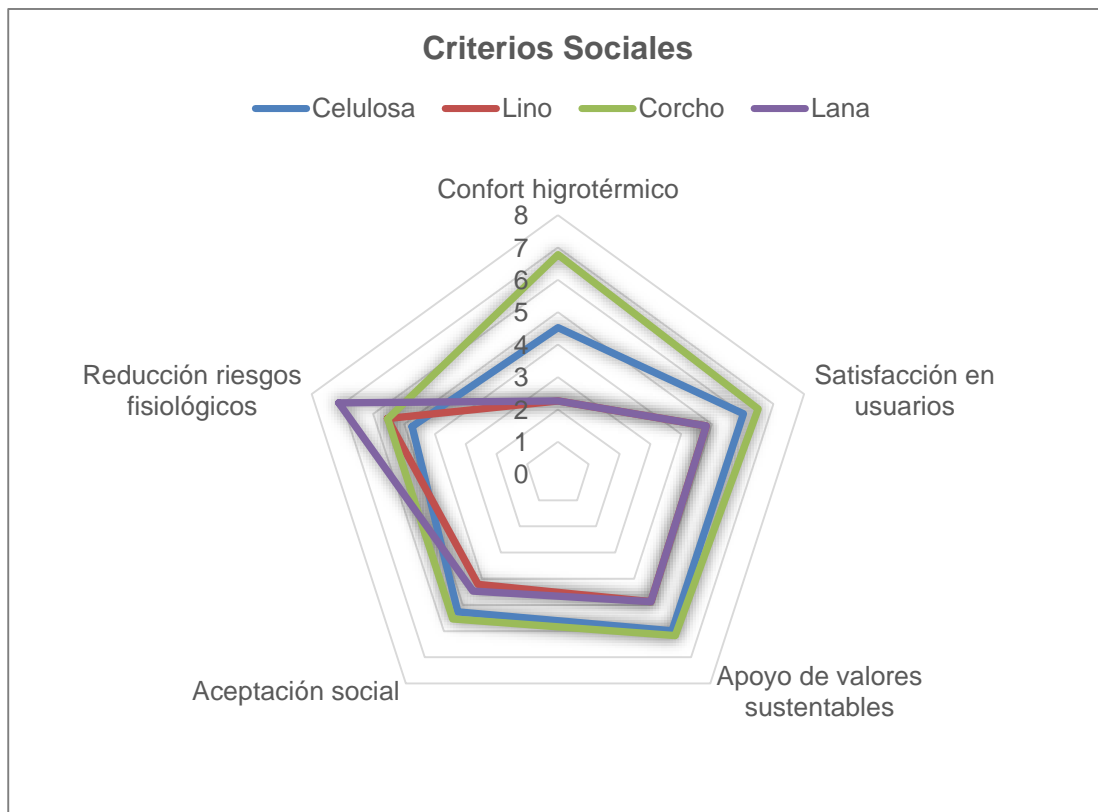
4.3.1.7 RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE AISLAMIENTOS TÉRMICOS



Gráfica 54. Criterios Ambientales. Fuente: Elaboración Propia.

En la gráfica 54, se muestran los resultados de acuerdo a los criterios que forman parte de la **dimensión ambiental**.

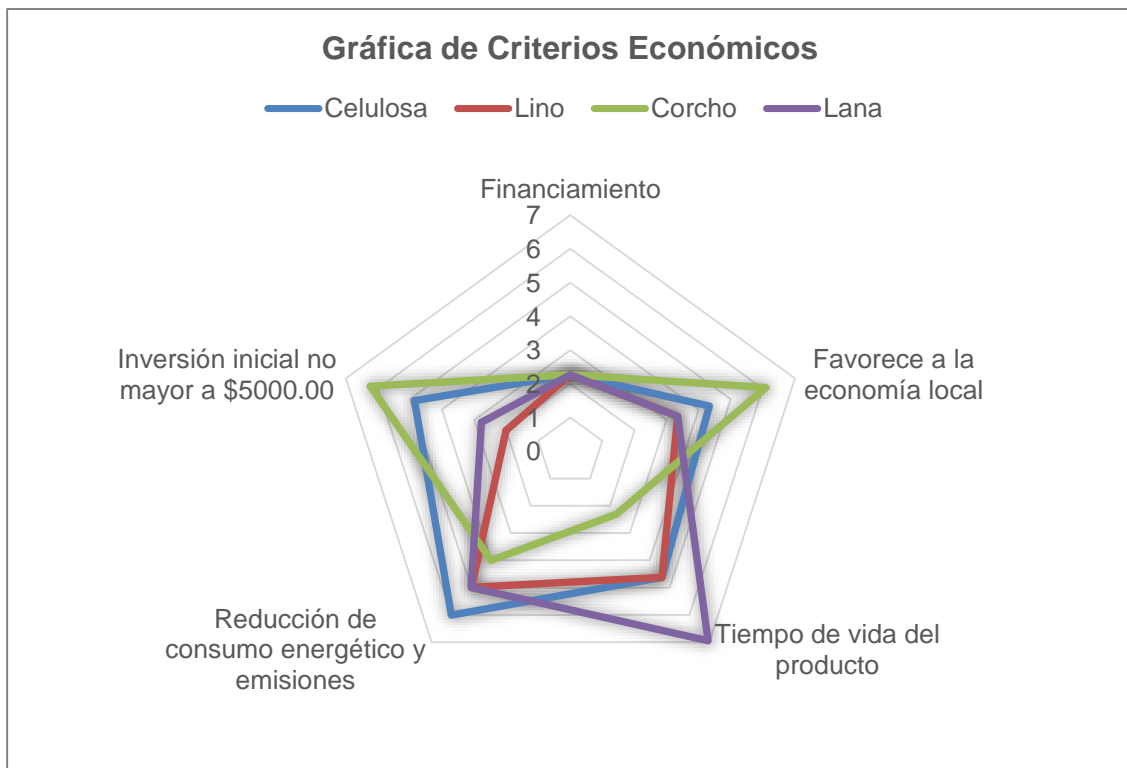
En el criterio 1, referente a materiales locales, los resultados demuestran que es la celulosa y el corcho el sistema factible a utilizar, con un puntaje de 5.34. En el criterio 2, referente al desempeño medioambiental, los resultados demuestran que es el lino y lana el sistema con mayor puntaje, obteniendo un 7.01, lo que los hace más factibles para su aplicación dentro de la vivienda. En el criterio 3, referente a los materiales naturales reciclables, biodegradables y reciclados, los resultados demuestran que es el corcho y la lana los sistemas con mayor puntaje, obteniendo un 6.69, lo que los cataloga como idóneos para su utilización. En el criterio 4, referente al desempeño del aislamiento, los resultados demuestran que es el corcho el sistema con mayor puntaje, obteniendo un 5.46, haciéndolo el sistema más factible a utilizar para este criterio. Y por último, en el criterio 5, reducción de emisiones, los resultados en la gráfica demuestran que es la celulosa el mejor sistema a implementar dentro de este criterio, obteniendo un puntaje de 6.80.



Gráfica 55. Criterios Sociales. Fuente: Elaboración Propia.

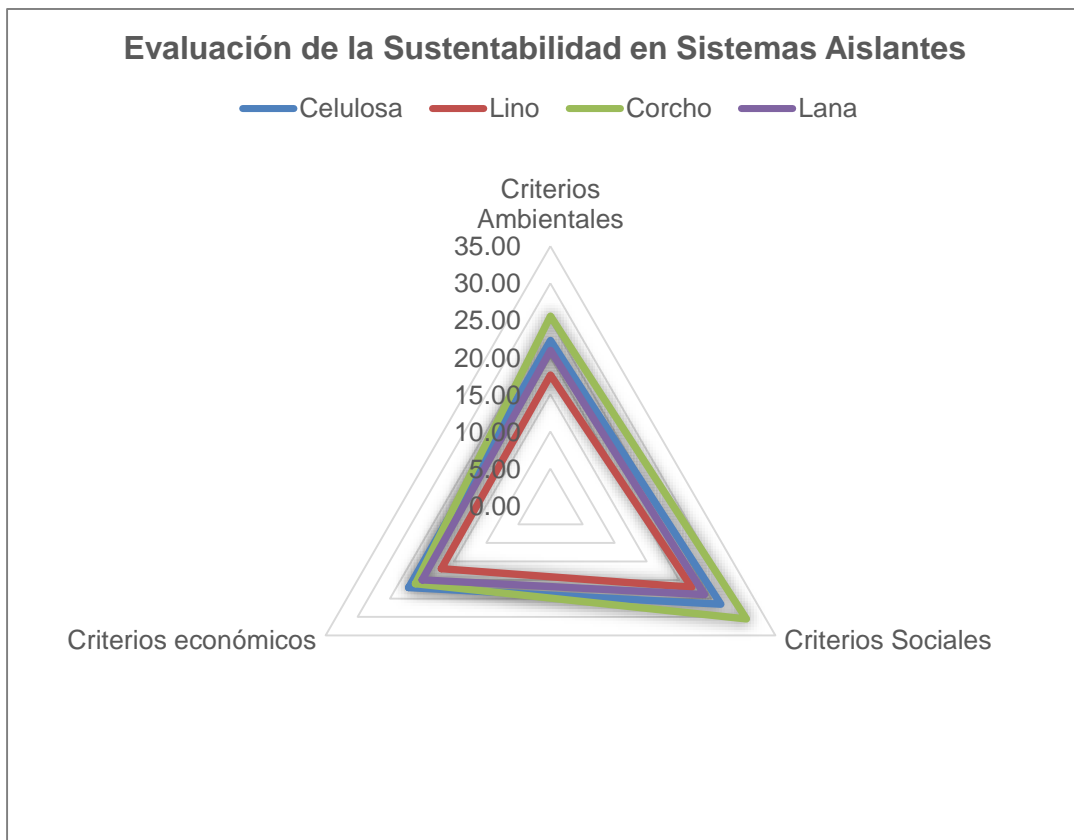
En la gráfica 55, se muestran los resultados de acuerdo a los criterios que forman parte de la **dimensión social**.

En el criterio 1, referente al confort higrotérmico, los resultados demuestran que es el corcho el sistema con mayor puntaje, obteniendo un puntaje de 6.78. En el criterio 2, referente a la satisfacción de los usuarios, los resultados demuestran que es el corcho el sistema con mayor puntaje, obteniendo un 6.50, catalogándose como el mejor para este criterio. En el criterio 3, referente al apoyo de valores sustentables, los resultados demuestran que es el corcho el sistema con mayor puntaje, obteniendo un 6.17, lo que los cataloga como idóneo para su utilización. En el criterio 4, referente a la aceptación social, los resultados demuestran que es el corcho el sistema con mayor puntaje, obteniendo un 5.53, haciéndolo el sistema más factible a utilizar para este criterio. Y por último, en el criterio 5, reducción de riesgos fisiológicos, los resultados en la gráfica demuestran que es la lana el mejor sistema a implementar dentro de este criterio, obteniendo un puntaje de 7.12.



Gráfica 56. Criterios Económicos. Fuente: Elaboración Propia.

En la gráfica 56, se muestran los resultados de acuerdo a los criterios que forman parte de la **dimensión económica**. En el criterio 1, referente a las fuentes de financiamiento, los resultados demuestran que los cuatro sistemas (corcho, lana, celulosa y lino) obtuvieron el mismo puntaje. En el criterio 2, referente al desarrollo económico local, los resultados demuestran que es el corcho el sistema con mayor puntaje, obteniendo un 6.10, catalogándose como el mejor para este criterio. En el criterio 3, referente a la vida del producto, los resultados demuestran que es la lana el sistema con mayor puntaje, obteniendo un 6.94, lo que los cataloga como idóneo para su utilización. En el criterio 4, referente a la reducción del consumo energético y CO₂, los resultados demuestran que es la celulosa el sistema con mayor puntaje, obteniendo un 6.01, haciéndolo el sistema más factible a utilizar para este criterio. Y por último, en el criterio 5, inversión económica para el mejoramiento de la vivienda, los resultados en la gráfica demuestran que es el corcho el mejor sistema a implementar dentro de este criterio, obteniendo un puntaje de 6.24.



Gráfica 57. Evaluación de la Sustentabilidad en Sistemas Aislantes. Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados para la obtención de la evaluación de la sustentabilidad de las tres dimensiones antes descritas, se muestra en la gráfica 57. En la dimensión ambiental, el sistema con mayor puntaje es el corcho, obteniendo un 25.56, lo que lo hace el sistema aislante natural más factible para su aplicación y utilización en la vivienda de Tepic, Nayarit. En la dimensión social, el sistema con mayor puntaje es de igual manera el corcho, obteniendo un 30.52, lo que lo hace el sistema aislante natural más factible para su aceptación, aplicación y utilización en la vivienda de Tepic, Nayarit. En la dimensión económica, el sistema con mayor puntaje es la celulosa, obteniendo un 22.08, lo que lo hace el sistema aislante natural más factible para su aceptación, aplicación y utilización en la vivienda de Tepic, Nayarit.

Finalmente, el sistema catalogado por este trabajo como el mejor aislante natural, obtenido a partir de la suma de las tres dimensiones (ambiental, social y económica) descritas anteriormente, con un puntaje total de 77.01, es el **corcho**.

4.3.2 ESCENARIOS FUTUROS

La elaboración de escenarios representa un ejercicio enriquecedor y, sin duda, una actividad necesaria ante la crisis del actual modelo de crecimiento. Ésta ha permeado diversos aspectos de la vida de la sociedad contemporánea en lo ambiental, social y económico. Por momentos pareciera que el futuro de la humanidad tiene un solo sendero, que los dados están echados y los esfuerzos por cambiar serían vanos. Sin embargo los tiempos críticos también abren intermedios: las antiguas estructuras y su funcionamiento han sufrido fisuras, pero no han desaparecido. Los escenarios que constituyen una herramienta en la planeación de un nuevo rumbo hacia el desarrollo. Se presentan algunos escenarios futuros a continuación.

Escenario Futuro 1: El cambio climático en Nayarit.

Los cambios en el clima ocurren por factores naturales, pero también por la acción del ser humano. El cambio climático que se ha comenzado a experimentar y que continuará se asocia principalmente con aumentos en temperatura y alteraciones del ciclo hidrológico (lluvias) entre otras cosas.

El instituto nacional de ecología y cambio climático, (2016), predice que gracias al cambio climático, “la temperatura de superficie aumentará considerablemente” (ver imagen 18), aproximadamente en el 2020, la temperatura media anual aumentará entre 0.6 y 1.2 °C, para el 2050 la temperatura media anual se espera aumente entre 1.0 y 2.0 °C y para el 2080 se espera una temperatura media anual entre 2 y 4 °C. No solo la temperatura aumentará, el nivel del mar aumentará e inundará algunas cosas, los glaciares se derretirán, habrá cambios en las lluvias y habrá más eventos extremos como las sequías o huracanes.

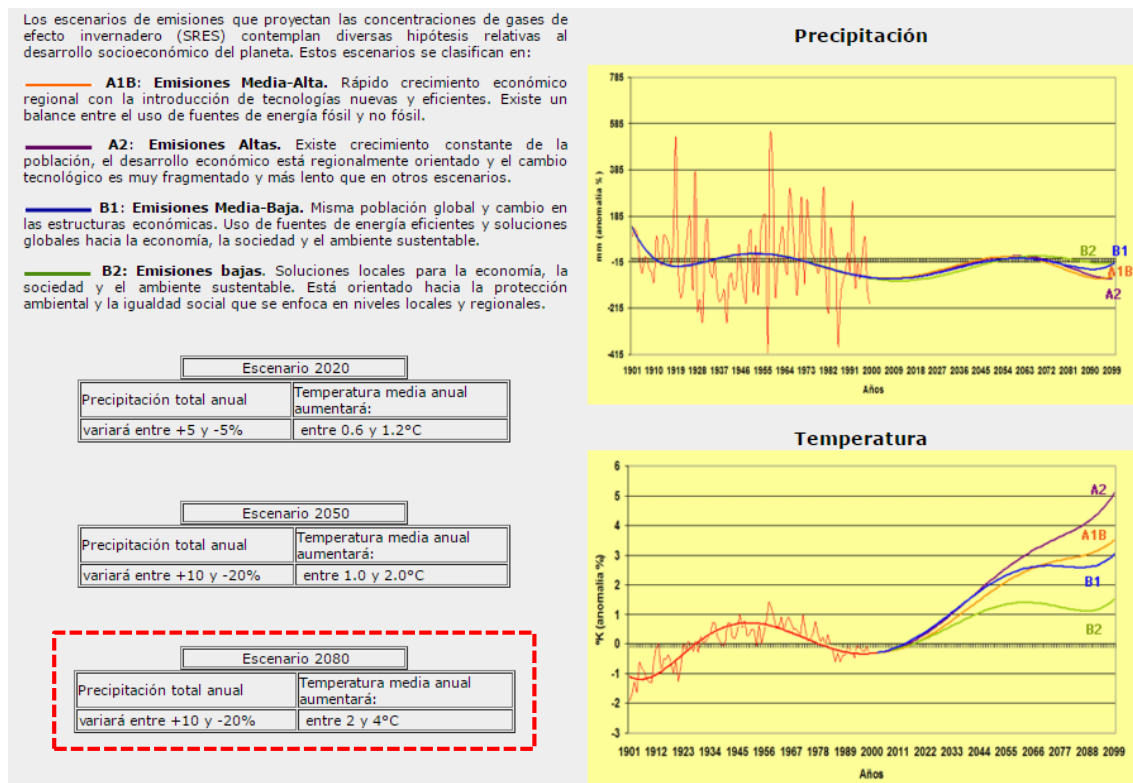


Imagen 18. Escenarios climáticos para el Estado de Nayarit. Fuente: inecc.gov.mx

A partir de estas circunstancias se espera que la amenaza la vulnerabilidad y el riesgo en el mundo incrementen. Los principales afectados ante estos cambios son los agricultores, la población urbana, los ecosistemas, el turismo y las zonas costeras. La única forma de combatir este fenómeno es a través de la mitigación, que es crear acciones que reduzcan las emisiones de GEI y por tanto la magnitud de calentamiento. Ajustarse al cambio climático, a través de proyectos de sustentabilidad que generen seguridad los extremos climáticos con la finalidad de mejorar las consecuencias que puedan generar estos cambios.

La utilización de materiales naturales como los aislantes térmicos pueden mejorar el confort térmico dentro de la vivienda y con esto mejorar la calidad habitacional de la población. Realizar este tipo de acciones puede ayudar a mitigar este escenario futuro.

Se presentaron anteriormente los cálculos de los aislantes térmicos propuestos para la vivienda de la localidad rural Benito Juárez; para tener una idea de lo que ocasionará el aumento de la temperatura, se seleccionó el escenario más crítico de la imagen 18 (el 2080) y se modificó el cálculo de uno de los cinco aislantes térmicos realizados en la NOM-020-ENER-2011, presentando los resultados a continuación.

▪ **EJEMPLO: HOJA DE PALMA**

- **ESCENARIO ACTUAL:** Aislante térmico **Sin** el aumento de Temperatura.

5.-Resumen del Cálculo			
5.1.- Presupuesto energetico			
	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) 822.49	(Φ_{rs}) 1,108.85	(Φ_r) 1,931.34
Proyectado	(Φ_{pc}) 943.87	(Φ_{ps}) 592.12	(Φ_p) 1,535.99
5.2.- Cumplimiento			
Si ($\Phi_r > \Phi_p$)	<input checked="" type="checkbox"/>	No ($\Phi_r < \Phi_p$)	<input type="checkbox"/>

Tabla 30. Escenario actual con aislante térmico: hoja de palma. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2011.

4.- Cálculo compartido de la Ganancia de Calor - Edificio Proyectado

4.3 Edificio Proyectado

4.3.1.- Ganancia por conducción (partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coeficiente Global de Transferencia de Calor (k)		Área (m2) [A]	Temperatura Equivalente (°C)[te]	Ganancia por Conducción $\Phi_{pc}^{(****)}$ [KxAx(te-t)]
	Numero de la porción (**)	Valor de calculo(W/m2 K)(***)			
				Subtotal[1]	
				Subtotal[2]	
				Subtotal[3]	
M1.N Muro Norte	1	1.0509	23.21	29	122
V1.E Ventana Norte	3	4.2985	1.02	27	13
M1.S Muro Sur	1	1.0509	20.99	30	132
P1.S Puerta Sur	2	2.0951	1.62	37	44
P2.S Puerta Sur	2	2.0951	1.62	37	44
M1.E Muro Este	1	1.0509	17.58	32	148
V1.E Ventana Este	3	4.2985	0.9	28	15
V2.E Ventana Este	3	4.2985	1.9	28	33
P1.E Puerta Este	2	2.0951	1.9	38	56
M1.O Muro Oeste	1	1.0509	17.65	30	111
V1.O Ventana Oeste	3	4.2985	0.721	28	12
V2.O Ventana Oeste	3	4.2985	0.238	28	4
P1.E Puerta Oeste	2	2.0951	1.7	37	46
T1. Techo (losa plana)	4	0.6098	56.57	42	621
Subtotal(****) []					1,402.39
Total(Suma todas las Φ_{pc})					1,402.39

El aumento de temperatura se realizó en el edificio proyectado. Se seleccionó (de los cinco aislantes evaluados con la NOM- 020-ENER-2011) el aislante térmico natural que genera menor ganancia total en el edificio proyectado y el más económico. Se puede observar que con el aumento de los 3°C, la temperatura equivalente llega hasta los 42°C en el techo, lo que generó una suma total de 1,402.39 de ganancia por conducción.

- **ESCENARIO 2080:** Aislante térmico **Con** el aumento de Temperatura de 3°C.

5.-Resumen del Cálculo			
5.1.- Presupuesto energetico			
	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total $\Phi_r = \Phi_{rc} + \Phi_{rs}$ $\Phi_p = \Phi_{pc} + \Phi_{ps}$ (W)
Referencia	(Φ_{rc}) <input type="text" value="822.49"/>	(Φ_{rs}) <input type="text" value="1,108.85"/>	(Φ_r) <input type="text" value="1,931.34"/>
Proyectado	(Φ_{pc}) <input type="text" value="1,402.39"/>	(Φ_{ps}) <input type="text" value="592.12"/>	(Φ_p) <input type="text" value="1,994.51"/>
5.2.- Cumplimiento			
	Si ($\Phi_r > \Phi_p$) <input type="text"/>	No ($\Phi_r < \Phi_p$)	<input checked="" type="checkbox"/>

Tabla 31. Escenario 2080 con aislante térmico: hoja de palma. Fuente: Elaboración propia con datos del cálculo de la NOM-020-ENER-2011.

Resultados:

El resumen de cálculo presentado anteriormente contiene la sumatoria de las ganancias de calor por radiación y conducción de la envolvente de la vivienda analizada, esto, para presentar la comparación del edificio de referencia con el proyectado. El resultado es evidente. Al aumentar 3°C de temperatura (que se espera aumentará entre 2 y 4°C en el año 2080), hubo un aumento en la ganancia por conducción del edificio proyectado y en este caso no se logró cumplir con la NOM-020-ENER-2011.

La diferencia puede ser mínima, pero es un incremento que ocasionaría un cambio negativo en las viviendas de la localidad rural Benito Juárez, si ocurriera este suceso. Este resultado no tan disparatado, es lo que sucedería en la vivienda adecuada de la localidad en donde se considera ya tendría un tipo de aislante térmico en el techo (como la hoja de palma), las viviendas actuales (que no tienen ningún tipo de aislamiento) con el aumento que se espera para el 2080, serían aún más calientes y tendrían que soportar temperaturas de hasta 40°C, cosa que generaría aún más disconfort en el interior de las viviendas y la calidad habitacional de la población en vez de mejorar disminuiría bastante.

5. TECNOLOGÍA SUSTENTABLE

5.1 HUMEDAL ARTIFICIAL PARA LA DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN LOCALIDAD RURAL BENITO JUÁREZ

5.1.1 INFORMACIÓN RELEVANTE

En el año 2010, la Secretaría de Desarrollo Social, informa en el catálogo de localidades que la localidad rural Benito Juárez ubicada en el municipio de Tepic, Nayarit, cuenta con un total de 399 habitantes, de los cuáles 206 son hombres y 193 son mujeres (tabla 32). Se muestra también, que en la localidad existe un total de 142 viviendas, de las cuales solo 115 están habitadas (tabla 33).

Información de localidad						
Datos actuales						
Clave INEGI	180170107					
Clave de la entidad	18					
Nombre de la Entidad	Nayarit					
Clave del municipio	017					
Nombre del Municipio	Tepic					
Grado de marginación municipal 2010	Muy bajo					
Clave de la localidad	0107					
Nombre de la localidad	Benito Juárez (Las Chivas)					
Estatus al mes de Octubre 2015	Activa					
Año	2005			2010		
Datos demográficos	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
Total de población en la localidad	184	178	362	206	193	399
Viviendas particulares habitadas	88			115		
Grado de marginación de la localidad <i>(Ver indicadores)</i>	Alto			Alto		
Grado de rezago social localidad <i>(Ver indicadores)</i>	2 bajo			Bajo		
Indicadores de carencia en vivienda <i>(Ver indicadores)</i>						

Tabla 32. Información de la Localidad rural Benito Juárez. Fuente: Sedesol catálogo de localidades.

Indicadores de carencia en viviendas

Benito Juárez (Las Chivas)	2005 ^[1]		2010 ^[2]	
	Valor	%	Valor	%
Viviendas particulares habitadas	88		115	
Carencia de calidad y espacios de la vivienda				
Viviendas con piso de tierra	33	37.50	12	10.53
Carencia de acceso a los servicios básicos en las viviendas particulares habitadas				
Viviendas sin drenaje	24	28.24	10	8.77
Viviendas sin luz eléctrica	8	9.09	14	12.28
Viviendas sin agua entubada	5	5.68	3	2.63
Viviendas sin sanitario	27	30.68	11	9.57

Nota: Para el cálculo se excluyen las viviendas no especificadas.

Fuente: ^[1]Elaboración propia a partir de INEGI. II Censo de Población y Vivienda 2005.

^[2]Elaboración propia a partir de INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010: Principales Resultados por Localidad.

Tabla 33. Indicadores de carencia en viviendas. Fuente: Sedesol catálogo de localidades.

La mayoría de las viviendas de la localidad cuentan con el servicio de agua potable, solo son 3 las que no lo tienen. En el caso de la luz eléctrica, son 14 viviendas las que carecen de este servicio. Las viviendas que carecen de servicio sanitario son 11 en total, esto, según los datos de la tabla 33. Las encuestas realizadas en el análisis de campo demostraron que el sanitario de las viviendas, está conformado con un 80% por retrete con fosa séptica y el 20% restante con letrina.

Es importante destacar el tema del drenaje, ya que los datos que se muestran en la tabla 33, son incorrectos. Al estar en el lugar, se confirmó que ninguna vivienda de la localidad rural Benito Juárez cuenta con el servicio de drenaje. No hay drenaje en toda la localidad. En el punto 4.1.1.6 análisis de servicios básicos e infraestructura, los resultados de las encuestas demostraron, que el 80% de las descargas residuales generadas en las viviendas, son enviadas a una fosa séptica y el 20% restante, a una tubería que descarga el agua residual a una barranca, ocasionando contaminación ambiental e insalubridad en el lugar. Motivo por el cuál surge el interés de considerar una opción sustentable como un humedal artificial, para contrarrestar la falta de drenaje en la localidad.

5.1.2 CONCEPTOS BÁSICOS

▪ ¿Qué es un humedal artificial?

Para la US EPA, (2010) los humedales artificiales “son sistemas de tratamiento que utilizan los procesos naturales que implican vegetación de los humedales, suelos, y sus ensamblajes microbianos asociados para mejorar la calidad del agua”. Se destaca que uno de los principales objetivos de esta organización es trabajar para un futuro sustentable y sostenible, importante causa para el mundo en la actualidad.

Los humedales artificiales han sido ampliamente reconocidos por Tuladha et al. (2008) como “una alternativa sencilla, eficaz, fiable y económica a otros sistemas de tratamiento de aguas residuales convencionales” y, desde hace décadas, se han utilizado en todo el mundo para tratar una variedad de aguas residuales.

Los autores De Anda, J. et al. (2006) en el artículo, *Treatment of domestic wastewater and production of commercial flowers in vertical and horizontal subsurface-flow constructed wetlands*, concluyeron que los humedales artificiales “son sistemas de tratamiento eficaz que puede ser muy útil en los países en desarrollo, ya que son una tecnología sencilla e implican bajos costos de operación. La mayoría de las veces, los humedales pueden ser construidos con materiales locales que reduce significativamente el costo de la construcción”. Además, estos sistemas de tratamiento son buenos en la eliminación de metales contaminantes no sólo patógenas y nutrientes, pero también tóxico y orgánica.

En varias investigaciones los autores Belmont et al. (2004); Zurita et al. (2008) destacaron que “En los países en desarrollo el uso de humedales artificiales es ciertamente menor en comparación con su uso en Europa o Estados Unidos, a pesar del enorme potencial y la gran necesidad de estos países para implementar sistemas de tratamiento de bajo costo. El clima más cálido y la riqueza de la biodiversidad en la mayoría de los países en desarrollo permiten el uso de especies no convencionales, tales como plantas ornamentales comerciales valiosas, como las plantas emergentes en humedales construidos”. Estas hermosas plantas, además de la mejora de la

infraestructura de sistemas de tratamiento, pueden proporcionar beneficios económicos a la comunidad a través de la producción de flores.

5.1.3 FUNCIÓN DE UN HUMEDAL ARTIFICIAL

Los humedales artificiales tienen un tratamiento primario, un sistema de vaciamiento automático (dependiendo de la topografía con o sin utilización de bombas) y de un tratamiento secundario biológico en un lecho filtrante de arena y áridos, con plantas palustres. El tratamiento primario consiste en separar el lodo del agua en cámaras especialmente diseñadas. El agua -sin sólidos- es volcado al lecho filtrante por gravedad o por un sistema de bombeo. Hay dos tipos de construcción de humedales, el horizontal o el vertical. En ambos casos, con el líquido penetran los microorganismos en el lecho filtrante y se adhieren en los granos de arena y en los áridos, ayudando a descontaminar el agua.

La selección de las especies vegetales se debe realizar de acuerdo a la adaptabilidad de las mismas al clima local, su capacidad de transportar oxígeno desde las hojas hasta la raíz, su tolerancia a concentraciones elevadas de contaminantes, su capacidad asimiladora de los mismos, su tolerancia a condiciones climáticas diversas, su resistencia a insectos y enfermedades y su facilidad de manejo. Según el autor Jenkins, H., (2005) “el agua tratada puede ser utilizada perfectamente para riego, puede ser vertida a un arroyo o ser infiltrada. El tamaño de un humedal construido depende de la cantidad de efluente que va a entrar y de la cantidad de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (BOD) que se necesita reducir”. En general, 1 metro cúbico de humedal puede procesar acerca de 135 litros de las aguas grises.

De acuerdo a los autores Llagas, W., y Gómez, E., (2006) en el artículo *A design of an artificial marsh for treating waste water in the UNMSM*, existen tres tipos de funciones de los humedales artificiales, el proceso de remoción físico, el biológico y el químico, presentados y descritos a continuación.

- **Procesos de remoción físicos.** Los humedales artificiales son capaces de proporcionar una alta eficiencia física en la remoción de contaminantes asociado con material particulado.
- **Procesos de remoción biológicos.** La remoción biológica es quizá el camino más importante para la remoción de contaminantes en los humedales artificiales. Extensamente reconocido para la remoción de contaminantes en los estos humedales es la captación de la planta. Los contaminantes que son también formas de nutrientes esenciales para las plantas, tales como nitrato, amonio y fosfato, son tomados fácilmente por las plantas de estos humedales.
- **Procesos de remoción químicos.** El proceso químico más importante de la remoción de suelos de los humedales artificiales es la absorción, que da lugar a la retención a corto plazo o a la inmovilización a largo plazo de varias clases de contaminantes.

5.1.4 TIPOS DE HUMEDALES ARTIFICIALES

De acuerdo al autor Fernández, J., (2011) en el artículo *Humedales Artificiales para Depuración*, se han propuesto diversos diseños de humedales artificiales a lo largo de su desarrollo tecnológico. Las variables de diferenciación pueden hacer referencia al sistema de flujo del agua residual, sustrato o lecho utilizado, vegetación y sucesión de unidades de tratamiento. Existen dos tipos de humedales artificiales, el Humedales de flujo superficial (FWS) y el Humedales de flujo sub-superficial (SsF), presentados y descritos a continuación.

- **Humedales de flujo superficial (FWS).** En estos sistemas el flujo de agua es de tipo horizontal superficial. El agua se hace discurrir por la superficie un canal o estanque que contiene una capa de agua no muy profunda, generalmente de unos 30 cm, aunque puede llegar a ser más de 1 m. Los sistemas FWS se configuran con una apariencia similar a los humedales naturales. Se diseñan a modo de canales o estanques con paredes ataludadas, en donde éstas y el recubrimiento inferior son estancos (materiales impermeables), canalizaciones de entrada y salida del agua residual, estructuras o dispositivos de control del flujo, y alternancia de áreas con y sin vegetación acuática.



Imagen 19. Esquema del diseño de un humedal de flujo superficial. Fuente: Humedales Artificiales para Depuración.

- **Humedales de flujo sub-superficial (SsF).** En los sistemas SsF, el flujo del influente es de tipo horizontal sub-superficial, es decir, que el agua se hace discurrir por debajo de la superficie del sistema. De modo semejante al de los FWS, se diseñan a modo de estanques con paredes y base estancas y las debidas canalizaciones y dispositivos de control de flujo. Sin embargo, más que el tipo de flujo, lo que realmente define al humedal SsF es que no hay, como tal, una columna de agua continua, sino que el influente circula a través de un medio inerte, que consiste en un lecho de arena y/o grava de grosor variable, que sostiene la vegetación (hidrófitos o higrófitos). Este lecho se diseña de modo que permita la circulación del agua residual a través del sistema radicular de las macrofitas acuáticas. El agua se puede mover tanto de forma horizontal como verticalmente a través de la zona radicular de las macrofitas.

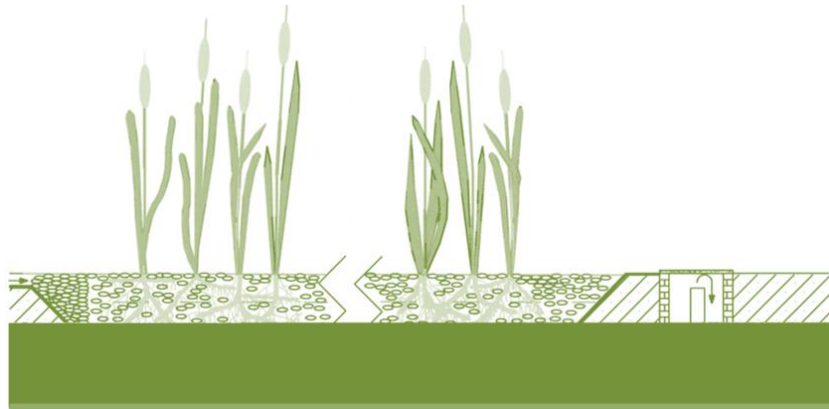


Imagen 20. Esquema del diseño de un humedal de flujo sub-superficial. Fuente: Humedales Artificiales para Depuración.

5.1.5 RANGO DE APLICACIÓN DEL HUMEDAL ARTIFICIAL

De acuerdo a la US EPA, (1999) “el tratamiento del humedal puede ser aplicable en hogares u otros edificios que no estén conectados a una planta centralizada de tratamiento de aguas negras, y donde hay el espacio disponible”. Un área más grande de terreno es necesaria para el tratamiento de humedal que para otras tecnologías. Los humedales artificiales pueden ser adaptados a muchos climas diferentes. La eficiencia del tratamiento tiende a disminuir con temperaturas más frías.

Para los autores Hoffmann, H., Platzer, C., Winker, M., y Muench, E., (2011) en el artículo *Technology Review of Constructed Wetlands Subsurface flow constructed wetlands for greywater and domestic wastewater Treatment*, los humedales artificiales pueden ser utilizados para una variedad de aplicaciones:

1. Tratamiento de aguas residuales municipales
2. Tratamiento de agua residuales domésticas o aguas grises
3. Tratamiento terciario de efluentes plantas convencionales de aguas residuales
4. Tratamiento de aguas residuales industriales lixiviadas de rellenos sanitarios, compost, tratamiento de lodos, desechos de refinerías de petróleo, drenaje ácido de minas, desechos agrícolas, efluentes de fábricas de pulpa y de papel o fábricas textiles)
5. Tratamiento y retención de aguas pluviales
6. Tratamiento natural para agua de piscinas (sin cloro)
7. Tratamiento natural de ríos y lagos contaminados.

5.1.6 CONSIDERACIONES BÁSICAS DE DISEÑO DE UN HUMEDAL ARTIFICIAL

▪ Requisitos Generales

Los requisitos generales para poder utilizar los humedales artificiales para la depuración de aguas residuales son:

- Al ser un "sistema de baja carga" debe tener suficiente espacio disponible ya que requiere de un mayor espacio que los sistemas convencionales.
 - Se recomienda tener condiciones totales de luz solar, no debe ocurrir que el humedal este completamente en sombra. Para los humedales artificiales es importante que el área superficial pueda secarse regularmente por completo, pues de lo contrario, en condiciones de humedad el riesgo de obstrucción aumenta debido al crecimiento excesivo del biofilm.
 - Las plantas utilizadas deben estar adaptadas para crecer parcialmente sumergidas y al clima local donde se ubicará el humedal en condiciones de luz y de sombra.
 - Las aguas residuales con tratamientos biológicos no deberían ser tóxicas, sin embargo, los humedales artificiales por su alto tiempo de retención y baja carga son los más resistentes a los eventos tóxicos que los sistemas convencionales.
 - Es necesario capacitar al personal de mantenimiento sobre las tareas básicas que se necesitan realizar en la operación del sistema.
 - Para el diseño del tratamiento de las aguas residuales en un humedal artificial se debe considerar en el cálculo al caudal futuro de la urbanización conforme al desarrollo de la población que se tiene esperado.
- **Componentes técnicos y tiempo de vida**

Los componentes técnicos principales de los humedales artificiales son:

- Bomba para las aguas residuales (se conoce comercialmente como bomba sumergible de lodos). La bomba es necesaria para el humedal de flujo vertical, ya que su alimentación en pulsos es esencial, mientras que para el humedal de flujo horizontal no siempre es necesaria. El humedal de flujo horizontal puede ser alimentado continuamente, necesitando solo un desnivel entre la salida del pre tratamiento y la entrada del humedal.
- Tubos de PVC, debidamente perforados para una distribución uniforme.
- Revestimiento plástico al menos debajo de la tubería de drenaje (o total),
- Grava y arena sin polvo (o arena lavada).

El tiempo de vida del humedal diseñado está determinado por el tiempo de vida de sus componentes principales. Si es necesario tanto las bombas como las tuberías pueden ser fácilmente cambiadas. En cambio, la arena y la grava en la práctica nunca son cambiadas.

No existen indicios de que un humedal artificial deje de remover materia orgánica, nitrógeno o patógenos después de un periodo de tiempo determinado. Incluso si un humedal artificial fuese abandonado, el espacio podría ser fácilmente utilizado para otro propósito, o simplemente dejar que las plantas crezcan de manera silvestre. Los humedales artificiales pueden tener como expectativa una vida útil tan larga como otros sistemas de tratamientos de desagües, tales como procesos aeróbicos de alta carga o lagunas de tratamiento. Algunos humedales han estado en funcionamiento continuo por más de 20 años y aún siguen funcionando.

▪ **Parámetros de diseño y área requerida**

Existen varios parámetros de diseño para los humedales artificiales, los cuales son usados en diferentes puntos del cálculo, dependiendo del tipo de agua residual a tratar y el clima del lugar.

- Área por persona en m^2/PE , donde PE significa persona equivalente. El parámetro de diseño simplificado para el humedal artificial es el área requerida por persona, pero este parámetro por sí solo no es suficiente para el correcto dimensionamiento del humedal artificial.
 - El clima y el tipo de humedal también influyen para determinar el área requerida.
 - Los autores antes mencionados del artículo *Technology Review of Constructed Wetlands Subsurface flow constructed wetlands for greywater and domestic wastewater Treatment*, citan un ejemplo: un humedal artificial de flujo vertical para tratar las aguas residuales de 3 000 personas necesita cerca de 3 000 a 12 000 m^2 , dependiendo del clima y el diseño. Un humedal artificial de flujo horizontal necesita al menos dos veces más de área.
- ✓ De acuerdo con el profesor del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, especialista en Humedales, De Anda, J., (2006) autor del artículo *Treatment of domestic wastewater and production of commercial flowers invertical and horizontal subsurface-flow constructed wetlands*, “el área requerida para el diseño del humedal artificial en la localidad rural Benito Juárez, será aproximadamente entre 400 y 500 m^2 ”, suficientes para tratar las aguas residuales de los 399 habitantes que viven en el lugar.

▪ **Tipos de plantas utilizadas**

Para la selección de plantas que se utilizarán en humedales artificiales pueden hacerse las siguientes recomendaciones:

- Usar especies locales, autóctonas y no importaciones exóticas o especies invasoras.
- Usar especies de plantas que crecen naturalmente en los humedales o riberas de los ríos debido a que sus raíces ya están adaptadas a crecer en condiciones de agua saturada.
- Son preferibles las plantas con raíces extensas y sistema de rizomas subterráneos.
- Las plantas deben ser capaces de soportar altas cargas, así como cortos periodos de sequía. Las plantas no requieren de inundaciones permanentes, pero deben ser capaces de afrontar temporadas de inundación y encharcamiento del suelo.

5.1.7 EJEMPLO DE PROYECTOS

Se presentan a continuación ejemplos de humedales artificiales para el tratamiento de aguas grises y aguas residuales domésticas. En climas cálidos, el área específica puede ser relativamente baja, ya que la actividad biológica es elevada. Sin embargo, es riesgoso construir humedales con diseños muy ajustados de área específica, ya que existe un mayor riesgo de que el proceso fracase.

1. **Humedal demostrativo en Emiliano Zapata, Veracruz, México.** En la comunidad Pínohtepec se inauguró una parcela demostrativa con plantas ornamentales, con la participación del Instituto de Ecología, A.C. en colaboración con la CONAGUA a través del Consejo de Cuenca Tuxpán-Jamapa y la JAMOAP. Se destacó como una opción viable y barata, con la generación de ingresos.
2. **Humedales en el estado de Morelos, México.** Desde el 2005 se trabaja para establecer un humedal en San Antonio La Esperanza, Jantetelco, Morelos. Se planteó para 200 habitantes y destaca por el uso de bambú.
3. **Humedal demostrativo de la Universidad Autónoma Benito Juárez Oaxaca “PLANTAR”.** Es un sistema “piloto” que trata 10,000 metros cúbicos por día de aguas residuales generadas en el campus. El tren de tratamiento incluye un reactor anaerobio de flujo ascendente, una laguna facultativa, dos humedales de flujo superficial, un filtro de discos, almacenamiento y terreno de irrigación.

5.2 PROPUESTA ESQUEMÁTICA DE UN HUMEDAL ARTIFICIAL PARA LA DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES EN LOCALIDAD RURAL BENITO JUÁREZ.

5.2.1 OBJETIVO GENERAL

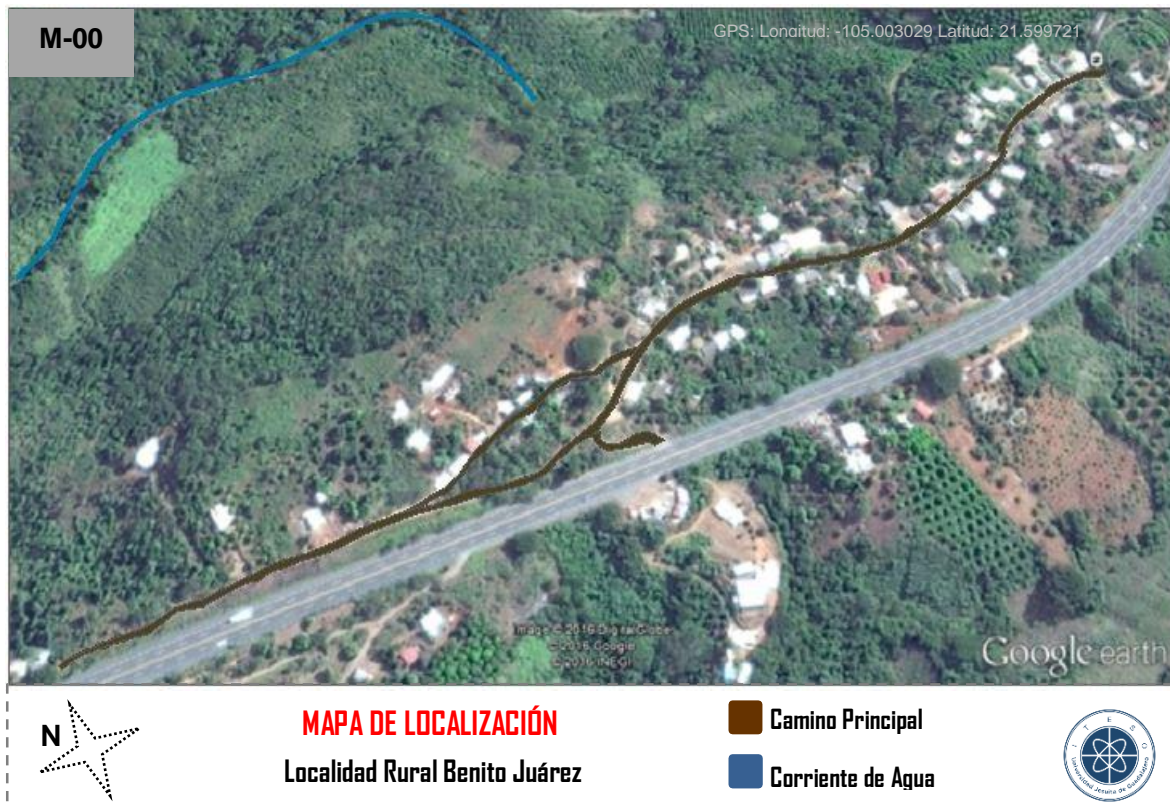
Plantear esquemáticamente un humedal artificial para la localidad rural Benito Juárez para contrarrestar el problema de carencia de drenaje que tienen actualmente.

5.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Proponer esquemáticamente la evacuación de las aguas residuales de las viviendas hacia el humedal artificial para posteriormente utilizar el agua tratada para el riego de áreas verdes y de cultivo.

5.2.3 DATOS RELEVANTES

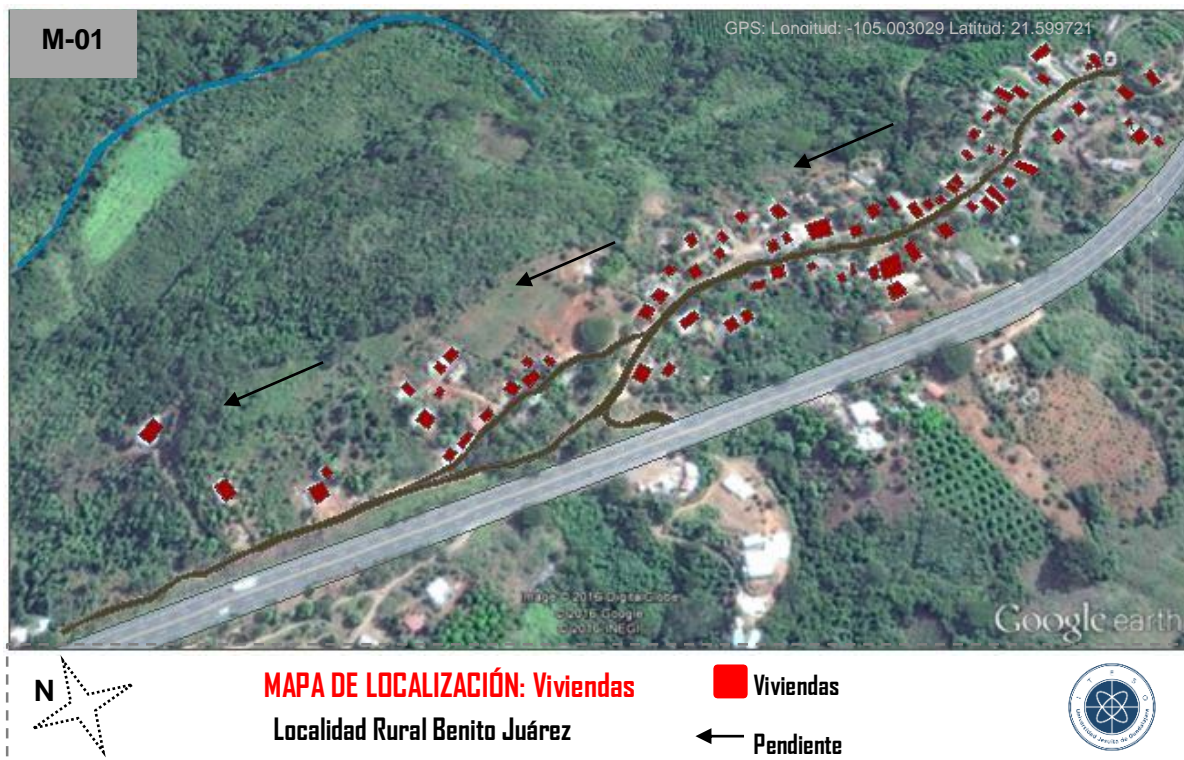
La localidad Rural Benito Juárez se localiza en el Municipio de Tepic en el Estado de Nayarit, México. Se encuentra a una mediana altura de 550 metros sobre el nivel del mar, ubicada a un costado de la carretera Federal 15D Tepic-Mazatlán. Cuenta con solo un camino principal (mapa 17), en donde las viviendas se ubican al lado derecho e izquierdo del camino rural, lo que les da un cierto orden en su acomodo. El camino principal forma una pendiente inclinada, teniendo la mayor altura en la parte superior derecha y la menor altura en la parte inferior izquierda. Cerca de la localidad se encuentra un arroyo llamado “las pilitas”, que de acuerdo a los habitantes del lugar, el agua es utilizada solo para el riego del cultivo, ya que tiene un cierto porcentaje de contaminación y no es posible utilizarla como agua potable.



Mapa 17. Mapa de localización M-00. Fuente: Elaboración propia utilizando imagen de Google Earth.

5.2.4 RECONOCIMIENTO ESQUEMÁTICO DEL TERRENO

Antes de comenzar con el trabajo es necesario conocer la información general de la población (400 habitantes), para determinar el área del humedal a realizar, (aproximadamente de 400 a 500 m²). Posteriormente, se debe realizar el reconocimiento y evaluación del terreno. Aspectos sencillos como la pendiente y la disponibilidad del terreno serán definitivos para adecuar cualquier tipo de diseño de humedal artificial y garantizar su implementación. Una vez realizado el trabajo de evaluación del terreno, es necesario efectuar un levantamiento topográfico para proyectar el humedal artificial. Una vez obtenido el plano, se procede a realizar el trazo, que consiste en la propuesta y posterior el replanteo sobre el terreno.



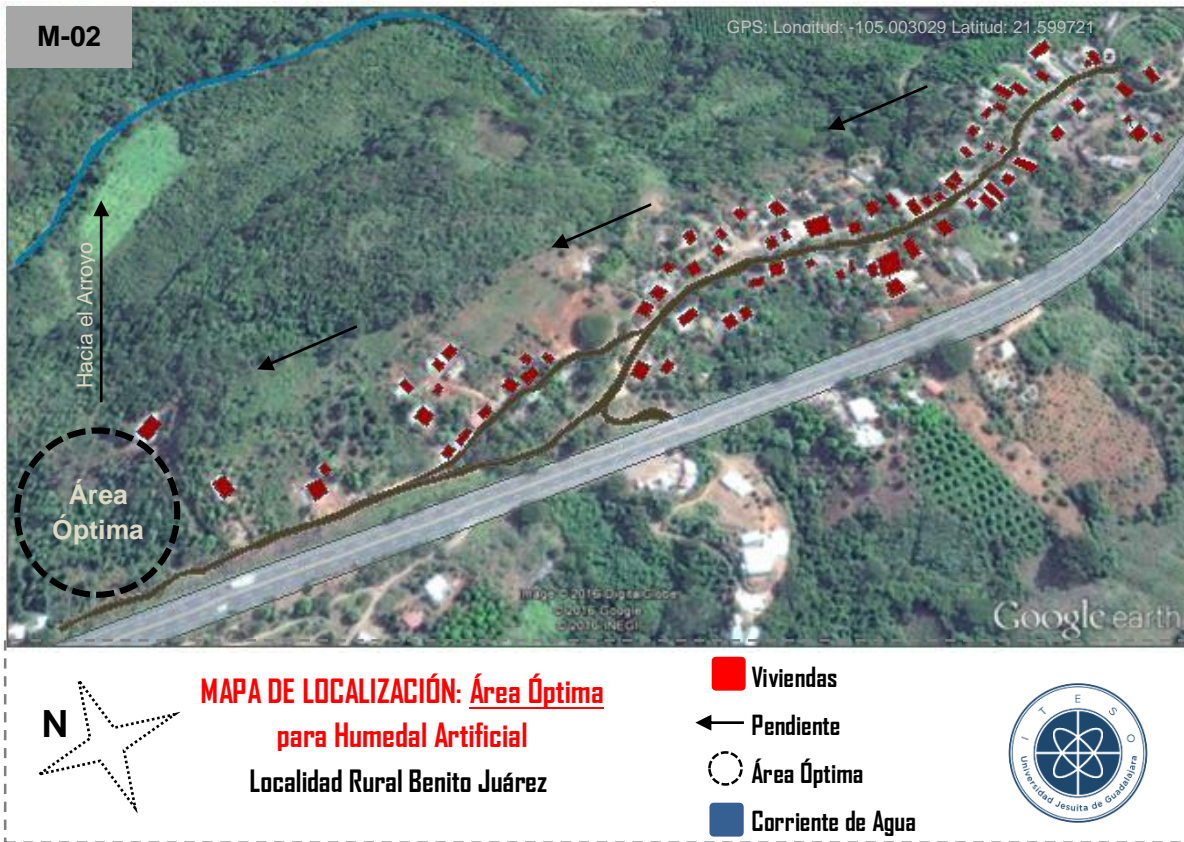
Mapa 18. Mapa de localización M-01. Fuente: Elaboración propia utilizando imagen de Google Earth.

- ✓ En el mapa 18, se muestra la dirección de la pendiente en la localidad. Es importante su reconocimiento ya que este factor determinará parte de la ubicación y diseño del humedal artificial, y con esto, se encontrará la mejor zona para proyectarlo. Las pautas generales para parámetros de diseño son adaptables a un sitio específico, dada la cantidad de las aguas negras y una serie de cálculos matemáticos relacionados a los tiempos de reacción y a la hidrología (Hammer, 1989). Un ejemplo de estos cálculos puede ser encontrado en la propuesta del proyecto piloto que acompaña, "La Tecnología de BMP: Los humedales construidos para el Tratamiento de Agua Negra – Propuesta de proyecto Piloto en Chiapas, México".

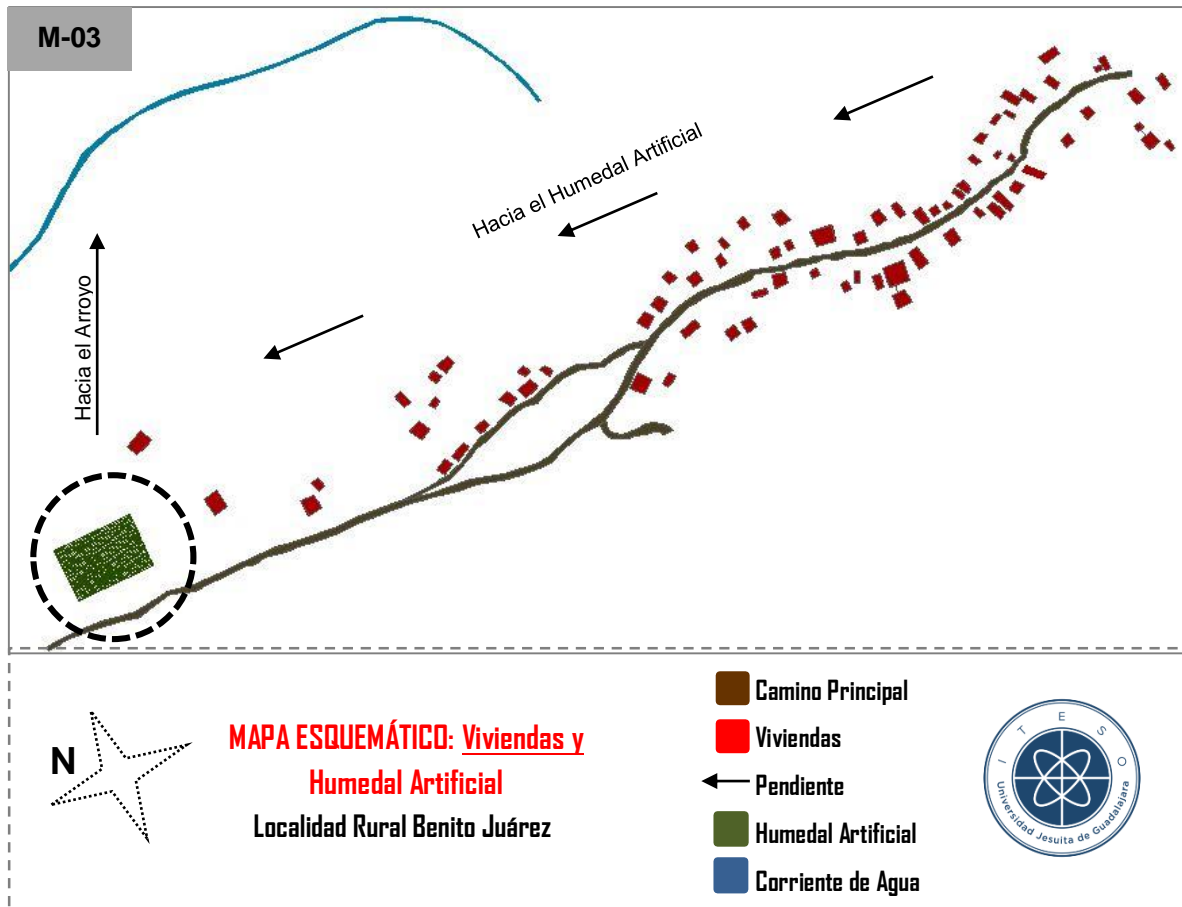
5.2.5 UBICACIÓN ESQUEMÁTICA DEL HUMEDAL ARTIFICIAL

La selección de la ubicación de un sistema de humedales se realiza en función de variables que fundamentalmente afectan a su proceso constructivo y a los costes que éste conlleva, destacándose la accesibilidad, el precio y la calidad del terreno, la climatología y geología de la zona, entre otros. Los humedales se deben situar en zonas llanas o con muy poca pendiente y que permitan a ser posible la circulación del agua por gravedad en todos los elementos de la depuración.

Para este caso, y de acuerdo al análisis previo del reconocimiento del terreno, a la dirección de la pendiente y los diversos factores mencionados anteriormente, la ubicación del terreno óptima para el humedal artificial en la localidad rural Benito Juárez, es mostrada esquemáticamente en el Mapa 19 y 20. Este lugar cuenta con una pendiente adecuada para la proyección a futuro de un humedal artificial, la ubicación de las viviendas tienen la pendiente adecuada para la circulación del agua residual por gravedad, cuenta con la cercanía de un arroyo para la descarga del agua tratada o en otro caso, se le puede dar la función de riego para los diversos cultivos de plantas que se localizan alrededor.



Mapa 19. Mapa de localización M-02. Fuente: Elaboración propia utilizando imagen de Google Earth.



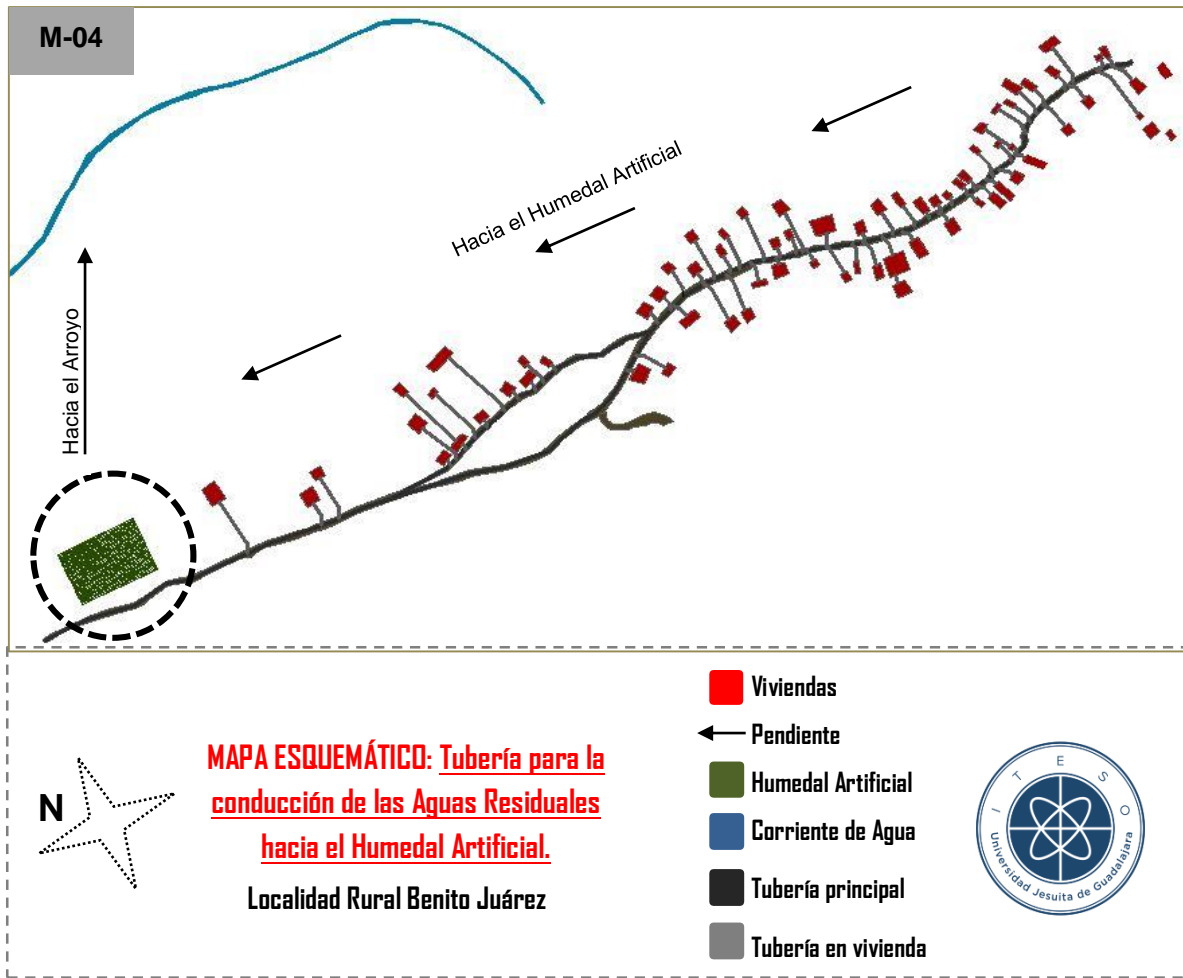
Mapa 20. Mapa Esquemático M-03. Fuente: Elaboración propia utilizando imagen de Google Earth.

- ✓ Si en cada vivienda se tratan las aguas residuales individualmente, sería menos rentable que un enfoque más centralizado de un tratamiento en conjunto ya que los habitantes de cada vivienda que se encuentran en la localidad rural Benito Juárez no podrían invertir en uno propio.

5.2.6 REPLANTEO ESQUEMÁTICO

El replanteo consiste en delimitar y marcar en el terreno las áreas en las cuales se construirán los diferentes componentes necesarios para la implementación del humedal artificial a realizar, como la ubicación de tuberías de conducción de cada vivienda hacia la tubería principal que descargará las aguas residuales al humedal artificial (mapa 21).

De acuerdo a la US EPA, (1999) “los sistemas de humedales artificiales más pequeños para hogares, con frecuencia la descarga es liberada en la tierra, mientras en humedales municipales más grandes, la descarga generalmente fluye hacia el agua de superficie”.



Mapa 21. Mapa Esquemático M-04. Fuente: Elaboración propia utilizando imagen de Google Earth.

- ✓ Las tuberías de un sistema de humedales artificiales lógicamente deben tener un diámetro que permita transportar el caudal necesario en cada caso. Como norma general las tuberías deben funcionar como máximo con una altura de lámina de agua igual a un 70-75% del diámetro de la tubería, para intentar lograr que el flujo sea en lámina libre. Los diámetros utilizados por tanto varían en función del caudal, siendo recomendable que la velocidad de circulación no sea mucho menor de 1 m/s. Aunque depende del tamaño de cada instalación, en general se intentará utilizar diámetros de como mínimo 100 mm (para evitar obstrucciones). Sólo en instalaciones muy pequeñas (saneamiento autónomo) es aconsejable usar diámetros menores.

5.2.7 AGUAS RESIDUALES

La idea para la descarga de aguas residuales de cada vivienda es la implementación de un humedal artificial para toda la población (400 habitantes), con un área aproximadamente de 400 a 500 m². Las aguas residuales para este estudio estarían siendo producidas en la Localidad rural Benito Juárez, con una temperatura promedio de 25°C en la mayoría del año. Estas aguas residuales serán recolectadas a través de tubería de PVC en cada vivienda y posteriormente serían dirigidas hacia el colector principal, el cuál conduciría la descarga de agua de cada vivienda hasta el humedal artificial.

5.2.8 PLANTAS ACUÁTICAS

Las plantas acuáticas pueden ser seleccionadas de acuerdo al clima local, si estas plantas no pueden adquirirse localmente, cualquier planta de humedal que crezca bien puede estar utilizada, un ejemplo de ello pueden ser:

- **Las aneas** (*Typha* spp.) son fuertes, fácil de propagar, y capaz de producir una biomasa anual grande. Típicamente quitan cantidades grandes del nitrato y del fosfato.
- **Juncos** (*Schoenoplectus* spp., *Scirpus* spp.) crecen en grupos y crecen bien en agua que tiene una profundidad de 5 cm a 3 m. Estas plantas agresivas logran una eliminación alta de contaminantes.
- **Céspedes de caña** (*Phragmites australis*) son plantas altas con raíces profundas, que permiten más oxígeno a alcanzar la zona de raíz que las dos plantas descritas previamente.

5.2.9 MATERIALES

Los materiales localmente disponibles y económicos pueden ser utilizados para la mayoría de las necesidades de la construcción, y voluntarios de la localidad pueden ayudar a realizar parte del trabajo. La supervisión de un ingeniero y albañil debe ser necesario, dependiendo de la base del conocimiento de los voluntarios. El mantenimiento de las pozas de oxidación y humedales construidos es bastante sencillo, requiriendo menos de un día cada semana. Una vez establecido, la estética de la tecnología de humedal será completamente natural. La seguridad puede ser una preocupación, especialmente para los niños, y un cerco sencillo puede ser utilizado si esto es el caso.

5.2.10 RENTABILIDAD ECONÓMICA

En el país, existen programas para la para la Construcción y Rehabilitación de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en Zonas Rurales, responden a la creciente demanda de los distintos usuarios del agua, especialmente de aquellos que cuentan con menores recursos; se orientan a un mejor aprovechamiento del recurso y mejorar su productividad en materia hidroagrícola e incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento para la población de las zonas urbanas y rurales.

Con estas acciones, la Comisión Nacional del Agua, busca elevar la preservación, eficiencia y sustentabilidad en el uso del recurso, impulsando el fortalecimiento de los organismos, sociedades y asociaciones responsables de su manejo, así como de los servicios de abasto y saneamiento en

zonas urbanas y rurales, asignando al agua el valor que le corresponde, para mantener la calidad de vida de la población y en general para todas las actividades económicas del país. (CONAGUA, 2013, p.57)

▪ **Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas (APAZU)**

El Programa tiene como propósito fomentar y apoyar el desarrollo de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento para el beneficio de habitantes de comunidades urbanas y rurales del país, a través de la construcción, ampliación, rehabilitación y mejoramiento de la infraestructura hidráulica mediante el apoyo financiero y técnico a las entidades federativas, municipios y sus organismos operadores; para la prestación de los servicios de agua y sus usos diversos, pero fundamentalmente para el consumo humano.

▪ **Procedimiento de Selección**

Las solicitudes de las acciones que integrarán el programa operativo anual deberán ser calificadas en el órgano de planeación estatal en el que participarán las Direcciones de la Conagua. Estas acciones serán priorizadas conforme a los siguiente: primeramente se programarán las acciones en localidades consideradas por la estrategia Sistema Nacional Cruzada contra el Hambre, las prioridades o metas del subsector, propuestas y determinadas por la Conagua, las obras iniciadas en años anteriores que requieran continuidad; y así sucesivamente respetando el orden de priorización señalado en las reglas de operación. (CONAGUA, 2015, p.3)

✓ En Nayarit, el municipio de Tepic comenzó a ser parte del programa Cruzada Nacional contra el Hambre, a partir del año 2014, en donde el objetivo principal es el enfoque hacia la población con menos recursos económicos. La localidad rural Benito Juárez (localizada en el municipio de Tepic), es clasificada por Sedesol en el catálogo de localidades con un *grado de marginación alto*. La localidad tiene potencial para ser seleccionada por el programa Cruzada Nacional contra el Hambre y llevar a cabo la construcción del humedal artificial.

▪ **Rentabilidad Socioeconómica**

La rentabilidad socioeconómica, así como los indicadores que permitan medir los beneficios a obtener, serán establecidos en los proyectos y será responsabilidad del ejecutor de las obras, por lo que quedarán bajo su resguardo y formará parte del expediente de cada una de las acciones y obras del programa. El costo per cápita por habitante beneficiado con infraestructura de agua potable o alcantarillado será hasta de \$4,890.00, aquellos proyectos y acciones que rebasen dicho monto requerirán presentar ante las Direcciones de la Conagua, para su dictamen y en su caso inclusión en el Programa, una justificación del mismo. (CONAGUA, 2015, p.5)

▪ **Costo índice de sistemas de tratamiento de aguas residuales en México.**

Las aguas residuales son generalmente conducidas por sistemas de alcantarillado y tratadas en una planta de tratamiento de aguas para su depuración antes de su vertido, aunque no siempre es así en todos los países. De acuerdo a la autora Mantilla, G., (2010) en el artículo *Costos índice de sistemas de tratamiento de aguas residuales en México*, realizado para el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, determina "los costos índice, relacionados con los sistemas de tratamiento de aguas residuales más utilizados en México: el sistema de tratamiento primario avanzado (PTAR), lodos activados, filtros biológicos, lagunas aireadas, lagunas de estabilización y los

humedales artificiales”. Los costos índice determinados por la autora para los diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales en el país, concluyeron que el sistema de mayor costo son los lodos activados superando el medio millón de pesos, seguido por los filtros biológicos y el primario avanzado, estos, por debajo del medio millón de pesos. Posteriormente, se encuentran las lagunas aireadas y las de estabilización, por debajo de los doscientos mil pesos, y por último los humedales artificiales, los más económicos, debajo de los cincuenta mil pesos.

El sistema de tratamiento primario avanzado ha observado un incremento reciente en cuanto al número de plantas construidas, además de la importancia de los caudales tratados; en cuanto a los humedales artificiales (wetlands), Mantilla, G., (2010) concluye que “son una opción para las poblaciones medias, debido a sus bajos costos de operación y mantenimiento y además tienen la ventaja de producir un efluente con muy pocos nutrientes” (p.2).

5.2.11 RESULTADOS

Los beneficios de un humedal construido incluyen mejoramientos sanitarios y ambientales. El tratamiento de las aguas negras disminuye la posibilidad de la exposición a patógenos. Esto disminuye la incidencia de contraer enfermedades causadas por exposición a agua, la hospitalización y mortalidad para residentes, especialmente éstos en poblaciones sensibles, tal como las personas mayores, los niños, y los individuos con un sistema inmunológico disminuido. La reducción de la exposición a los patógenos puede beneficiar también la salud de animales, inclusive ganado, animales salvajes y de casa. El agua proveniente de este humedal artificial construido en la localidad rural Benito Juárez, puede ser utilizada en los servicios de riego de las áreas verdes, en jardines y áreas destinadas al servicio de limpieza, como la plaza principal del lugar, siendo uno de los principales objetivos de este proyecto.

6. CONCLUSIONES GENERALES

En el presente trabajo se realizó una adecuación a la vivienda rural de la localidad Benito Juárez basada en estrategias de diseño bioclimático con el fin de dar solución a los problemas de confort que se tiene actualmente en el interior de las viviendas.

También se realizó la propuesta esquemática de un humedal artificial como una alternativa tecnológica sustentable con el fin de encontrar una posible solución a los servicios básicos inexistentes en la localidad y poder combatir el problema de drenaje que se tiene actualmente.

El objetivo principal de este proyecto fue la realización de un modelo demostrativo de vivienda sustentable, pero al mismo tiempo, que pudiera ser desarrollado como alternativa habitacional en la localidad rural Benito Juárez, considerando principalmente las posibilidades económicas de la población que pertenece al lugar. Para lograr este objetivo, se buscó una respuesta a la pregunta principal de investigación que consistió en encontrar las estrategias de diseño y tecnologías sustentables para la adecuación de la vivienda rural actual de la localidad.

La adecuación de la vivienda rural se basó en cuatro análisis fundamentales:

- Análisis bioclimático
- Análisis térmico
- Análisis de ventilación
- Análisis de protección solar

En el análisis térmico del estado actual, los resultados demostraron que la vivienda es demasiado caliente llegando a temperaturas de hasta los 37°C. Para encontrar una solución a este problema, en el programa Ecotect Analysis 2011, se implementaron algunas de las estrategias obtenidas en el diseño bioclimático, obteniendo como resultado una adecuación en la vivienda de la localidad.

La vivienda adecuada térmicamente presentó resultados satisfactorios, logrando reducir entre 2 y 3°C en las distintas zonas que la conforman.

Uno de los principales problemas que se identificó en las viviendas de la localidad fue la falta de ventilación natural. Argumentado por la misma población, se dijo que la mayor parte del tiempo la pasaban en el exterior de las viviendas, por lo cual, se realizó un análisis de ventilación en la vivienda actual de la localidad con el mismo programa del análisis anterior, Ecotect Analysis 2011. En los diagramas se pudo confirmar que los flujos de aire resultan “encerrados” dentro de los espacios que conforman la vivienda y las velocidades en el interior son reducidas, teniendo entre los 0 y 0.3m/s en su mayoría.

En la vivienda adecuada con estrategias de ventilación se pudo ver que la incorporación de nuevas aberturas orientadas estratégicamente creó ventilación cruzada. Esto logró hacer que la velocidad del viento aumentara y se presentaron velocidades de 1m/s hasta los 2m/s. Como resultado se pudo disminuir la temperatura en el interior de la vivienda de 1 a 2°C.

Al ser una localidad en donde la misma población autoconstruye sus viviendas, para el diseño de la protección solar se tomó en cuenta la dificultad constructiva, estructural y principalmente de costo, optando por la utilización de materiales del mismo lugar. Como resultado se logró disminuir

el 90% del ingreso de radiación solar que provocaba sobrecalentamiento en la vivienda, gracias a esto, se mantendrá un confort interior adecuado sin necesidad de pasar el mayor tiempo en el exterior de la vivienda.

Entre las principales estrategias térmicas, de ventilación y de protección solar sobresalió el aislamiento en la cubierta a través de la aplicación de un material aislante natural, el aislamiento de muros con enredaderas, la utilización de colores de alta reflectancia como el blanco y gris en las protecciones de ventanas, esto, para minimizar la absorción solar, la vegetación caduca o perenne, la utilización en puntos estratégicos de macetas móviles, la abertura de nuevas ventanas con la finalidad de crear ventilación cruzada y las protecciones solares permanentes. Es importante destacar que el conjunto de estas estrategias lograron alcanzar resultados positivos para dar respuesta a la problemática que tiene actualmente la vivienda de la localidad, esto, gracias a la reducción del sobrecalentamiento en el interior de la misma.

Se puede concluir que la vivienda actual de la localidad rural Benito Juárez tiene serios problemas de habitabilidad ocasionados por el sobrecalentamiento que se genera en su interior, generando malestar para el usuario. Con los cuatro análisis realizados se pudo dar solución a este problema, sin dejar de lado las carencias económicas que presenta la población del lugar. Se realizó un modelo demostrativo de vivienda sustentable que puede ser desarrollado como alternativa habitacional en la localidad.

En el proceso de investigación, el segundo problema serio que se pudo constatar fue la carencia de servicios básicos que había en la localidad rural Benito Juárez. A través de un análisis de infraestructura y servicios básicos, se logró identificar que el principal problema era la falta de drenaje en todo el lugar. Por la falta del servicio de drenaje en la localidad rural, se espera que los problemas de salud vayan aumentando; actualmente, se han presentado complicaciones como hepatitis y enfermedades gastrointestinales.

Para dar solución a este problema, se optó por proponer esquemáticamente un humedal artificial como alternativa, en donde el aspecto fundamental fue encontrar una tecnología sustentable del agua residual que fuera económica, a la vez ecológica, y que permitiera una reutilización del agua tratada para ciertos usos como alternativa de abastecimiento.

La propuesta esquemática del humedal artificial para la localidad rural Benito Juárez consistió en plantear la ubicación adecuada para el humedal y posteriormente replantear la evacuación de las aguas residuales de cada vivienda hacia el destino final. Pensar en la posibilidad de un humedal artificial puede ser una alternativa económica y ecológicamente aceptable, ya que este tipo de sistemas son de construcción fácil, bajo costo, mantenimiento reducido y con una depuración confiable, incluso cuando hay altas variaciones en el caudal.

La propuesta esquemática de tecnología sustentable puede convertirse en un futuro una opción sostenible y ejecutable para dar solución al problema actual de drenaje que se tiene en la localidad rural Benito Juárez.

Por otro lado, es importante destacar los beneficios que se obtuvieron al utilizar programas tecnológicos para el diseño sustentable y bioclimático. Los programas utilizados facilitaron cada etapa de este proyecto, como el Bioclimatic Analysis Tool (BAT), en el que se graficaron y calcularon, de forma simplificada, una serie de parámetros y criterios basados en ecuaciones y diagramas desarrollados por diferentes autores alrededor del mundo como Evans, Givoni, Szokolay, Mahoney y Olgyay. Otro ejemplo es el programa Ecotect Analysis 2011, en el cuál se realizaron simulaciones y análisis de funcionamiento energético que permitieron mejorar el rendimiento de la vivienda junto con las estrategias implementadas para su adecuación.

El estudio, entendimiento y utilización de los programas tecnológicos para el diseño sustentable y bioclimático de la vivienda en la localidad rural Benito Juárez, fue uno de los principales aciertos para poder alcanzar los objetivos propuestos desde el comienzo de este proyecto.

El uso de metodologías para este proyecto, como la Norma Oficial Mexicana, fue otro acierto positivo para la adecuación de la vivienda rural. Con la NOM-020-ENER-2011 se realizó un análisis de la eficiencia energética de la envolvente de la vivienda, en el cual se pudo calcular y comparar el porcentaje de eficiencia energética de la vivienda actual (edificio real) respecto a la vivienda ideal (edificio proyectado). Los resultados de este análisis demostraron que la vivienda actual no cumple con los requerimientos de la norma, presentando serios problemas de ganancia de calor por conducción a través de la cubierta, por lo cual se realizaron propuestas para corregir el problema.

Como solución al problema se observó que la integración de un material aislante natural en la cubierta disminuyó drásticamente la ganancia de calor por conducción en la vivienda adecuada y se logró cumplir con los requerimientos de la NOM-020-ENER-2011. Se puede concluir que la Norma Oficial Mexicana en materia de eficiencia energética en envolventes para uso residencial, es un primer esfuerzo de las políticas públicas de México para comenzar a construir y adecuar viviendas sustentables.

En función a todo lo anterior, se puede decir que hoy en día, son cada vez más los proyectos de vivienda enfocados hacia el desarrollo sustentable en el que se busca satisfacer las necesidades de la población más desprotegida, el tener en cuenta este enfoque a la hora de planear, diseñar y construir es la oportunidad de mejorar la calidad de vida de la población. Este proyecto es un ejemplo de ello.

En la vivienda rural de este proyecto se han incorporado estrategias de adecuación bioclimática en los aspectos constructivos y de diseño que pueden tomarse como referencia para la construcción y adecuación de otras viviendas a futuro.

7. FUENTES CONSULTADAS

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TEPIC. (2014). *Caracterización: Elementos del Medio Natural*. Diciembre 2015, de H. XL Ayuntamiento del Municipio de Tepic Sitio web: <http://tepic.sytes.net/caract.php>

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TEPIC. (2014). *Climatología*. Noviembre 2015, de H.XL Ayuntamiento del Municipio de Tepic Sitio web: <http://tepic.sytes.net/caract.php>

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TEPIC. (2014). *Cuencas y Subcuencas*. Noviembre 2015, de H.XL Ayuntamiento del Municipio de Tepic Sitio web: <http://tepic.sytes.net/caract.php>

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TEPIC. (2014). *Edafología*. Noviembre 2015, de H.XL Ayuntamiento del Municipio de Tepic Sitio web: <http://tepic.sytes.net/caract.php>

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TEPIC. (2014). *Fisiografía*. Noviembre 2015, de H.XL Ayuntamiento del Municipio de Tepic Sitio web: <http://tepic.sytes.net/caract.php>

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TEPIC. (2014). *Geología*. Noviembre 2015, de H.XL Ayuntamiento del Municipio de Tepic Sitio web: <http://tepic.sytes.net/caract.php>

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TEPIC. (2014). *Hidrografía*. Noviembre 2015, de H.XL Ayuntamiento del Municipio de Tepic Sitio web: <http://tepic.sytes.net/caract.php>

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TEPIC. (2014). *Identificación de Riesgo: Identificación de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos ante Fenómenos Perturbadores de Origen Natural*. Diciembre 2015, de H. XL ayuntamiento del municipio de Tepic sitio web: <http://tepic.sytes.net/iriesgo.php>

ATLAS DE RIESGO DEL MUNICIPIO DE TEPIC. (2014). *Uso de Suelo y Vegetación*. Noviembre 2015, de H.XL Ayuntamiento del Municipio de Tepic Sitio web: <http://tepic.sytes.net/caract.php>

ATLAS DEL AGUA DE LA REPÚBLICA MEXICANA. (1976). *Datos de viento de Tepic, Nayarit*. S.R.H. México.

BIOHAUS. (S/f). *Aislamiento de corcho expandido*. Recuperado de: <http://www.biohaus.es/pdf/EL%20AISLAMIENTO%20DE%20CORCHO%20EXPANDIDO.pdf> (Fecha de consulta: 24 de noviembre de 2015).

CANNABRICK. (S/f). *Panel aislante de corcho negro*. Recuperado en: http://www.cannabrick.com/catalogo/panel_aislante_de_corcho_negro/ (Fecha de consulta: 24 de noviembre de 2015).

COMISIÓN NACIONAL DE VIVIENDA EN MÉXICO. (2014). *NAMA Mexicana de Vivienda Sustentable*. Obtenido el 8 de Marzo del 2016, disponible en: <http://www.conavi.gob.mx/viviendasustentable>.

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. (2015). *Manual de Operación y procedimientos 2015: programas de agua potable, alcantarillado y saneamiento en zonas urbanas APAZU*. Diciembre 2015, de CONAGUA Sitio web: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/MANUAL%20DE%20OPERACION%20Y%20PROCEDIMIENTOS%20APAZU%202015%20DEFINITIVO%2019022015.pdf>

COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA. (2015). *Normas Oficiales Mexicanas de eficiencia energética aplicables a la envolvente de edificios*. Obtenido el 15 de Febrero de 2016, disponible en: http://www.conuee.gob.mx/pdfs/Foresedificaciones/Norma_8.pdf.

COMISIÓN NACIONAL DE FOMENTO A LA VIVIENDA. (2006). *Guía para el uso eficiente de la energía en la vivienda*. México, D.F. Editorial Arroyo+Cerda, S.C, 1ª Edición. Pp. 108.

COMISIÓN NACIONAL DE VIVIENDA. (2010). *Código de Edificación de Vivienda*. México: CONAVI Segunda Edición. Recuperado en: <http://www.cmic.org/comisiones/sectoriales/vivienda/biblioteca/archivos/CEV%20PDF.pdf> (Fecha de consulta: 3 de noviembre de 2014).

CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN. (2010). *Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2010*. Anexo B3, Nayarit. PDF.

CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN. (2012). *Base de Datos por Entidad. Índice de Marginación por Localidad 2010, 1, 132*. 16 Septiembre 2014, De Anexo C. Cuadro B18 Nayarit Base de datos.

CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN. (2013). *Capítulo 1. Concepto y dimensiones de la marginación*. México, D.F., Pp. 6.

DE LA MORA, S. (2013). *Nómada: Vivienda rural sustentable*. 08 Octubre 2014, de Ecoosfera Sitio web: <http://www.ecoosfera.com/2010/08/nomada-vivienda-rural-sustentable/>

DE ANDA, J., ZURITA, F., BELMONT, M.A. (2009). *Treatment of domestic wastewater and production of commercial flowers in vertical and horizontal subsurface-flow constructed wetlands*. En *Ecological Engineering* (861–869). Elsevier.

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN DE MÉXICO. (1988). *Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (En línea) Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_090115.pdf

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN DE MÉXICO. (2006). *Ley de Vivienda*. Cámara de diputados del h. congreso de la unión. (En línea) Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LViv_200415.pdf

ECOHABITAR, (2011). *Aislamientos acústicos: Lino*. 24 noviembre 2015, de Revista: EcoHabitar. Sitio web: <http://www.ecohabitar.org/aislamientos-e-impermeabilizacion-convenientes/>

ECOHABITAR. (S/F). *Materiales asilamientos: Lana*. Recuperado de: http://www.ecohabitar.org/wp-content/uploads/2011/12/ficha_lana1.pdf (Fecha de consulta: 04 de diciembre de 2015).

EVANS, J, M., & SCHILLER, S. (2005). *Rol De La Envolvente En La Edificación Sustentable*. Revista de la Construcción 4, no. 1 (2005): 5-1

EVANS, J, M., & SCHILLER, S. (2005). *Rol De La Envolvente En La Edificación Sustentable*. Revista de la Construcción 4, no. 1 (2005): 5-1

FERNÁNDEZ, J. (2011). *Manual de fitodepuración. Filtros de macrofitas en flotación. Capítulo 6: Humedales artificiales para depuración*. Marzo 2015, de Ciencias Marinas Sitio web: http://www.cienciasmarinas.uvigo.es/bibliografia_ambiental/outros/Manual%20de%20fitodepuracion/Capitulos%206.pdf

FERNÁNDEZ ZAYAS, J. & ESTRADA-CAJICAL, V. (1998). *Cálculo de la radiación solar instantánea en la República Mexicana*. Instituto de Ingeniería, UNAM, serie no. 472, México.

FUENTES FREIXANET, V. (2004). *Clima y arquitectura*. Universidad Autónoma Metropolitana.

GIVONI, B. (1981). *Man, Climate & Architecture*. Ed Van Nostrand Reinhold Company. Nueva York, Estados Unidos, 483 pp.

GOBIERNO DEL ESTADO DE CHIAPAS. (2013). Ciudad Rural Sustentable Jaltenango. 15 Octubre 2014, de Gobierno del estado de Chiapas. Sitio web: <http://www.ciudadesrurales.chiapas.gob.mx/jaltenango>

HOFFMANN, H., PLATZER, C., WINKER, M., Y MUENCH, E. (2011). *Technology Review of Constructed Wetlands Subsurface flow constructed wetlands for greywater and domestic wastewater Treatment*. Febrero 2015, de GIZ Sitio web: <http://www.ircwash.org/sites/default/files/Hoffmann-2011-Technology.pdf>

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO. (2014). El Cambio Climático en México: Información por Estado y Sector. Marzo del 2016, de INECC Sitio web: http://www2.inecc.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_nayarit.html

INEGI. (2010). *Programa cuéntame, distribución de población Urbana y Rural en Nayarit, Información por Entidad*. 24 Septiembre 2014. Censo de Población y Vivienda 2010. Sitio Web de: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/nay/poblacion/distribucion.aspx?tema=me&e=18>

LAS CAÑADAS BOSQUE DE NIEBLA. (2008). *Bio-construcción*. 31 Octubre 2014, de Las cañadas Sitio web: <http://www.bosquedeniebla.com.mx/cur10.htm>

LLAGAS, W., GOMEZ, E. (2006). *A design of an artificial marsh for treating waste water in the UNMSM*. Diciembre 2015, de Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG Sitio web: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/geologia/vol9_n17/a11.pdf

MANTILLA, G. (2002). *Costo índice de sistemas de tratamiento de aguas residuales en México*. Enero 2016, de IMTA Sitio web: <http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/mantilla.pdf>

MIMBREA. (s/f). *¿Qué materiales aislantes ahorran más energía a lo largo de su vida?* Recuperado de: <http://www.mimbrea.com/que-materiales-aislantes-ahorran-mas-energia-a-lo-largo-de-su-vida/> (Fecha de consulta: 29 de noviembre de 2015).

NUÑEZ, R. (2012). *Bioclimática, Sostenibilidad y ahorro de energía: Manual de técnicas de acondicionamiento térmico*. México: CEU Ediciones.

OBSERVATORIO METEOROLÓGICO DE TEPIC, NAYARIT. (2015). *Datos climatológicos de Tepic, Nayarit; 1994-2014*.

OLGYAY, A.; OLGAYAY, V. (1957). *Solar Control and Shading Devices*. Princenton University press. New Jersey, Estados Unidos, 201 pp.

OLGYAY, V. (1998). *Arquitectura y clima: Manual de diseño para arquitectos y urbanistas*. Ed. GG, 1ª edición en castellano, Barcelona, España.

PROYECTO SAN ISIDRO. Educación Permanente, S.C. (2009). *¿Qué es y dónde está el Proyecto San Isidro?* 31 Octubre 2014, de San Isidro Sitio web: <http://www.proyectosanisidro.com/que-es-y-donde-esta-el-proyecto-san-isidro/>

RODRÍGUEZ, H. (s/f). *Aislamientos Naturales II: La celulosa*. Mimbrea. Recuperado en: <http://www.mimbrea.com/aislamientos-naturales-ii-la-celulosa/> (Fecha de consulta: 24 de noviembre de 2015).

RODRÍGUEZ, H. (s/f). *Aislantes Naturales III: Lana de Oveja*. Mimbrea. Sostenibilidad, eficiencia y ecoconstrucción para tu vivienda. Recuperado: <http://www.mimbrea.com/aislantes-naturales-iii-lana-de-oveja/>

RODRÍGUEZ VIQUEIRA, M.; FIGUEROA CASTREJÓN, A.; FUENTES FREIXANET, V.; CASTORENA ESPINOSA, G.; HUERTA VELÁZQUEZ, V.; GARCÍA CHÁVEZ, J. R.; RODRÍGUEZ MANZO F.; GUERRERO BACA, L. F. (2001). *Introducción a la Arquitectura Bioclimática*. Ed. Limusa Noriega Editores. Mexico D.F. México, 204 pp.

SECRETARIA DE SALUD. (s/f). *Listado de normas oficiales mexicanas de la secretaria de salud*. Recuperado de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nomssa.html> (Fecha de consulta: 24 de noviembre de 2015).

SECRETARIA DE SALUD. (2002). *NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-020-SSA1-1993. "Salud ambiental. Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al ozono (o3). Valor normado para la concentración de ozono (o3) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población"*. Recuperado en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/m020ssa13.html> (Fecha de consulta: 24 de noviembre de 2015).

SECRETARÍA DE ECONOMÍA. (2009). *Norma Mexicana NMX-C-460-ONNCCE-2009, Industria de la construcción-aislamiento térmico-valor "R" para las envolventes de vivienda por zona térmica para la república mexicana-especificaciones y verificación*. Recuperado de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5145106&fecha=03/06/2010 (Fecha de consulta: 24 de noviembre de 2015).

SECRETARÍA DE ECONOMÍA. (2013). *Norma Mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013: Edificación sustentable - criterios y requerimientos ambientales mínimos*. (En línea) Disponible en: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/DOFs/DO3156.pdf>

SEDESOL. (2010). *Diagnóstico de las necesidades y rezago en materia de vivienda de la población en pobreza patrimonial en México*. FONHAPO. Pp. 87

SEDESOL. (2013). *Información de Localidad 2005 y 2010. Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias*. Dirección General Adjunta de Planeación Microrregional, 1, 1. 06 Septiembre 2014, De Benito Juárez (las Chivas) Base de datos.

SEDESOL. (2013). *Indicadores de Marginación 2005 y 2010. Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias*. Dirección General Adjunta de Planeación Microrregional, 1, 1. 06 Septiembre 2014, De Benito Juárez (las Chivas) Base de datos.

SEDESOL. (2013). *Indicadores de Rezago Social 2005 y 2010. Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias*. Dirección General Adjunta de Planeación Microrregional, 1, 1. 06 Septiembre 2014, De Benito Juárez (las Chivas) Base de datos.

SEDESOL. (2013). *Indicadores de Carencia en Viviendas 2005 y 2010. Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias*. Dirección General Adjunta de Planeación Microrregional, 1, 1. 06 Septiembre 2014, De Benito Juárez (las Chivas) Base de datos.

SENER, Secretaría de Energía. (2012). *Eficiencia Energética*. 05 Octubre 2014, de Subsecretaría de Planeación. Sitio web: <http://www.sener.gob.mx/portal/Default.aspx?id=2617>

SENER, Secretaría de Energía. (2013). *Energías Renovables y Desarrollo Sustentable*. 05 Octubre 2014, de Subsecretaría de Planeación Sitio web: <http://www.sener.gob.mx/portal/Default.aspx?id=2669>

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. (2010). *Normales climatológicas: Tepic, Nayarit; 1951-2010*. Recuperado de http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75 (Fecha de consulta: 20 de septiembre 2015).

UNEP. (2011). *Making Right Choices: A Framework for Sustainability Assessment of Technology (SAT)*. División of Technology, Industria and Economics, 30.

U.S. EPA. (1993). *Guía para el Diseño y Construcción de un Humedal Construido con Flujos Subsuperficiales*, US EPA-REGIÓN 6.


U.S. EPA. (1993). *Subsurface Flow Constructed Wetlands for Wastewater Treatment A Technology Assessment*, EPA 832-R-93-008, US EPA OWM, Washington, DC.

U.S. EPA. (1999). *Free Water Surface Wetlands for Wastewater Treatment: A Technology Assessment*, US EPA, OWM, Washington, DC. U.S. EPA (2000). *A Handbook Constructed Wetlands*, Volumen 2, Domestic Wastewater.

U.S. EPA. (2000). *Design Manual Constructed Wetlands for Municipal Wastewater Treatment*, US EPA CERL, Cincinnati, Ohio.

ANEXO 2**▪ FORMATO DE ENTREVISTA**

Entrevista acerca de la Vivienda Rural en la localidad Benito Juárez.



FORMATO DE ENTREVISTA: VIVIENDA

Objetivo: Obtener los puntos de vista de la población acerca de su vivienda e identificar sugerencias y opiniones de los usuarios acerca de la misma.

Nombre: _____

Lugar: _____ **Fecha:** _____

1. ¿Qué piensa acerca de la construcción y diseño de su vivienda?

2. ¿Qué características tiene la vivienda en la que habita actualmente?

3. ¿Cuenta con servicios básicos en su vivienda?
Sí, cuáles: _____
No, porque: _____
4. ¿Cuánto es lo que gasta mensualmente en el pago de los servicios básicos con los que cuenta?

5. ¿Podría usted decirme que es lo que considera hace falta en su vivienda para que pueda vivir cómodamente? ¿Qué pondría y qué quitaría?

6. ¿Le interesaría conocer más información acerca del tema de la vivienda sustentable?

7. ¿Qué opina usted acerca de la autoconstrucción de su propia vivienda?

8. La idea de la creación de una vivienda diseñada para ahorrar energía eléctrica, aprovechar los recursos naturales que tiene alrededor, pero sobre todo el ahorro económico que se puede generar al tener una vivienda de este tipo ¿le parece interesante? ¿Por qué?

Alumna: Blanca Verania Lizárraga Estrada 1

▪ ENTREVISTA 1

Aplicar técnica de investigación “entrevista”, a personas que habitan la localidad rural Benito Juárez, con el objetivo de conocer la opinión, el interés y aceptación respecto a su vivienda.

- **Entrevistador:** Buenos días, soy Verania Lizárraga, Arquitecta y estudiante de Maestría en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, universidad localizada en la ciudad de Guadalajara, el motivo de mi visita, aquí en Benito Juárez, es obtener datos que servirán como fundamento para mi proyecto de investigación. El proyecto de estudios que realizo, es un modelo de “vivienda sustentable” a través de tecnologías sustentables y estrategias de diseño pasivo, se preguntará, y ¿esto para qué me sirve a mí?, la respuesta es sencilla, sirve para mejorar las viviendas de esta localidad, la deficiencia o ausencia que tienen en servicios básicos, como es la falta de drenaje aquí en su localidad, puede ayudar a mejorar el calor y la iluminación en su vivienda, entre muchas cosas más. A continuación le haré una serie de preguntas sencillas, relacionadas con su vivienda. En general, ¿Qué es lo que piensa acerca de la construcción de su vivienda?

✓ **Sra. Silvia Flores:** “Si me gusta mi casa, pero hace falta terminarla, falta enjarre en algunas paredes y en los cuartos, es suficiente para nosotros lo que tenemos”.

- **Entrevistador:** y dígame también, ¿Qué características tiene la vivienda en la que habita actualmente?

✓ **Sra. Silvia Flores:** “Pues mi casita es pequeña, pero está bien para nosotros dos, solo somos mi esposo y yo, tenemos un patio grande, dos cuartos para dormir, una salita, un comedor, una cocina y un baño, hasta grande se nos hace”.

- **Entrevistador:** Y en su vivienda, ¿cuenta con servicios básicos, como agua, luz, drenaje?

✓ **Sra. Silvia Flores:** “si tenemos agua y luz, drenaje no hay en todo Benito Juárez”.

- **Entrevistador:** Y ¿Cuánto es lo que gasta por el pago de esos servicios, al mes o al año?

✓ **Sra. Silvia Flores:** “De luz, pagamos cada dos meses como \$350 pesos, de agua unos \$100 pesos por año, no es mucho, pero podría ser menos”.

- **Entrevistador:** Entonces, ¿Podría decirme que es lo que considera hace falta en su vivienda para que pueda vivir cómodamente? ¿Qué pondría y que quitaría?

✓ **Sra. Silvia Flores:** -Suspiro- “A mí me gustaría cercar mi patio, porque está todo abierto y se meten los perros y tener más ventanas, porque hace mucho calor”.

- **Entrevistador:** A usted, ¿le interesaría conocer más información acerca del tema de la vivienda sustentable?

✓ **Sra. Silvia Flores:** “Es lo que me dijiste que querías hacer, ¿verdad?, con todo lo que me estás preguntando... si, me gustaría saber cómo nos puedes ayudar, eso lo de la vivienda sustentable”.

- **Entrevistador:** señora Silvia, ¿Qué opina acerca de la autoconstrucción de las viviendas?

- ✓ **Sra. Silvia Flores:** “Aquí nosotros en Benito Juárez, por falta de dinero y por economizar, hacemos nuestras propias casas. Mi esposo hizo la de nosotros, el levantó los muros, hizo el firme de concreto, y con la ayuda de un albañil, enjarraron los muros y pusieron piso en una parte de mi casa, así es como trabajamos nosotros aquí”.

- **Entrevistador:** Entonces ya para terminar, la idea de la creación de una vivienda diseñada para ahorrar energía eléctrica, aprovechar los recursos naturales que tiene alrededor, pero sobre todo el ahorro económico, que se puede generar al tener una vivienda sustentable, *¿le parece interesante?*

- ✓ **Sra. Silvia Flores:** “si, porque si se trata de ahorrar dinero que nos hace falta, siempre es importante y también interesante conocer nuevas cosas que uno ni se imagina”. Concluyó.

▪ ENTREVISTA 2

- **Entrevistador:** Buenos días, soy Verania Lizárraga, Arquitecta y estudiante de Maestría en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, universidad localizada en la ciudad de Guadalajara, el motivo de mi visita, aquí en Benito Juárez, es obtener datos que servirán como fundamento para mi proyecto de investigación. El proyecto de estudios que realizo, es un modelo de “vivienda sustentable” a través de tecnologías sustentables y estrategias de diseño pasivo, se preguntará, y *¿esto para qué me sirve a mí?*, la respuesta es sencilla, sirve para mejorar las viviendas de esta localidad, la deficiencia o ausencia que tienen en servicios básicos, como es la falta de drenaje aquí en su localidad, puede ayudar a mejorar el calor y la iluminación en su vivienda, entre muchas cosas más. A continuación le haré una serie de preguntas sencillas, relacionadas con su vivienda. En general, *¿Qué es lo que piensa acerca de la construcción de su vivienda?*

- ✓ **Sra. Leticia Estrada:** -voltea a su alrededor- “La verdad, por más que se quiera mejorar, nunca está uno conforme con lo que se tiene, pero mi casa es sencilla y pequeña”.

- **Entrevistador:** Podría usted decirme, *¿Qué características tiene la vivienda en la que habita actualmente?*

- ✓ **Sra. Leticia Estrada:** “Si, es chica, tiene mucho patio, muchas plantas, muchos árboles, mucha tierra, nos gusta estar aquí”.

- **Entrevistador:** Y en su vivienda, *¿cuenta con servicios básicos, como agua, luz, drenaje?*

- ✓ **Sra. Leticia Estrada:** “solo tenemos agua y luz, el drenaje no llega hasta acá”.

- **Entrevistador:** Y *¿Cuánto es lo que gasta por el pago de esos servicios, al mes o al año?*

- ✓ **Sra. Leticia Estrada:** “Gastamos mucha luz, porque la casa es oscura, y pagamos de luz a partir de los \$470 pesos, cada dos meses y de agua unos \$100 pesos cada año”.

- **Entrevistador:** Entonces, *¿Podría decirme que es lo que considera hace falta en su vivienda para que pueda vivir cómodamente? ¿Qué pondría y que quitaría?*

- ✓ **Sra. Leticia Estrada:** “Primero, mejoraría mi cocina, quisiera más luz del día y que no se viera el block de las paredes. No le quitaría nada, solo mejoraría lo que ya tengo, quizás lo único que pondría sería un tejaban para el sol y sentarme ahí”.

- **Entrevistador:** A usted, ¿le interesaría conocer más información acerca del tema de la vivienda sustentable?

- ✓ **Sra. Leticia Estrada:** “Sí, porque quizás es un beneficio para nosotros, todo lo que nos ayude nos interesa”.

- **Entrevistador:** señora Silvia, ¿Qué opina acerca de la autoconstrucción de las viviendas?

- ✓ **Sra. Leticia Estrada:** “Aquí en este rancho, cada quien construye su casa, por la necesidad y la falta de dinero, poco a poco la fuimos haciendo. Hubo una parte que si nos ayudó un albañil, en las cosas que no supimos hacer, pero no fue mucho, la mayoría fue por nosotros”.

- **Entrevistador:** Entonces ya para terminar, la idea de la creación de una vivienda diseñada para ahorrar energía eléctrica, aprovechar los recursos naturales que tiene alrededor, pero sobre todo el ahorro económico, que se puede generar al tener una vivienda sustentable, ¿le parece interesante?

- ✓ **Sra. Leticia Estrada:** “sí, siempre es buena idea ahorrar algo de dinero”. Concluyó.


▪ RESULTADOS DE ENTREVISTA

El objetivo principal de la entrevista, fue obtener los puntos de vista de la población acerca de su vivienda, la identificación, sugerencias y opiniones de los usuarios acerca de la misma. El día 18 de Junio del presente año, se realizaron entrevistas a dos mujeres de la localidad rural Benito Juárez, presentadas y desglosadas en el punto anterior. Teniendo como resultado las características presentadas a continuación:

- ➔ Las dos personas entrevistadas estuvieron siempre atentas a las preguntas.
- ➔ Les interesa el tema de la vivienda sustentable, pero no saben que es el término sustentabilidad.
- ➔ Lo que más les llama la atención, es el ahorro económico que puede generar un proyecto de vivienda sustentable.
- ➔ Tienen el interés de vivir mejor, darle solución a los detalles de sus viviendas.
- ➔ La principal molestia que tienen respecto a sus viviendas, son la falta de ventilación y la deficiente iluminación natural.
- ➔ Cuentan con los servicios de agua potable y luz eléctrica.
- ➔ Ninguna vivienda tiene el servicio de drenaje ni alcantarillado.
- ➔ Practican la autoconstrucción por necesidad y por falta de un ingreso económico estable.
La entrevista demostró que el proyecto puede ser factible para realizar, ya que las respuestas demostraron el interés y la aceptación por parte de las personas que tienen una vivienda dentro de la localidad rural Benito Juárez.

ANEXO 3**▪ FORMATO DE ENCUESTA**

Encuesta a residentes de la Vivienda Rural en la localidad Benito Juárez.



FORMATO DE CUESTIONARIO: VIVIENDA

Objetivo: identificar las principales características constructivas e infraestructura de servicios básicos en la vivienda rural que pertenece a la localidad Benito Juárez.

Vivienda:

1. ¿Cuál es el total de personas que viven en esta vivienda?

Total de personas

Respuesta:

2. ¿Qué parentesco tiene con el jefe del hogar?

01. Es el jefe del hogar
02. Esposo/a
03. Hijo/a
04. Padre/madre
05. Hermano/a
06. Otro parentesco

Respuesta:

3. ¿Cuántos hombres y mujeres viven en este hogar?

Respuesta:
H
M

4. ¿Cuántas personas trabajan en este hogar?

Respuesta:

5. Entonces, ¿tienen algún tipo de Ingreso económico?

01. Sí
02. No

Respuesta:

Alumna: Blanca Verania Lizárraga Estrada

1

Encuesta a residentes de la Vivienda Rural en la localidad Benito Juárez.



6. ¿Cuántas personas estudian en este hogar?

Respuesta:

7. ¿De qué material es la mayor parte de las paredes o muros exteriores de esta vivienda?

- 01. Carrizo, bambú, palma o tejamanil
- 02. Lámina metálica, fibra de vidrio, plástico o mica
- 03. Tabla roca
- 04. Madera
- 05. Vidrio o cristal
- 06. Panel de concreto
- 07. Adobe
- 08. Tablique, ladrillo, tabloón, block
- 09. Piedra o cemento (incluye cantera)
- 10. Otros (especifique) _____

Respuesta:

8. ¿De qué material es la mayor parte de los techos de esta vivienda?

- 01. Madera
- 02. Lámina metálica
- 03. Fibra de vidrio, plástico o mica
- 04. Carrizo, bambú y terrado
- 05. Lámina de asbesto
- 06. Teja
- 07. Panel de concreto
- 08. Tablique, ladrillo, tabloón o loza de concreto
- 09. Block
- 10. Otros (especifique) _____

Respuesta:

9. ¿De qué material es la mayor parte del piso de esta vivienda?

- 01. Tierra
- 02. Cemento o firme
- 03. Madera, mosaico u otros recubrimientos
- 04. Otros (especifique) _____

Respuesta:

10. Sin contar pasillos, ni baños, ¿Cuántos cuartos tiene en total esta vivienda?

Respuesta:

Alumna: Blanca Verania Lizárraga Estrada

2

Encuesta a residentes de la Vivienda Rural en la localidad Benito Juárez.



11. ¿Cuántos cuartos se usan para dormir sin contar pasillos?

Respuesta:

12. ¿En esta vivienda tiene un cuarto para cocinar?

03. Si
04. No

Respuesta:

13. ¿En esta vivienda tienen:

01. Agua entubada dentro de la vivienda
02. Agua entubada fuera de la vivienda pero dentro del terreno
03. Agua entubada de llave pública (o hidrante)
04. Agua entubada que acarrean de otra vivienda
05. Agua de pipa
06. Agua de un pozo, río, lago, arroyo
07. Otros (especifique) _____

Respuesta:

14. ¿Cuántos días a la semana les llega el agua?

01. Diario
02. Cada tercer día
03. Dos veces por semana
04. Una vez por semana
05. De vez en cuando

Respuesta:

15. ¿Beben y usan para cocinar el agua entubada?

01. Si
02. No

Respuesta:

16. En esta vivienda tienen:

01. Excusado sanitario
02. Retrete o fosa
03. Letrina
04. Hoyo negro o pozo ciego
05. Ningún servicio
06. Sanitario

Respuesta:

17. ¿Esta vivienda tiene drenaje o desagüe de aguas negras?

01. A la red pública
02. A una fosa séptica
03. A una tubería que va a dar a una barranca o grieta
04. A un río, arroyo o lago
05. No tiene drenaje

Respuesta:

Alumna: Blanca Verania Lizárraga Estrada

3

Encuesta a residentes de la Vivienda Rural en la localidad Benito Juárez.



18. La basura de esta vivienda:

- 01. La recoge un camión o carrito de basura
- 02. La depositan en un contenedor o depósito
- 03. La tiran en la calle o baldío
- 04. La tiran en la barranca o grieta
- 05. La tiran en el río, lago o mar
- 06. La queman o entierran

Respuesta:

19. ¿Separan o reciclan los desechos?

- 01. Sí
- 02. No

Respuesta:

20. ¿Hay luz eléctrica en esta vivienda?

- 01. Sí
- 02. No

Respuesta:

21. ¿Tiene su vivienda algún problema o inconveniente, de los descritos a continuación?

- 01. Falta de espacio
- 03. Ruidos producidos por los vecinos
- 04. Luz natural insuficiente en alguna o en todas las habitaciones
- 05. Ventilación insuficiente en alguna o en todas las habitaciones
- 06. Goteras
- 07. Humedad

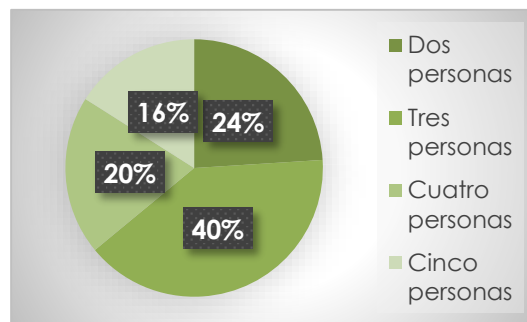
Respuestas:

RESULTADOS DE ENCUESTA

Aplicar Técnica de investigación “encuesta”, para conocer la percepción de las personas habitantes de la localidad rural Benito Juárez sobre el tema de la vivienda. Identificar los materiales constructivos de la vivienda actual, complementar la información acerca de la infraestructura básica y de servicios que poseen actualmente, y los problemas e inconvenientes que presenta la misma.

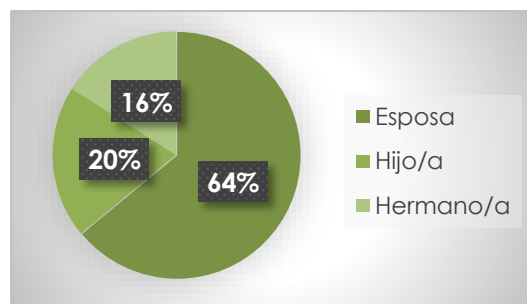
El objetivo principal de la encuesta, fue identificar las principales características constructivas e infraestructura de servicios básicos en la vivienda rural que pertenece a la localidad Benito Juárez. El día 19 de Junio del presente año, se realizaron 30 encuestas, cada una, en viviendas diferentes, explicando el proceso y desarrollo, en el punto anterior. Se presentan los resultados a continuación:

1. Total de personas por vivienda.



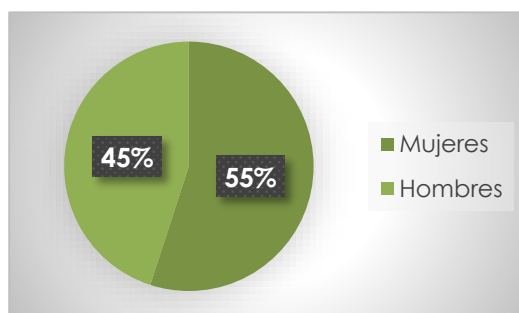
Fuente: Resultados de Encuesta de Vivienda 2015 en Benito Juárez.

2. Parentesco de la personas entrevistada con el jefe del hogar.



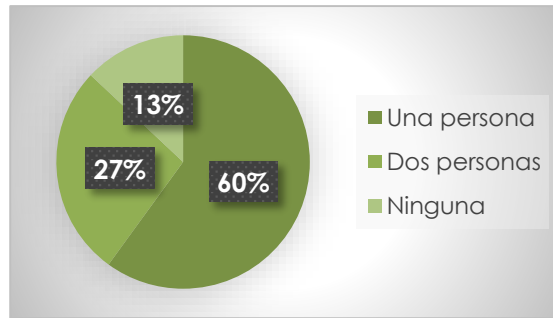
Fuente: Resultados de Encuesta de Vivienda 2015 en Benito Juárez.

3. Cantidad de hombres y mujeres por vivienda.



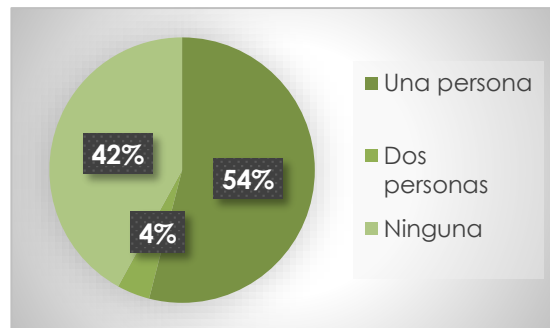
Fuente: Resultados de Encuesta de Vivienda 2015 en Benito

4. Cantidad de personas que trabajan por vivienda.



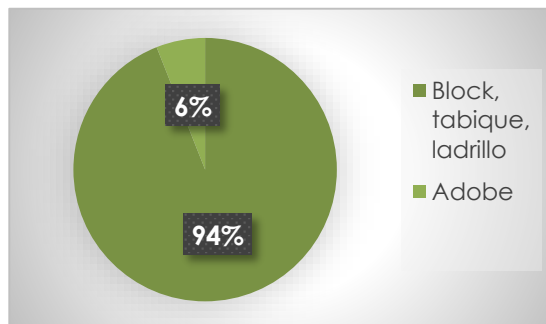
Fuente: Resultados de Encuesta de Vivienda 2015 en Benito Juárez.

5. Cantidad de personas que estudian por vivienda.



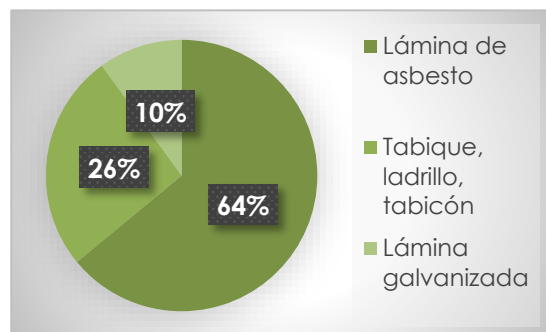
Fuente: Resultados de Encuesta de Vivienda 2015 en Benito Juárez.

6. Material que predomina en los muros de las viviendas.



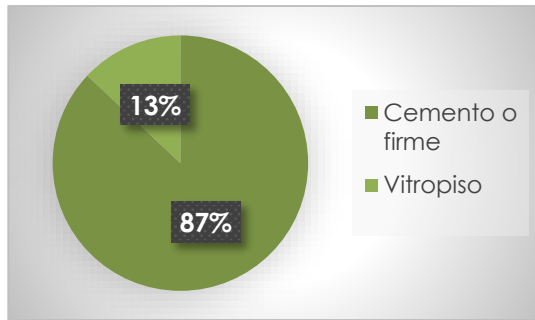
Fuente: Resultados de Encuesta de Vivienda 2015 en Benito Juárez.

7. Material que predomina en los techos de las viviendas.



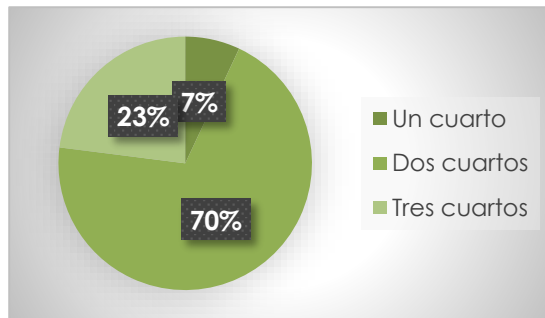
Fuente: Resultados de Encuesta de Vivienda 2015 en Benito Juárez.

8. Material que predomina en los pisos de las viviendas.



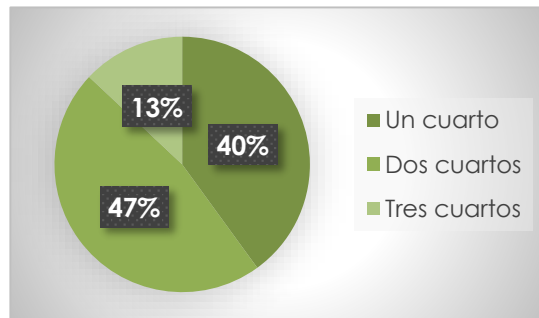
Fuente: Resultados de Encuesta de Vivienda 2015 en Benito Juárez.

9. Cuartos en la vivienda sin contar, pasillos ni baños.



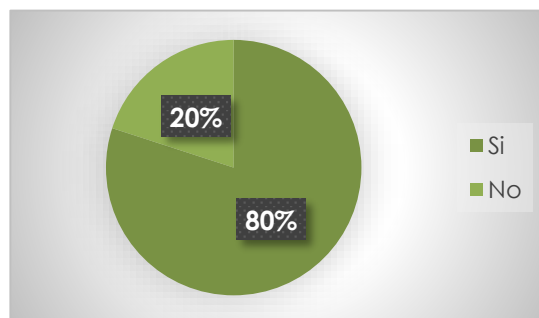
Fuente: Resultados de Encuesta de Vivienda 2015 en Benito Juárez.

10. Cuartos para dormir sin contar pasillos.



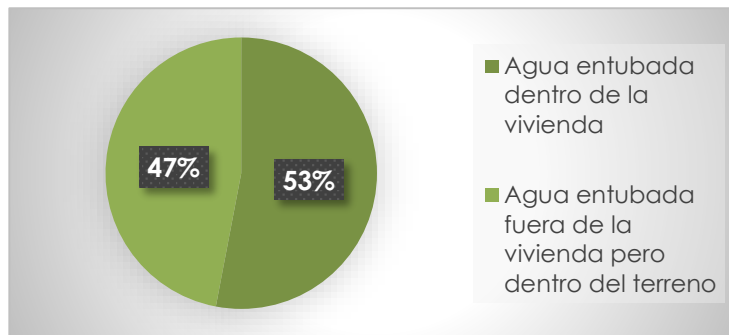
Fuente: Resultados de Encuesta de Vivienda 2015 en Benito Juárez.

11. Cuarto para cocinar en las viviendas.



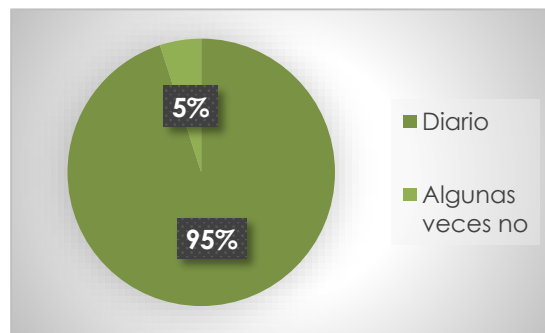
Fuente: Resultados de Encuesta de Vivienda 2015 en Benito Juárez.

12. Agua potable en las viviendas.



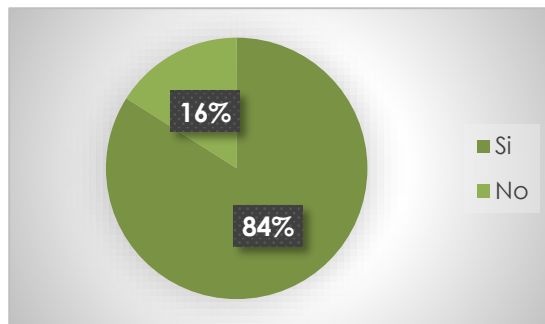
Fuente: Resultados de Encuesta de Vivienda 2015 en Benito Juárez.

13. Días a la semana con agua potable en las viviendas.



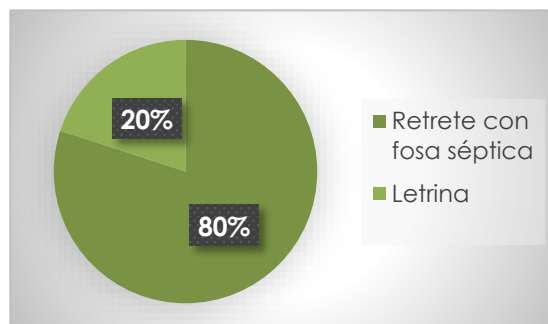
Fuente: Resultados de Encuesta de Vivienda 2015 en Benito Juárez.

14. Agua entubada para beber y cocinar.



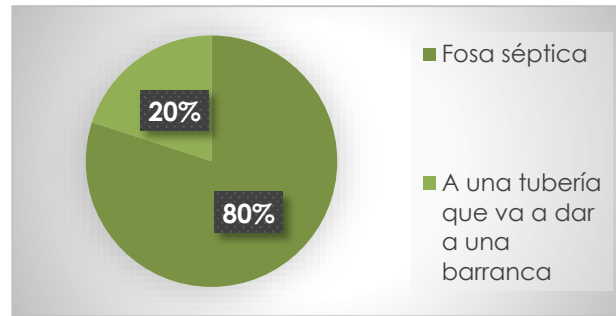
Fuente: Resultados de Encuesta de Vivienda 2015 en Benito Juárez.

15. Sanitario en las viviendas.



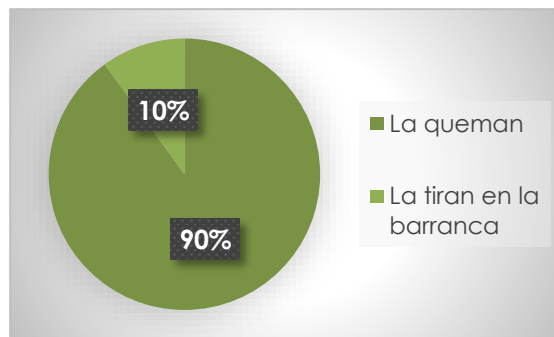
Fuente: Resultados de Encuesta de Vivienda 2015 en Benito Juárez.

16. Descarga de aguas negras de las viviendas.



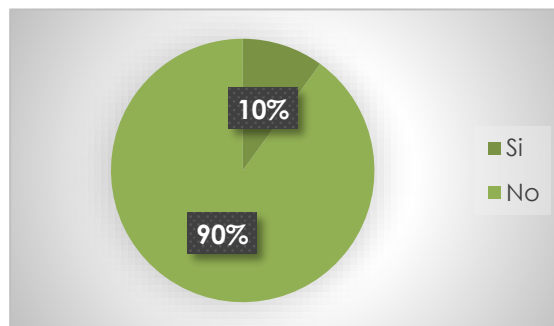
Fuente: Resultados de Encuesta de Vivienda 2015 en Benito Juárez.

17. La basura de las viviendas.



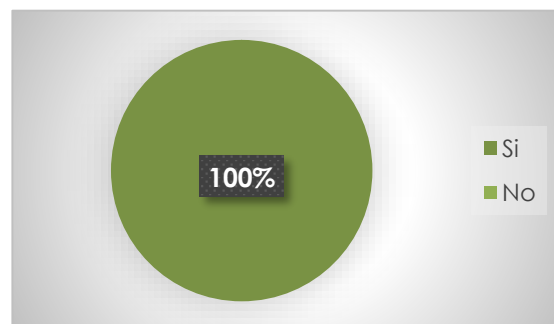
Fuente: Resultados de Encuesta de Vivienda 2015 en Benito Juárez.

18. Separación y reciclaje de los desechos en las viviendas.



Fuente: Resultados de Encuesta de Vivienda 2015 en Benito Juárez.

19. Luz eléctrica en las viviendas.



Fuente: Resultados de Encuesta de Vivienda 2015 en Benito Juárez.

Aplicar técnica de investigación “dinámica participativa: tu vivienda ideal”, para conocer la percepción que tiene la población de la localidad rural Benito Juárez, respecto a la vivienda. Esto, con el objetivo, que es identificar las tendencias arquitectónicas y los principales aspectos estético-culturales que describe a las personas que pertenecen a la localidad.

Resultados:

El objetivo principal de la dinámica participativa, fue conocer la percepción que tiene la población de la localidad rural Benito Juárez, respecto a la vivienda. Esto, a través de imágenes con diferentes tipos y estilos de vivienda, elegidos y presentados por el investigador. El día 22 de Junio del presente año, se realizó la dinámica “**tu vivienda ideal**” a cuatro grupos diferentes, explicado la actividad a detalle, en el punto anterior. Teniendo como resultado las siguientes características:



→ Grupo 1

Eligieron la imagen 3: **Vivienda rural sustentable, con patio y vegetación**, sin dudar. Argumentaron, que elegían esta imagen, porque aparte de que el diseño les gustaba más, veían mucho espacio, árboles y vegetación, algo a lo que están acostumbrados. Expresaron que la vivienda de doble planta, “estaba bonita”, pero no “tenía vida”, sin árboles ni plantas, eso los haría sentir “encerrados”.



→ Grupo 2

Eligieron la imagen 3: **Vivienda rural sustentable, con patio y vegetación**, argumentando que había mucho espacio exterior, y por lo tanto habría más aire fresco y menos calor. También dijeron que les gusta tener más espacio exterior que interior, como en la imagen seleccionada.



→ Grupo 3

Eligieron la imagen 3: **Vivienda rural sustentable, con patio y vegetación**, argumentando que veían más espacio, árboles y por lo tanto más sombra. Mencionaron no acostumbrarse a vivir en la imagen cuatro (ciudad rural), ya que es muy grande y con poco espacio.



→ Grupo 4

Eligieron la imagen 3: **Vivienda rural sustentable, con patio y vegetación**. Se refirieron a la vivienda mostrada en la imagen tres como “interesante y bonita”; con mucha luz, grande y llena de espacio. Las viviendas de las demás imágenes, no les parecieron aptas para ellos, ya que están acostumbrados a estar entre lo natural.

Los resultados de la dinámica “**tu vivienda ideal**”, demostraron que una Vivienda Rural Sustentable es lo que a la gente a simple vista les atrae, llamando su atención casi al instante, ya que la vivienda sustentable no modifica el entorno natural. Por el contrario, ayudaría a combatir los problemas de servicios básicos, el discomfort dentro de la vivienda y la deficiente ventilación (entre otras cosas), que tienen actualmente en sus hogares.

ANEXO 5

- Cálculos de la envolvente de la vivienda **con aislante térmico** de acuerdo a la NOM-020-ENER-2011

1. Aislante térmico natural: LANA

3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las porciones del envolvente

3.1 Descripción de la porción:	<u>Losa plana de concreto</u>	Número (*) :	<u>4</u>
Componente de la envolvente:		Techo: <u>X</u>	Pared:
Material (**)	Espesor (m)₁	Conductividad térmica (w/mK) h o λ (***)	M Aislamiento térmico (m² K/W) [1/(h o l)]
Convección exterior (****)	<u>1</u>	<u>13</u>	<u>0.07692308</u>
Losa de concreto armado	<u>0.15</u>	<u>1.74</u>	<u>0.0862069</u>
Mortero cal al exterior	<u>0.017</u>	<u>0.872</u>	<u>0.01949541</u>
Aislante térmico (lana)	<u>0.038</u>	<u>0.04</u>	<u>0.95</u>
Impermeabilizante	<u>0.002</u>	<u>0.17</u>	<u>0.00034</u>
Convección interior (****)	<u>1</u>	<u>8.10</u>	<u>0.12345679</u>

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior [Fórmula M= Σ M]

M 1.25642218 m² K/W

Coeficiente global de transferencia e calor de la porción (k) [Fórmula K= 1/M]

K 0.79591082 W/m²K

* Dar un número consecutivo (1,2, ...N) el cual será indicado en el inciso 4.3

** Anotar los materiales que forman la porción, por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con repellado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

*** Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes

**** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de h, calculados de acuerdo al apéndice "B"

4.- Cálculo compartido de la Ganancia de Calor - Edificio Projectado

4.3 Edificio Projectado

4.3.1.- Ganancia por conducción (partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coeficiente Global de Transferencia de Calor (k)		Área (m2) [A]	Temperatura Equivalente (°C)[te]	Ganancia por Conducción Φ_{pc} (****) [KxAx(te-t)]
	Numero de la porción (**)	Valor de calculo(W/m2 K)(***)			
				Subtotal[1]	
				Subtotal[2]	
				Subtotal[3]	
M1.N Muro Norte	1	1.0509	23.21	26	49
V1.E Ventana Norte	3	4.2985	1.02	24	0
M1.S Muro Sur	1	1.0509	20.99	27	66
P1.S Puerta Sur	2	2.0951	1.62	34	34
P2.S Puerta Sur	2	2.0951	1.62	34	34
M1.E Muro Este	1	1.0509	17.58	29	92
V1.E Ventana Este	3	4.2985	0.9	25	4
V2.E Ventana Este	3	4.2985	1.9	25	8
P1.E Puerta Este	2	2.0951	1.9	35	44
M1.O Muro Oeste	1	1.0509	17.65	27	56
V1.O Ventana Oeste	3	4.2985	0.721	25	3
V2.O Ventana Oeste	3	4.2985	0.238	25	1
P1.E Puerta Oeste	2	2.0951	1.7	34	36
T1. Techo (losa plana)	4	0.7959	56.57	39	675
				Subtotal(****) []	1,101.78
Total(Suma todas las Φ_{pc})					1,101.78

* Abreviar considerando tipo : 1 techo, 2 tragaluz, 3 domo, 4 muro y 5 ventana; y como orientación:1 techo. 2 norte, 3este, 4sur, 5 oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo "4.2" corresponde a un muro en la orientación norte.

**Numero consecutivo asignado en el inciso 3.1

***Valor obtenido en el inciso 3.1

****Si valores son negativos significan una bonificación, por lo que deben sumar algebraicamente

*****Cuando el numero de porciones de la envolvente sea mayor a las permitidas en una hoja, utilice el subtotal 1 para la primer hoja, y así sucesivamente

4.3.2.- Ganancia por radiación (partes transparentes)

$$\phi_{rsi} = \sum_{j=1}^m [K_j \times A_{ij} \times (te-t)]$$

Tipo y orientación de la porción de la de la envolvente (*)	Material (**)	Coeficiente de sombreado [CS] (***)	Área del edificio proyectado (m2) [A]	Ganancia de calor (W/m2) [FG]	Fracción sombreado exterior [SE] (****)		Ganancia por Radiación Φ_{rsi} (*) [CS x A x F x FC]
					Numero	Valor	
V1.E Ventana Norte	Vidrio claro 3mm	0.95	1.02	91		1	88.179
V2.E Ventana Este	Vidrio claro 3mm	0.95	0.9	137		1	117.135
V3.E Ventana Este	Vidrio claro 3mm	0.95	1.95	137		1	253.7925
V1.O Ventana Oeste	Vidrio claro 3mm	0.95	0.721	146		1	100.0027
V2.O Ventana Oeste	Vidrio claro 3mm	0.95	0.238	146		1	33.0106
Total							592.12

- **Descripción del aislante**

La lana de oveja es una fibra natural y renovable que proviene de la esquila regular del animal durante su ciclo de vida.

Material Aislante: Dentro de los materiales aislantes naturales es uno de los más accesibles ya que se emplea materia prima local, abaratando el coste final del producto.

No es tóxico: Durante su aplicación, la lana de oveja no presenta ningún riesgo para la piel, los ojos, ni las vías respiratorias. No obstante, si se trabaja en ambientes cerrados es recomendable la utilización de mascarillas anti-polvo y de protectores para los ojos.

Evita la humedad: Por ser un material higroscópico absorbe y libera la humedad, ayudando a crear ambientes secos y a evitar daños en materiales de paredes y techos.

Actúa como un termorregulador natural: cuando la temperatura exterior sube y las fibras se calientan, liberan humedad y se enfrían, refrescándose el ambiente. Cuando la temperatura exterior baja las fibras se enfrían, absorben humedad y se calientan, templándose el ambiente.

Inflamable: Su comportamiento frente al fuego es superior al de otros aislamientos y es auto extinguido.

No local: Material no se produce ni comercializa en México. Sólo en Europa



Imagen 21. Aislante térmico: lana de oveja. Fuente: comercialpiata.com

2. Aislante térmico natural: LINO

3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las porciones del envolvente

3.1 Descripción de la porción:	<u>Losa plana de concreto</u>	Número (*) :	<u>4</u>
Componente de la envolvente:		Techo: <u>X</u>	Pared:
Material (**)	Espesor (m)	Conductividad térmica (w/mK) h o λ (***)	M Aislamiento térmico (m² K/W) [1/(h o l)]
Convección exterior (****)	<u>1</u>	<u>13</u>	<u>0.07692308</u>
Losa de concreto armado	<u>0.15</u>	<u>1.74</u>	<u>0.0862069</u>
Mortero cal al exterior	<u>0.017</u>	<u>0.872</u>	<u>0.01949541</u>
Aislante térmico (lino)	<u>0.04</u>	<u>0.037</u>	<u>1.08108108</u>
Impermeabilizante	<u>0.002</u>	<u>0.17</u>	<u>0.00034</u>
Convección interior (****)	<u>1</u>	<u>8.10</u>	<u>0.12345679</u>

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior [Fórmula $M = \sum M$]

M 1.38750326 m² K/W

Coeficiente global de transferencia e calor de la porción (k) [Fórmula $K = 1/M$]

K 0.72071903 W/m²K

* Dar un número consecutivo (1,2, ...N) el cual será indicado en el inciso 4.3

** Anotar los materiales que forman la porción, por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con repellado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

*** Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes

**** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de 1, calculados de acuerdo al apéndice "B"

4.- Cálculo compartido de la Ganancia de Calor - Edificio Projectado

4.3 Edificio Projectado

4.3.1.- Ganancia por conducción (partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coeficiente Global de Transferencia de Calor (k)		Área (m2) [A]	Temperatura Equivalente (°C)[te]	Ganancia por Conducción Φ_{pc} (****) [KxAx(te-t)]
	Numero de la porción (**)	Valor de calculo(W/m2 K)(***)			
				Subtotal[1]	
				Subtotal[2]	
				Subtotal[3]	
M1.N Muro Norte	1	1.0509	23.21	26	49
V1.E Ventana Norte	3	4.2985	1.02	24	0
M1.S Muro Sur	1	1.0509	20.99	27	66
P1.S Puerta Sur	2	2.0951	1.62	34	34
P2.S Puerta Sur	2	2.0951	1.62	34	34
M1.E Muro Este	1	1.0509	17.58	29	92
V1.E Ventana Este	3	4.2985	0.9	25	4
V2.E Ventana Este	3	4.2985	1.9	25	8
P1.E Puerta Este	2	2.0951	1.9	35	44
M1.O Muro Oeste	1	1.0509	17.65	27	56
V1.O Ventana Oeste	3	4.2985	0.721	25	3
V2.O Ventana Oeste	3	4.2985	0.238	25	1
P1.E Puerta Oeste	2	2.0951	1.7	34	36
T1. Techo (losa plana)	4	0.7207	56.57	39	612
				Subtotal(****) []	1,037.97
Total(Suma todas las Φ_{pc})					1,037.97

* Abreviar considerando tipo : 1 techo, 2 tragaluz, 3 domo, 4 muro y 5 ventana; y como orientación:1 techo. 2 norte, 3este, 4sur, 5 oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo "4.2" corresponde a un muro en la orientación norte.

**Numero consecutivo asignado en el inciso 3.1

***Valor obtenido en el inciso 3.1

****Si valores son negativos significan una bonificación, por lo que deben sumar algebraicamente

*****Cuando el numero de porciones de la envolvente sea mayor a las permitidas en una hoja, utilice el subtotal 1 para la primer hoja, y así sucesivamente

4.3.2.- Ganancia por radiación (partes transparentes)

$$\phi_{rsi} = \sum_{j=1}^m [K_j \times A_{ij} \times (te-t)]$$

Tipo y orientación de la porción de la de la envolvente (*)	Material (**)	Coeficiente de sombreado [CS] (***)	Área del edificio proyectado (m2) [A]	Ganancia de calor (W/m2) [FG]	Fracción sombreado exterior [SE] (****)		Ganancia por Radiación Φ_{rsi} (*) [CS x A x F x FC]
					Numero	Valor	
V1.E Ventana Norte	Vidrio claro 3mm	0.95	1.02	91		1	88.179
V2.E Ventana Este	Vidrio claro 3mm	0.95	0.9	137		1	117.135
V3.E Ventana Este	Vidrio claro 3mm	0.95	1.95	137		1	253.7925
V1.O Ventana Oeste	Vidrio claro 3mm	0.95	0.721	146		1	100.0027
V2.O Ventana Oeste	Vidrio claro 3mm	0.95	0.238	146		1	33.0106
Total							592.12

▪ Descripción del aislante

Descripción: El lino es una planta de cultivo fácil y de bajo impacto, con cuyas fibras se fabrica aislante térmico y acústico. Se utilizan las partes leñosas de la planta que son reducidas a pequeñas láminas. Presentan buena capacidad de regulación higrométrica sin pérdida de las cualidades aislantes y se adapta perfectamente a las irregularidades del armazón para garantizar un aislamiento de calidad. Coeficiente k: 0,040 w / m K. Energía incorporada: 252 wh / kg.

Elaboración: El lino se cultiva en casi todos los climas, en Canadá, en Egipto, en Argentina, en España, en Francia, en Rusia e incluso en Suiza. En los países templados o fríos, cerca de la orilla del mar, es donde suministra como planta filamentosa los productos más selectos; estos países son Inglaterra, Francia, Bélgica, Holanda y Livonia, aunque el productor más grande del mundo es Canadá.

Ventajas: No inflamable, biodegradable, inofensivo para la salud tanto en su fabricación como en su colocación; en su fabricación no se utiliza ningún elemento sintético, facilidad de comprimirse y adaptarse al espacio a aislar, reciclable 100%.

Inconvenientes: No es apropiado para ambientes húmedos. Un gran inconveniente de este tipo de aislamiento es la facilidad que presenta para absorber humedad y por tanto se ha de disponer en espacios no al aire libre, o al menos protegidos, y asegurar, en su caso, que no entre agua en la cámara de ventilación cosa que en un principio parece razonable. Por tanto su colocación ha de ser en seco, evitando así la pérdida o disminución de sus propiedades. Por ello existen soluciones que acompañan al lino con una barrera de vapor que ha de disponerse en la cara más cercana a la temperatura más elevada. En los casos residenciales, esto será en la posición más próxima del interior.

Aplicaciones: Aislamientos de los desvanes vacíos, paredes, techos.



Imagen 22. Aislante térmico: lino. Fuente: biohaus.com

3. Aislante térmico natural: CORCHO

3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las porciones del envolvente

3.1 Descripción de la porción: Losa plana de concreto Número (*) : 4

Componente de la envolvente:

Material (**)	Espesor (m) 1	Techo: <u>X</u>		M Aislamiento térmico (m ² K/W) [1/(h o l)]
		Conductividad térmica (w/mK) h o λ (***)	Pared:	
Convección exterior (****)	1	13		0.07692308
Losa de concreto armado	0.15	1.74		0.0862069
Mortero cal al exterior	0.017	0.872		0.01949541
Aislante térmico (corcho)	0.03	0.042		0.71428571
Impermeabilizante	0.002	0.17		0.00034
Convección interior (****)	1	8.10		0.12345679

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior [Fórmula $M = \sum M$]

M 1.02070789 m² K/W

Coeficiente global de transferencia e calor de la porción (k) [Fórmula $K = 1/M$]

K 0.97971223 W/m²K

* Dar un número consecutivo (1,2, ...N) el cual será indicado en el inciso 4.3

** Anotar los materiales que forman la porción, por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con repellado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

*** Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes

**** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de h, calculados de acuerdo al apéndice "B"

4.- Cálculo compartido de la Ganancia de Calor - Edificio Projectado

4.3 Edificio Projectado

4.3.1.- Ganancia por conducción (partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coeficiente Global de Transferencia de Calor (k)		Área (m2) [A]	Temperatura Equivalente (°C)[te]	Ganancia por Conducción Φpc(****) [KxAx(te-t)]
	Numero de la porción (**)	Valor de calculo(W/m2 K)(***)			
				Subtotal[1]	
				Subtotal[2]	
				Subtotal[3]	
M1.N Muro Norte	1	1.0509	23.21	26	49
V1.E Ventana Norte	3	4.2985	1.02	24	0
M1.S Muro Sur	1	1.0509	20.99	27	66
P1.S Puerta Sur	2	2.0951	1.62	34	34
P2.S Puerta Sur	2	2.0951	1.62	34	34
M1.E Muro Este	1	1.0509	17.58	29	92
V1.E Ventana Este	3	4.2985	0.9	25	4
V2.E Ventana Este	3	4.2985	1.9	25	8
P1.E Puerta Este	2	2.0951	1.9	35	44
M1.O Muro Oeste	1	1.0509	17.65	27	56
V1.O Ventana Oeste	3	4.2985	0.721	25	3
V2.O Ventana Oeste	3	4.2985	0.238	25	1
P1.E Puerta Oeste	2	2.0951	1.7	34	36
T1. Techo (losa plana)	4	0.9797	56.57	39	831
				Subtotal(****) []	1,257.75
				Total(Suma todas las Φpc)	1,257.75

* Abreviar considerando tipo : 1 techo, 2 tragaluz, 3 domo, 4 muro y 5 ventana; y como orientación:1 techo. 2 norte, 3este, 4sur, 5 oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo "4.2" corresponde a un muro en la orientación norte.

**Numero consecutivo asignado en el inciso 3.1

***Valor obtenido en el inciso 3.1

****Si valores son negativos significan una bonificación, por lo que deben sumar algebraicamente

*****Cuando el numero de porciones de la envolvente sea mayor a las permitidas en una hoja, utilice el subtotal 1 para la primer hoja, y así sucesivamente

4.3.2.- Ganancia por radiación (partes transparentes)

$$\phi_{rsi} = \sum_{j=1}^m [K_j \times A_{ij} \times (te-t)]$$

Tipo y orientación de la porción de la de la envolvente (*)	Material (**)	Coeficiente de sombreado [CS] (***)	Área del edificio proyectado (m2) [A]	Ganancia de calor (W/m2) [FG]	Fracción sombreado exterior [SE] (****)		Ganancia por Radiación Φ rsi (*) [CS x A x F x FC]
					Numero	Valor	
V1.E Ventana Norte	Vidrio claro 3mm	0.95	1.02	91		1	88.179
V2.E Ventana Este	Vidrio claro 3mm	0.95	0.9	137		1	117.135
V3.E Ventana Este	Vidrio claro 3mm	0.95	1.95	137		1	253.7925
V1.O Ventana Oeste	Vidrio claro 3mm	0.95	0.721	146		1	100.0027
V2.O Ventana Oeste	Vidrio claro 3mm	0.95	0.238	146		1	33.0106
						Total	592.12

▪ Descripción del aislante

Descripción: El corcho es un material natural porque se obtiene de la corteza del alcornoque, y a través de un proceso respetuoso con el medio ambiente. Sus principales propiedades son: capacidad de aislamiento acústico y vibratorio, térmico, impermeabilidad, durabilidad, resistencia ígnea, estabilidad dimensional, entre otros. Se puede aplicar en elementos verticales y horizontales, en acabados interiores y exteriores.

Se considera un material rápidamente renovable. El alcornoque renueva su corteza cada 9-12 años, y esto hace posible obtener corcho sin que se perjudique al árbol. Es un material natural y por tanto inocuo para la salud humana.

Es un material que no contamina, con ciclo de vida óptimo. Se puede reciclar y reutilizar, y retira el CO₂ de la atmósfera y lo almacena, por lo que su huella de carbono es baja. Además, es un producto totalmente natural y carece de productos tóxicos, por lo que se considera un material inerte.

Como material para la construcción se fabrica en forma de:

1. Planchas aglomeradas. Corcho aglomerado con tratamiento de presión y calor sin la utilización de colas.
2. Granulado o triturado. Para ser utilizado como relleno de cámaras o para realizar mezclas húmedas.

Características técnicas: Conductividad térmica: 0,042W/mK declarado según marcación CE. Los valores varían de unos productos a otros.

Densidad: 100/120 Kg/m³ incluso valores superiores a 480 Kg/m³.

Nivel de humedad máximo: 8%. Impermeable y no higroscópico. Mantiene cualidades intactas incluso en ambientes con elevada humedad ambiental. Permite que muros y cubiertas transpiren.

Durabilidad: Es imputrescible y no es atacable por insectos ni hongos.



Imagen 23. Aislante térmico: corcho. Fuente: cannabrick.com

4. Aislante térmico natural: CELULOSA

3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las porciones del envolvente

3.1 Descripción de la porción: Losa plana de concreto Número (*) : 4

Componente de la envolvente:

Techo: X

Pared:

Material (**)	Espesor (m) 1	Conductividad térmica (w/mK) h o λ (***)	M Aislamiento térmico (m ² K/W) [1/(h o l)]
Convección exterior (****)	1	13	0.07692308
Losa de concreto armado	0.15	1.74	0.0862069
Mortero cal al exterior	0.017	0.872	0.01949541
Aislante térmico (celulosa)	0.05	0.038	1.31578947
Impermeabilizante	0.002	0.17	0.00034
Convección interior (****)	1	8.10	0.12345679

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior [Fórmula M= Σ M]

M 1.62221165 m² K/W

Coeficiente global de transferencia e calor de la porción (k) [Fórmula K= 1/M]

K 0.61644237 W/m²K

* Dar un número consecutivo (1,2, ...N) el cual será indicado en el inciso 4.3

** Anotar los materiales que forman la porción, por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con repellado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

*** Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes

**** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de h, calculados de acuerdo al apéndice "B"

4.- Cálculo compartido de la Ganancia de Calor - Edificio Projectado

4.3 Edificio Projectado

4.3.1.- Ganancia por conducción (partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coeficiente Global de Transferencia de Calor (k)		Área (m2) [A]	Temperatura Equivalente (°C)[te]	Ganancia por Conducción Φpc(****) [KxAx(te-t)]
	Numero de la porción (**)	Valor de calculo(W/m2 K)(***)			
				Subtotal[1]	
				Subtotal[2]	
				Subtotal[3]	
M1.N Muro Norte	1	1.0509	23.21	26	49
V1.E Ventana Norte	3	4.2985	1.02	24	0
M1.S Muro Sur	1	1.0509	20.99	27	66
P1.S Puerta Sur	2	2.0951	1.62	34	34
P2.S Puerta Sur	2	2.0951	1.62	34	34
M1.E Muro Este	1	1.0509	17.58	29	92
V1.E Ventana Este	3	4.2985	0.9	25	4
V2.E Ventana Este	3	4.2985	1.9	25	8
P1.E Puerta Este	2	2.0951	1.9	35	44
M1.O Muro Oeste	1	1.0509	17.65	27	56
V1.O Ventana Oeste	3	4.2985	0.721	25	3
V2.O Ventana Oeste	3	4.2985	0.238	25	1
P1.E Puerta Oeste	2	2.0951	1.7	34	36
T1. Techo (losa plana)	4	0.6164	56.57	39	523
				Subtotal(****) []	949.47
Total(Suma todas las Φpc)					949.47

* Abreviar considerando tipo : 1 techo, 2 tragaluz, 3 domo, 4 muro y 5 ventana; y como orientación:1 techo. 2 norte, 3este, 4sur, 5 oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo "4.2" corresponde a un muro en la orientación norte.

**Numero consecutivo asignado en el inciso 3.1

***Valor obtenido en el inciso 3.1

****Si valores son negativos significan una bonificación, por lo que deben sumar algebraicamente

*****Cuando el numero de porciones de la envolvente sea mayor a las permitidas en una hoja, utilice el subtotal 1 para la primer hoja, y así sucesivamente

4.3.2.- Ganancia por radiación (partes transparentes)

$$\phi_{rsi} = \sum_{j=1}^m [K_j \times A_{ij} \times (te-t)]$$

Tipo y orientación de la porción de la de la envolvente (*)	Material (**)	Coeficiente de sombreado [CS] (***)	Área del edificio proyectado (m2) [A]	Ganancia de calor (W/m2) [FG]	Fracción sombreado exterior [SE] (****)		Ganancia por Radiación Φ rsi (*) [CS x A x F x FC]
					Numero	Valor	
V1.E Ventana Norte	Vidrio claro 3mm	0.95	1.02	91		1	88.179
V2.E Ventana Este	Vidrio claro 3mm	0.95	0.9	137		1	117.135
V3.E Ventana Este	Vidrio claro 3mm	0.95	1.95	137		1	253.7925
V1.O Ventana Oeste	Vidrio claro 3mm	0.95	0.721	146		1	100.0027
V2.O Ventana Oeste	Vidrio claro 3mm	0.95	0.238	146		1	33.0106
Total							592.12

- **Descripción del aislante**

Descripción: La celulosa es un aislante natural compuesto en un 92% por papel de periódico reciclado preseleccionado. Para su fabricación, el papel de celulosa se mezcla con sales bóricas y se ensaca, precisando muy poca energía para su fabricación (5 Kwh/m³) en comparación con otros materiales aislantes como la fibra de vidrio o la lana de roca, que requieren 180 Kwh/m³. En cuanto a su relación con el medioambiente, el material es reciclable en las fábricas de celulosa, por lo que no se tienen por qué crear residuos que puedan afectar al agua, al aire o a la tierra.

Aislante del ruido: Las propiedades de la celulosa propician también protección y amortiguación acústica. Y menos ruido es más calidad de vida, más intimidad y más confort.

Aísla del frío y del calor: Las propiedades de la celulosa hacen que las oscilaciones de temperatura en el interior de la vivienda se minimicen. Es decir, en invierno conserva el calor en el interior del hogar y en verano su alta capacidad de absorción mantiene fresco el interior.

Resistente al fuego: No propaga llamas, ni se derrite ni mucho menos emite ningún tipo de gas perjudicial para la salud.

Es ahorro real, incluso superior al 40% sobre consumos habituales: Aislar una vivienda con celulosa, proyectada en húmedo o insuflada, genera ahorros de hasta el 40% en los consumos energéticos. El efecto celulosa es puro ahorro porque mejora la eficiencia de los sistema de climatización y calefacción.

Regulador de humedad: La celulosa posee una alta capacidad para absorber, acumular y evaporar la humedad sin perder cualidades aislantes. En ningún caso debe plantearse que la celulosa subsane problemas de fugas de agua, lógicamente.



Imagen 24. Aislante térmico: celulosa. Fuente: aislamientosrafa.com

5. Aislante térmico natural: HOJA DE PALMA

3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las porciones del envolvente

3.1 Descripción de la porción: Losa plana de concreto Número (*) : 4

Componente de la envolvente:

Techo: X

Pared:

Material (**)	Espesor (m) 1	Conductividad térmica (w/mK) h o λ (***)	M Aislamiento térmico (m ² K/W) [1/(h o l)]
Convección exterior (****)	1	13	0.07692308
Losa de concreto armado	0.15	1.74	0.0862069
Mortero cal al exterior	0.017	0.872	0.01949541
Aislante térmico (palma)	0.08	0.06	1.33333333
Impermeabilizante natural	0.002	0.16	0.00032
Convección interior (****)	1	8.10	0.12345679

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior [Fórmula $M = \sum M$]

M 1.63973551 m² K/W

Coeficiente global de transferencia e calor de la porción (k) [Fórmula $K = 1/M$]

K 0.60985445 W/m²K

* Dar un número consecutivo (1,2, ...N) el cual será indicado en el inciso 4.3

** Anotar los materiales que forman la porción, por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con repellado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

*** Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes

**** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de h , calculados de acuerdo al apéndice "B"

4.- Cálculo compartido de la Ganancia de Calor - Edificio Projectado

4.3 Edificio Projectado

4.3.1.- Ganancia por conducción (partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coeficiente Global de Transferencia de Calor (k)		Área (m2) [A]	Temperatura Equivalente (°C)[te]	Ganancia por Conducción Φpc(****) [KxAx(te-t)]
	Numero de la porción (**)	Valor de calculo(W/m2 K)(***)			
				Subtotal[1]	
				Subtotal[2]	
				Subtotal[3]	
M1.N Muro Norte	1	1.0509	23.21	26	49
V1.E Ventana Norte	3	4.2985	1.02	24	0
M1.S Muro Sur	1	1.0509	20.99	27	66
P1.S Puerta Sur	2	2.0951	1.62	34	34
P2.S Puerta Sur	2	2.0951	1.62	34	34
M1.E Muro Este	1	1.0509	17.58	29	92
V1.E Ventana Este	3	4.2985	0.9	25	4
V2.E Ventana Este	3	4.2985	1.9	25	8
P1.E Puerta Este	2	2.0951	1.9	35	44
M1.O Muro Oeste	1	1.0509	17.65	27	56
V1.O Ventana Oeste	3	4.2985	0.721	25	3
V2.O Ventana Oeste	3	4.2985	0.238	25	1
P1.E Puerta Oeste	2	2.0951	1.7	34	36
T1. Techo (losa plana)	4	0.6098	56.57	39	517
				Subtotal(****) []	943.87
				Total(Suma todas las Φpc)	943.87

* Abreviar considerando tipo : 1 techo, 2 tragaluz, 3 domo, 4 muro y 5 ventana; y como orientación:1 techo. 2 norte, 3este, 4sur, 5 oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo "4.2" corresponde a un muro en la orientación norte.

**Numero consecutivo asignado en el inciso 3.1

***Valor obtenido en el inciso 3.1

****Si valores son negativos significan una bonificación, por lo que deben sumar algebraicamente

*****Cuando el numero de porciones de la envolvente sea mayor a las permitidas en una hoja, utilice el subtotal 1 para la primer hoja, y así sucesivamente

4.3.2.- Ganancia por radiación (partes transparentes)

$$\phi_{rsi} = \sum_{j=1}^m [K_j \times A_{ij} \times (te-t)]$$

Tipo y orientación de la porción de la de la envolvente (*)	Material (**)	Coeficiente de sombreado [CS] (***)	Área del edificio proyectado (m2) [A]	Ganancia de calor (W/m2) [FG]	Fracción sombreado exterior [SE] (****)		Ganancia por Radiación Φ rsi (*) [CS x A x F x FC]
					Numero	Valor	
V1.E Ventana Norte	Vidrio claro 3mm	0.95	1.02	91		1	88.179
V2.E Ventana Este	Vidrio claro 3mm	0.95	0.9	137		1	117.135
V3.E Ventana Este	Vidrio claro 3mm	0.95	1.95	137		1	253.7925
V1.O Ventana Oeste	Vidrio claro 3mm	0.95	0.721	146		1	100.0027
V2.O Ventana Oeste	Vidrio claro 3mm	0.95	0.238	146		1	33.0106
						Total	592.12

6. Aislante térmico natural: PAJA CON CAL

3.- Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor de las porciones del envolvente

3.1 Descripción de la porción: Losa plana de concreto **Número (*) :** 4

Componente de la envolvente:

Material (**)	Espesor (m) 1	Conductividad térmica (w/mK) h o λ (***)	M Aislamiento térmico (m ² K/W) [1/(h o l)]	
			Techo: <u>X</u>	Pared:
Convección exterior (****)	<u>1</u>	<u>13</u>	<u>0.07692308</u>	
Losa de concreto armado	<u>0.15</u>	<u>1.74</u>	<u>0.0862069</u>	
Mortero cal al exterior	<u>0.017</u>	<u>0.872</u>	<u>0.01949541</u>	
Aislante térmico (paja)	<u>0.1</u>	<u>0.06</u>	<u>1.66666667</u>	
Impermeabilizante natural	<u>0.002</u>	<u>0.16</u>	<u>0.00032</u>	
Convección interior (****)	<u>1</u>	<u>8.10</u>	<u>0.12345679</u>	

Para obtener el aislamiento térmico total, sumar la M de todos materiales más la convección exterior e interior [Fórmula M= Σ M]

M 1.97306884 m² K/W

Coeficiente global de transferencia e calor de la porción (k) [Fórmula K= 1/M]

K 0.50682469 W/m²K

* Dar un número consecutivo (1,2, ...N) el cual será indicado en el inciso 4.3

** Anotar los materiales que forman la porción, por ejemplo, si se desea calcular un muro de tabique con repellado en la superficie exterior y yeso en la superficie interior, se deben anotar los tres materiales

*** Para los materiales se utilizan los valores λ del apéndice "D", o los proporcionados por los fabricantes

**** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de h , calculados de acuerdo al apéndice "B"

4.- Cálculo compartido de la Ganancia de Calor - Edificio Projectado

4.3 Edificio Projectado

4.3.1.- Ganancia por conducción (partes opacas y transparentes)

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coeficiente Global de Transferencia de Calor (k)		Área (m2) [A]	Temperatura Equivalente (°C)[te]	Ganancia por Conducción $\Phi_{pc}^{(****)}$ [KxAx(te-t)]
	Numero de la porción (**)	Valor de calculo(W/m2 K)(***)			
				Subtotal[1]	
				Subtotal[2]	
				Subtotal[3]	
M1.N Muro Norte	1	1.0509	23.21	26	49
V1.E Ventana Norte	3	4.2985	1.02	24	0
M1.S Muro Sur	1	1.0509	20.99	27	66
P1.S Puerta Sur	2	2.0951	1.62	34	34
P2.S Puerta Sur	2	2.0951	1.62	34	34
M1.E Muro Este	1	1.0509	17.58	29	92
V1.E Ventana Este	3	4.2985	0.9	25	4
V2.E Ventana Este	3	4.2985	1.9	25	8
P1.E Puerta Este	2	2.0951	1.9	35	44
M1.O Muro Oeste	1	1.0509	17.65	27	56
V1.O Ventana Oeste	3	4.2985	0.721	25	3
V2.O Ventana Oeste	3	4.2985	0.238	25	1
P1.E Puerta Oeste	2	2.0951	1.7	34	36
T1. Techo (losa plana)	4	0.5068	56.57	39	430
Subtotal(*****) []					856.47
Total(Suma todas las Φ_{pc})					856.47

* Abreviar considerando tipo : 1 techo, 2 tragaluz, 3 domo, 4 muro y 5 ventana; y como orientación:1 techo. 2 norte, 3este, 4sur, 5 oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo "4.2" corresponde a un muro en la orientación norte.

**Numero consecutivo asignado en el inciso 3.1

***Valor obtenido en el inciso 3.1

****Si valores son negativos significan una bonificación, por lo que deben sumar algebraicamente

*****Cuando el numero de porciones de la envolvente sea mayor a las permitidas en una hoja, utilice el subtotal 1 para la primer hoja, y así sucesivamente

4.3.2.- Ganancia por radiación (partes transparentes)

$$\Phi_{rsi} = \sum_{j=1}^m [K_j \times A_{ij} \times (te-t)]$$

Tipo y orientación de la porción de la de la envolvente (*)	Material (**)	Coeficiente de sombreado [CS] (***)	Área del edificio proyectado (m2) [A]	Ganancia de calor (W/m2) [FG]	Fracción sombreado exterior [SE] (****)		Ganancia por Radiación Φ_{rsi} (*)
					Numero	Valor	
V1.E Ventana Norte	Vidrio claro 3mm	0.95	1.02	91		1	88.179
V2.E Ventana Este	Vidrio claro 3mm	0.95	0.9	137		1	117.135
V3.E Ventana Este	Vidrio claro 3mm	0.95	1.95	137		1	253.7925
V1.O Ventana Oeste	Vidrio claro 3mm	0.95	0.721	146		1	100.0027
V2.O Ventana Oeste	Vidrio claro 3mm	0.95	0.238	146		1	33.0106
Total							592.12