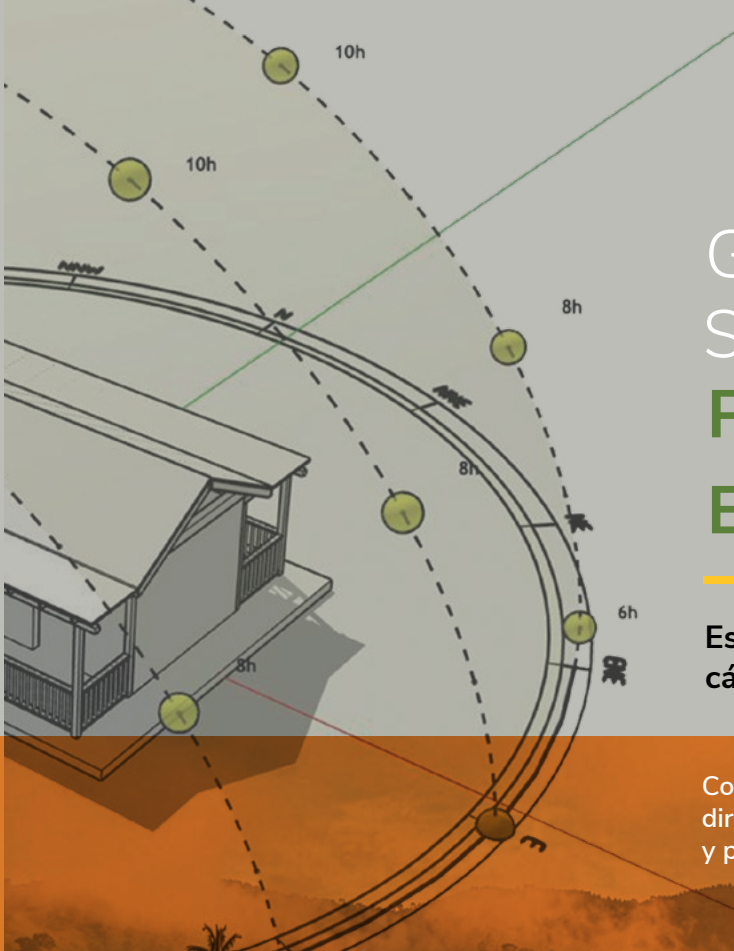




GUÍA DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE PARA VIVIENDA RURAL EN COLOMBIA

Estándares y estrategias para cuatro climas:
cálido seco - cálido húmedo - templado - frío

Con enfoque de género, inclusión social y pertinencia cultural;
dirigida a desarrolladores, municipios, comunidades rurales
y profesionales técnicos

GUÍA DE CONSTRUCCIÓN
SOSTENIBLE
**PARA VIVIENDA RURAL
EN COLOMBIA**

Gustavo Petro Urrego
Presidente República de Colombia

Helga María Rivas Ardila
Ministra de Vivienda, Ciudad y Territorio

Aydeé Marsiglia Bello
Viceministra de Vivienda

Ruth Quevedo Fique
Viceministra de Agua y Saneamiento Básico

José Alejandro Bayona Chaparro
Dirección del Sistema Habitacional

Rosa Elena Espitia Riaño
Dirección de Inversiones
en Vivienda de Interés Social

Claudia A. Ramírez Montilla
Dirección de Espacio Urbano y Territorial

Marisella Calpa Gómez
Dirección de Vivienda Rural

Natasha Valentina Garzón
Dirección de Política y Regulación

Edwin Andrés Clavijo Romero
Dirección de Infraestructura y
Desarrollo Empresarial

Arturo Galeano Ávila
Director Fonvivienda

Zoraida Rueda Penagos
Grupo de Comunicaciones Estratégicas

Comité Editorial

**MINISTERIO DE VIVIENDA,
CIUDAD Y TERRITORIO**
Laura M. Sanguino Gutiérrez
Subdirección de Subsidio y
Ejecución de Vivienda Rural

Fernando López Murcia
Mónica Zipaquirá

PROYECTO CEELA
Paola Valencia
María Natalia Carrero Rojas

HÁBITATTROPICAL / HÁBITATTIERRA
Clara Eugenia Sánchez Gama
Santiago Moreno González

Elaboración de la guía

TEXTOS, DIAGRAMAS Y GRÁFICAS
Clara Eugenia Sánchez Gama
Santiago Moreno González

GESTIÓN DE INFORMACIÓN
Ana María Moreno Ballesteros

COLABORADORES
Esteban Santiago Vega
Johan Peña

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN
Patricia Melo González

La presente GUÍA DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE PARA VIVIENDA RURAL EN COLOMBIA, ha sido desarrollada en el marco del proyecto de Cooperación Suiza —COSUDE «Fortaleciendo capacidades para la eficiencia energética en edificios en América Latina (CEELA, por sus siglas en inglés)», con el objetivo de apoyar las iniciativas regulatorias del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

© Octubre de 2026

GUÍA DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE **PARA VIVIENDA RURAL EN COLOMBIA**

**Estándares y estrategias para cuatro climas:
cálido seco - cálido húmedo - templado - frío**

CONTENIDO

Prólogo Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio	10	5.4 Vientos	34
Prólogo Embajada de Suiza en Colombia	11	5.5 Ventilación natural	34
Presentación y alcance	13	5.6 Lectura del agua en el predio	35
Vivienda rural sostenible	14	Capítulo 6.	
El clima de Colombia	15	Recursos locales, cultura constructiva e identidad	36
Colombia en el contexto ecuatorial	15	6.1 Inventario de recursos locales	36
La radiación solar en Colombia	16	6.2 Cultura constructiva vernácula	36
La altitud como determinante climático	17	6.3 Identidad cultural y adecuación	37
Características principales de cada piso térmico	17	6.4 Materiales locales y ciclo de vida	38
Territorio, población y vivienda rural	17	Capítulo 7.	
Zonas sísmicas de Colombia	18	Patrones de uso del espacio y enfoque de género	40
Parte I.		7.1 Mapeo de actividades	40
Fundamentos		7.2 Espacios diferenciados	41
Capítulo 1.		7.3 Enfoque de género	42
Propósito, enfoque y destinatarios	21	7.4 El corredor cubierto	42
1.1 Objeto y problema que resuelve	21	7.5 La cocina como centro familiar	43
1.2 Los cuatro principios rectores	21	7.6 La zona de lavandería	44
1.3 Destinatarios y modo de uso	21	7.7 Accesibilidad universal	45
Capítulo 2.		7.8 El proceso participativo	45
Marco normativo: estándares, estrategias, criterios y medidas	22	7.9 Participación comunitaria y autoconstrucción asistida	46
2.1 Núcleo vinculante de obligatorio cumplimiento	22	Parte III.	
2.2 Marco habilitante y de incentivo	22	Estrategias por clima	
2.3 Marco de referencia técnica	22	Capítulo 8.	
Capítulo 3.		Clima cálido seco	49
Estándares de sostenibilidad	23	8.1 Principio bioclimático	49
3.1 Eficiencia energética	23	8.2 Eficiencia energética	49
3.2. Eficiencia hídrica	24	8.3 Eficiencia hídrica	50
3.3 Materiales sostenibles	25	8.4 Materiales sostenibles	50
3.4 Confort ambiental (habitabilidad sin sistemas mecánicos)	26	8.5 Confort ambiental sin sistemas mecánicos	51
Capítulo 4.		8.6 Sistema constructivo de referencia	51
Parámetros bioclimáticos por zona climática	27	8.7 Clima cálido seco. Lista de verificación	51
4.1 La orientación en la latitud ecuatorial	27	Capítulo 9.	
4.2 Confort adaptativo y confort operativo	28	Clima cálido húmedo	52
Parte II.		9.1 Principio bioclimático	52
Método del lugar		9.2 Eficiencia energética	52
Capítulo 5.		9.3 Eficiencia hídrica	53
Del clima regional al microclima del predio	31	9.4 Materiales sostenibles	53
5.1 Factores que modifican el clima regional en el predio	31	9.5 Confort ambiental sin sistemas mecánicos	54
5.2 Lectura solar	32	9.6 Sistema constructivo de referencia	54
5.3 Luz natural	33	9.7 Clima cálido húmedo. Lista de verificación	54
		Capítulo 10.	
		Clima templado	55
		10.1 Principio bioclimático	55
		10.2 Eficiencia energética	55
		10.3 Eficiencia hídrica	56

10.4 Materiales sostenibles	56	(NSR-10 Título G)	71
10.5 Confort ambiental sin sistemas mecánicos	57	14.4 PM-01 Poste y viga metálico	
10.6 Sistema constructivo de referencia	57	(NSR-10 Título F)	73
10.7 Clima templado. Lista de verificación	57	14.5 SF-01 Entramado liviano de acero (Steel Framing) (NSR-10 Título F)	74
Capítulo 11.		14.6 EM-01 Entramado liviano de madera (Platform frame /Light Wood) (NSR-10 Título G)	76
Clima frío	58		
11.1 Principio bioclimático	58		
11.2 Eficiencia energética	58		
11.3 Eficiencia hídrica	59		
11.4 Materiales sostenibles	59		
11.5 Confort ambiental sin sistemas mecánicos	60		
11.6 Sistema constructivo de referencia	60		
11.7 Clima frío. Lista de verificación	60		
Parte IV.			
Sistemas constructivos y componentes			
Capítulo 12.			
Componentes de la vivienda	63		
12.1 Subestructura	63		
12.2 Superestructura	64		
Capítulo 13.			
Estructura y cubierta	66		
13.1 Clasificación integral de sistemas de cubierta: especificaciones y desempeño térmico	66		
13.2 Comportamiento de los materiales	67		
Capítulo 14.			
Los seis sistemas estructurales	68		
14.1 MC-01 Mampostería confinada (NSR-10 Título E/D)	68		
14.2 BE-01 Bahareque encementado (NSR-10 Título E)	69		
14.3 PV-01 Poste y viga de madera			
		Parte V.	
		Selección del sistema	
		Capítulo 15.	
		Criterios de selección multicriterio	79
		Capítulo 16.	
		Matriz de decisión y combinación de componentes	80
		16.1 Matriz de decisión por clima	80
		16.2 Combinación de componentes	80
		16.3 Respaldo de la matriz por clima	81
		16.4 Fundamento	82
		16.5 Referencias	82
		Parte VI.	
		Cierre	
		Capítulo 17.	
		Lista de verificación	85
		17.1 Lista general de estructuración del proyecto, aplicable a cualquier clima y sistema	85
		Glosario técnico	86
		Siglas	87
		Referencias a normas nacionales	88
		Bibliografía recomendada	89

Prólogo Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio

Recuerdo la primera vez que entendí, de verdad, lo que significa una casa rural. No fue en un salón de la universidad, ni en un tratado de arquitectura. Fue en el patio de tierra apisonada de una familia campesina en Santander, viendo cómo el techo se inclinaba justo lo necesario para desviar la lluvia, cómo los muros gruesos guardaban el fresco de la noche para regalarlo al mediodía, cómo cada detalle —aparentemente modesto— era en realidad una respuesta paciente, acumulada durante generaciones, a una de las preguntas más antiguas que existe: ¿cómo vivimos bien en el lugar que nos tocó?

En el trópico hemos estado respondiendo a esa pregunta desde hace siglos, con miles de voces distintas: la del páramo frío que exige gruesos muros de tapia, la del Caribe seco que aprende a leer el viento, la del trópico húmedo que convive con el agua en vez de combatirla. Esta Guía no inventa esas respuestas. Las escucha. Las ordena. Las pone, por primera vez, a dialogar entre sí con el rigor técnico y normativo que nuestra gente rural merece y que durante demasiado tiempo se le negó.

El economista Amartya Sen, premio Nobel de Ciencias Económicas, dedicó buena parte de su obra a mostrar que el desarrollo no se mide solo en ingresos, sino en libertades reales: la de estar bien alimentado, la de estar sano, la de aparecer en público sin vergüenza y, de forma central, la de estar adecuadamente albergado. Para Sen, la falta de esas libertades sustantivas —entre ellas la oportunidad de contar con un refugio adecuado y digno— es, en sí misma, una forma de pobreza, más allá del ingreso monetario de una familia. Esta Guía parte de esa misma convicción: construir bien una vivienda rural no es un lujo técnico, sino una condición de libertad.

Los números confirman la urgencia. Según el DANE, el déficit habitacional rural en Colombia llegó a 58,6 % de los hogares campesinos en 2025 —frente a 16,5 % en las zonas urbanas—, una brecha de más de 42 puntos porcentuales que resume, con crudeza, la deuda histórica del país con su territorio rural. A escala global, ONU-Hábitat calcula que 1.800 millones de personas carecen hoy de una vivienda adecuada, y proyecta que para 2030 esa cifra llegará a 3.000 millones, cerca del 40 % de la población mundial. El PNUD, por su parte, ubica a Colombia entre los países de desarrollo humano alto —con un Índice de Desarrollo Humano de 0,788 en 2023—, pero advierte que ese progreso está distribuido de manera profundamente desigual entre los territorios. Cerrar esa brecha es nuestro propósito, entre otras cosas, por la vivienda.

Quiero ser honesta con quien tenga este documento en sus manos: no se trata solo de normas, de estándares, de

listas de verificación —aunque todo eso está aquí, cuidadosamente construido para que ningún constructor, ninguna comunidad, ningún funcionario tenga que adivinar—. Se trata, sobre todo, de una convicción: que la vivienda rural no puede seguir siendo la última en la fila. Que el baha-reque, la guadua, la tapia y la madera no son atrasos que superar, sino sabiduría que necesitamos entender. Que la eficiencia energética, la gestión del agua y la resistencia sísmica pueden —y deben— convivir con la identidad cultural de quien habita la casa.

Este es el hábitat biodiverso que este Gobierno del Cambio se propuso construir: uno que entiende que Colombia no tiene un solo clima ni una sola manera de habitarlo, sino un archipiélago de territorios, cada uno con su lógica propia, y que la justicia territorial empieza, literalmente, por el techo bajo el cual una familia duerme. Un hábitat que no impone un modelo único desde el centro del país, sino que deja fluir el conocimiento de cada región —el de La Guajira, el del Pacífico, el del altiplano, el de los Llanos— hacia una guía común que los respeta a todos por igual.

Porque eso es, al final, lo que quisimos lograr: que el conocimiento fluyera. Que fluyera desde las comunidades hacia los técnicos, y de los técnicos de vuelta hacia las comunidades. Que fluyera entre el rigor normativo y el sentido común de quien ha construido su propia casa con sus propias manos. Que fluyera, sobre todo, hacia las familias que más lo necesitan: las que han esperado más tiempo, las que han recibido menos, las que merecen una vivienda adecuada y digna tanto como cualquier otra.

Sé que un documento técnico no cambia por sí solo la vida de nadie. Lo que cambia vidas son las manos que lo llevan a la obra: el operador de subsidio que hace las preguntas correctas, el maestro de obra que ajusta el diseño al terreno real, la mujer que finalmente tiene una cocina pensada para ella y no a pesar de ella, la comunidad que participa desde el primer trazo y no solo al final, cuando ya todo está decidido. A todas esas manos dedico esta Guía.

A quienes la escribieron, con un rigor que honra a las comunidades para las que trabajaron: gracias por entender que la técnica más exigente y la ternura por la gente no son opuestas, sino la misma cosa vista desde ángulos distintos.

Que esta Guía sirva, entonces, no como un punto final, sino como el comienzo de una manera distinta de construir país: desde el territorio hacia arriba, desde la comunidad hacia la norma, desde la tierra hacia el techo.

Helga María Rivas Ardila

Ministra de Vivienda, Ciudad y Territorio
República de Colombia

Prólogo Embajada de Suiza en Colombia

Suiza y Colombia han tenido una cooperación productiva entorno a la construcción sostenible, sustentada en análisis técnicos, desarrollo de instrumentos y la aplicación en casos piloto para la mejora continua. Se ha facilitado el análisis y revisión de compatibilidad de instrumentos nacionales e internacionales, como es el caso Minergie barrio, certificación suiza, enfocada en la sostenibilidad urbana a nivel comunitario, centrándose en el confort de los usuarios y la eficiencia energética.

Cada familia —urbana o rural— merece habitar un espacio digno, seguro y adecuado a su entorno. Desde Suiza, estamos convencidos que el bienestar y la productividad de las personas se relacionan con la calidad del lugar en el que habitan y trabajan, así como del paisaje que les rodea. Suiza aporta a esta reflexión una larga tradición de construir en regiones montañosas y rurales, adaptándose con precisión a los climas locales y a los saberes constructivos de cada territorio —una experiencia que reconocemos también en la riqueza de las tradiciones andinas.

En ese sentido, la manera en que se construye y donde se ubica una vivienda determinan múltiples dimensiones, entre ellas: el bienestar cotidiano de quienes la habitan, el gasto en servicios públicos, el impacto o huella ambiental de la edificación, así como la seguridad frente a eventos naturales como movimientos de tierra, inundaciones o sismos.

Por esta razón, la cooperación suiza acompaña, desde hace varios años, al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio en la formulación de lineamientos de construcción sostenible. Una de las iniciativas de cooperación ha sido el proyecto CEELA enfocado en el Fortaleciendo Capacidades para la Eficiencia Energética en Edificios en América Latina. CEELA es implementado en Colombia, México, Ecuador y Perú; financiado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). El propósito de esta iniciativa ha sido mejorar el confort térmico y la calidad de vida de los ocupantes de las construcciones, con atención particular a las familias en situación de vulnerabilidad económica. Adicionalmente, las consideraciones para elevar la eficiencia energética permiten disminuir costos de energía y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector de la edificación.

En ese sentido, construir en zonas rurales con calidad, considerando el clima y la belleza del paisaje no implica mayores recursos, sino la aplicación de buenas decisiones; muchas de ellas provenientes del conocimiento tradicional de materiales, de los suelos y del clima; decisiones que pueden fortalecer el valor de la identidad cultural. Esto es especialmente relevante cuando se requiere tomar decisiones de diseño costo-eficientes, que tengan en cuenta

lugares remotos. Por ello, la presente Guía de Construcción Sostenible para Vivienda Rural en Colombia plantea recomendaciones prácticas de diseño, materiales y técnicas constructivas; organizadas para cuatro climas del país. También, incorpora seis sistemas estructurales verificados frente al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Entre ellos, el bahareque encementado, técnica tradicional andina que hoy cuenta con pleno respaldo normativo, demostrando con fundamento técnico el cumplimiento de estándares actuales de sostenibilidad y de seguridad sísmica.

Es satisfactorio resaltar que la Guía incluye recomendaciones concretas para incorporar consideraciones de género e inclusión social, a fin de diseñar espacios que incorporen el bienestar en las diferentes labores del hogar y del cuidado.

Agradecemos al equipo del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, en particular a la Subdirección de Subsidio y Ejecución de Vivienda Rural, así como a HÁBITATTROPICAL / HÁBITATTIERRA y al consorcio EBP, Efizity y Carbon Trust del proyecto CEELA, por el trabajo consciente y dedicado que hizo posible esta publicación.

Invitamos a las autoridades locales, a las comunidades rurales y a los constructores y operadores de subsidios de vivienda, a emplear esta Guía en sus procesos de edificación o de mejoramiento; uniendo así voluntades, esfuerzos, y competencias por el bienestar de las familias y el embellecimiento de los hermosos paisajes colombianos.



Fabian Hayoz
Encargado de negocios a.i.
Embajada de Suiza en Colombia

Presentación y alcance

Desde la Subdirección de Subsidio y Ejecución de Vivienda Rural del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, se han identificado retos climáticos y de abastecimiento de recursos en diversas regiones del territorio colombiano. Estos desafíos han sido considerados en el diseño y ejecución de soluciones de vivienda nueva y/o mejoramientos en zonas rurales.

Es importante destacar que las líneas de atención de esta subdirección incluyen enfoques diferenciales de género y poblacionales, lo cual implica intervenir en territorios donde, en muchos casos, no se cuenta con servicios básicos como agua potable y saneamiento básico, energía eléctrica o infraestructura hidráulica, lo que ha hecho necesario buscar soluciones alternativas de recolección de aguas lluvias, sistemas de tratamiento de aguas residuales y suministros de energía eléctrica con paneles solares. De igual manera se hace necesario integrar en el diseño de las soluciones de vivienda rural propuestas que estén acorde a sus usos y costumbres ya que estas zonas se caracterizan por la diversidad cultural.

Esta Guía Técnica de Construcción Sostenible para Vivienda Rural traduce los estándares nacionales de sostenibilidad —en especial la Resolución 0194 de 2025 y la Resolución 0534 de 2025 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio— y los criterios CEELA en recomendaciones prácticas de diseño, materiales y técnicas constructivas, organizadas por zona climática y verificadas frente al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).

Su propósito es que cualquier proyecto de vivienda rural —nuevo o de mejoramiento— pueda pasar

del estándar normativo abstracto a una decisión constructiva concreta, adaptada al predio específico, a su clima y microclima, a la zona sísmica, al presupuesto disponible, a los recursos del territorio y a la identidad cultural de la comunidad.

Cómo está organizada esta Guía

- **Parte I — Fundamentos:** propósito, marco normativo, estándares de sostenibilidad y parámetros bioclimáticos por clima.
- **Parte II — Método del lugar:** del clima regional al microclima del predio, recursos locales, cultura constructiva e identidad, patrones de uso del espacio y enfoque de género.
- **Parte III — Estrategias por clima:** Cálido Seco. Cálido Húmedo. Templado. Frío. Listas de verificación.
- **Parte IV— Sistemas constructivos y componentes:** los componentes de la vivienda y los seis sistemas verificados (NSR-10)
- **Parte V — Selección del sistema constructivo:** criterios de selección, matriz de decisión y combinación de componentes.
- **Parte VI — Cierre:** Lista de verificación, glosario técnico, referencias a normas nacionales y bibliografía recomendada.

Esta guía técnica está diseñada para tres tipos de usuario con necesidades distintas pero complementarias.

Usuario	Qué encontrará en la guía
Desarrolladores y profesionales técnicos	Encontrarán los parámetros normativos verificados, las referencias a la NSR-10 y las NTC, y las listas de verificación por clima.
Municipios y operadores de subsidio	Encontrarán los estándares mínimos por clima.
Comunidades y familias rurales	Encontrarán explicaciones en lenguaje accesible de qué significa construir sostenible en su clima específico, qué materiales usar, y un proceso de diseño participativo.

Vivienda rural sostenible



Casa campesina construida por el Instituto de Crédito Territorial, para Isabel Caicedo v. de Lagos, Suesca. Proyecto y construcción de los estudiantes Jorge Gaitán Cortés y Jaime Nieto Cano. Fue publicada originalmente en la revista «El Mes Financiero y Económico», número 47, correspondiente a abril de 1941 y posteriormente en el artículo de Susana Romero Sánchez «La historia olvidada de la arquitectura en Colombia: la vivienda rural y la modernización durante la República Liberal» en el número 29 de la revista Dearq del 01 de enero de 2021. (DOI <https://doi.org/10.18389/dearq29.2021.04>)

Durante la modernización del Estado en la República Liberal (1930-1946), las condiciones habitacionales del campesinado se convirtieron en una preocupación política central, y a través del recién creado Instituto de Crédito Territorial (1939) se puso en marcha la campaña por el mejoramiento de la vivienda campesina. Sin embargo, solo con el traslado de competencias del Ministerio de Agricultura al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT) en 2019 se consolidó un marco institucional más robusto para abordar el déficit habitacional rural con criterios técnicos, culturales y ambientales.

Según la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV 2025, publicada en abril de 2026) del DANE, **el déficit habitacional rural en Colombia afecta aproximadamente al 58,6 % de los hogares rurales** (centros poblados y rural disperso) —frente al 16,5 % urbano—, **con las brechas más profundas en acceso a agua potable, saneamiento básico y materiales inadecuados de pisos y paredes**, que concentran el déficit cualitativo (38,9 %). Frente a la ECV 2024, el déficit rural se redujo 2,6 puntos porcentuales (de 61,2 % a 58,6 %), pero la brecha con las cabeceras sigue superando los 42 puntos.

Construir de forma sostenible en el campo colombiano no es un lujo ni una aspiración de diseñadores urbanos: es la condición necesaria para que una vivienda sea habitable durante décadas, que proteja del sol, del frío o de la lluvia según el clima, que no se deteriore por la humedad ni se derrumbe en un sismo, que use materiales disponibles localmente y que sus habitantes puedan mantenerla sin depender de insumos industriales lejanos.

Como nación pluriétnica y multicultural, Colombia reconoce el hábitat y la vivienda diferencial como aquellos que presentan características particulares

asociadas a la cultura, el territorio y las prácticas de vida de una comunidad; su identificación conlleva parámetros especiales sobre la forma en que el Estado debe intervenir para garantizar una vivienda digna. Bajo esta perspectiva, **una vivienda rural sostenible no es necesariamente cara ni compleja**: muchas de las estrategias más eficaces son las mismas que las comunidades rurales colombianas han empleado desde hace generaciones —el corredor cubierto, los aleros amplios, los muros de adobe o bahareque, la palma en la cubierta—. Esta guía recupera y fundamenta técnicamente esas prácticas mediante estándares verificables.

Estos estándares, sin embargo, no son arbitrarios: los criterios para evaluar la calidad de la vivienda derivan, con carácter obligatorio, de las obligaciones internacionales de derechos humanos asumidas por el Estado colombiano. El derecho a una vivienda adecuada, consagrado en el artículo 11 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC) e interpretado por el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de la ONU en su Observación General No. 4 —incorporada al ordenamiento colombiano vía artículo 93 de la Constitución—, no se reduce al “mero hecho de tener un tejado por encima de la cabeza”, sino que exige reunir siete elementos: seguridad jurídica de la tenencia, disponibilidad de servicios, materiales, instalaciones e infraestructura, gastos soportables, habitabilidad, asequibilidad, lugar y adecuación cultural. Este marco vinculante es el que debe orientar y contrastar cualquier propuesta de vivienda rural sostenible.

El clima de Colombia

COLOMBIA EN EL CONTEXTO ECUATORIAL

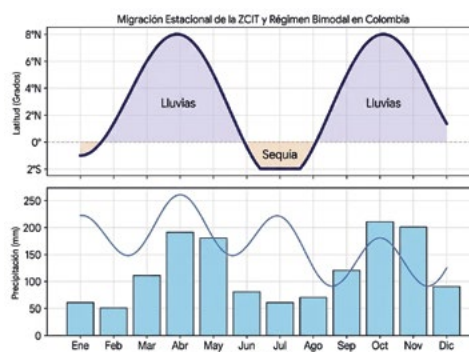


Fuente: High source. Trabajo propio, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=63276651>

Colombia tiene uno de los climas más complejos y ricos del planeta. Para construir bien, es fundamental entender de dónde viene esa complejidad y cómo afecta a la vivienda rural en cada zona del país.

Es el único país de América del Sur con costas en los dos océanos y con territorio en la Amazonia, la Orinoquía, los Andes y el Caribe simultáneamente. Ubicada entre los 4°S y los 12°N de latitud, se asienta en la franja ecuatorial donde el sol pasa casi verticalmente durante todo el año.

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la franja de baja presión donde convergen los alisios del norte y del sur migran entre los 8°N (marzo-mayo y septiembre-noviembre) y los 2°S (diciembre-febrero), produciendo el régimen bimodal de lluvias que caracteriza a la región andina de Colombia. La región experimenta el paso de la ZCIT dos veces al año, generando dos temporadas lluviosas y dos secas.



La ZCIT no es estática; su desplazamiento norte-sur durante el año es el factor determinante. Cuando la ZCIT se posiciona sobre una región específica, aumenta la inestabilidad atmosférica y, por ende, las precipitaciones.

El impacto de la variabilidad climática, determinada por el desplazamiento de la ZCIT, exige una adaptación de las estrategias bioclimáticas según las particularidades de cada región en Colombia:

- **Regiones con Régimen Bimodal:** Zona Andina y Región Cafetera.
- **Regiones con Régimen Monomodal:** Región Caribe y Orinoquía.
- **Regiones con Precipitaciones Constantes:** Región Pacífica y Amazonía.

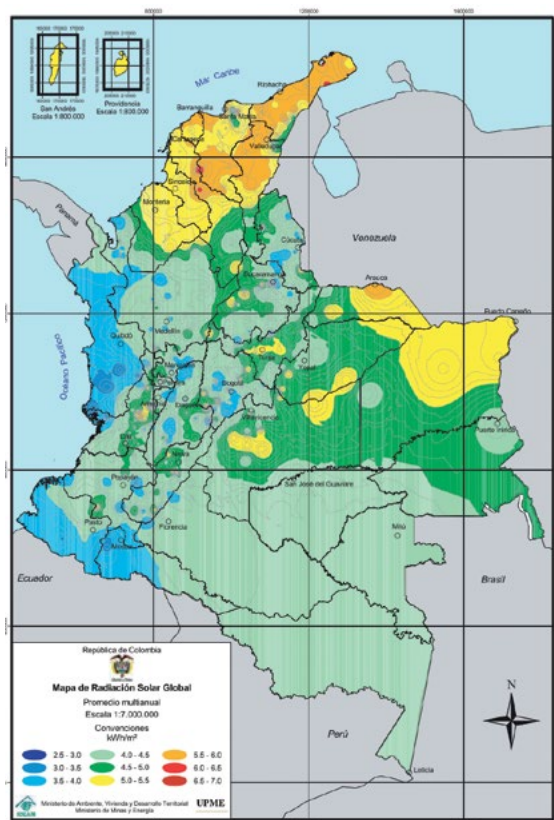
LA RADIACIÓN SOLAR EN COLOMBIA

Colombia recibe una radiación solar media de 4 a 6 kWh/m²/día, superando el promedio mundial. Esta distribución no es uniforme; las zonas más altas (Costa Caribe) superan los 250 W/m², mientras que las regiones boscosas y nubladas (Pacífico y Amazonía) registran los menores niveles.

La distribución geográfica anual se divide claramente en cuatro zonas principales: Alta radiación (Costa Caribe y Orinoquía): La región norte, en especial el departamento de La Guajira, concentra el mayor potencial solar del país, superando los

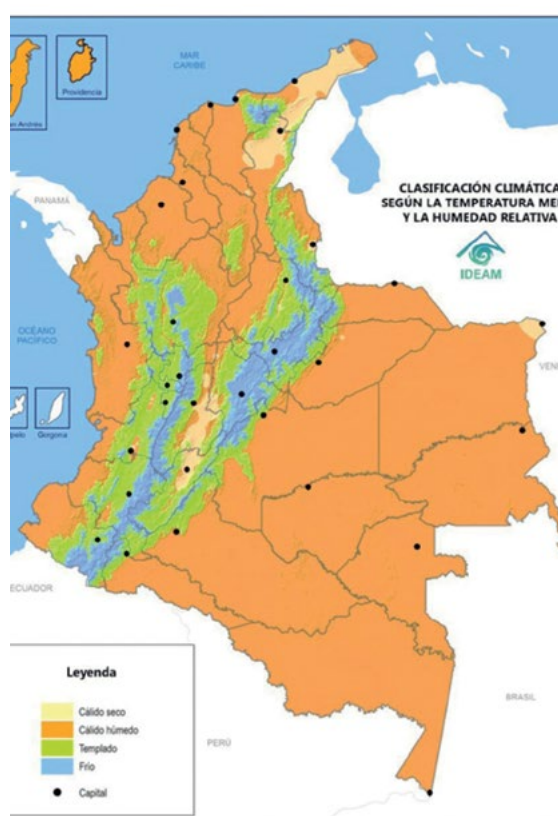
6 kWh/m²/día. Zonas de los Llanos Orientales también presentan niveles muy altos y constantes. Radiación media-alta (Andina y Valles Interandinos): Las zonas planas o de ladera reciben entre 4.5 y 5.5 kWh/m²/día. Pese a la nubosidad temporal, la altitud permite una alta incidencia de rayos UV. Radiación media-baja (Pacífico y Amazonía): Debido a la alta nubosidad y humedad, la radiación descende a rangos de 3.5 a 4.5 kWh/m²/día. El departamento del Chocó y el sur de la Amazonía registran los promedios más bajos.

Mapa de radiación solar global sobre una superficie plana, Promedio multianual.



Fuente: Atlas de radiación solar en Colombia. UPME. Ministerio de Minas y Energía. <https://repositoriobi.minenergia.gov.co/handle/123456789/2414>

Mapa de clasificación del clima en Colombia según la temperatura y la humedad relativa.



Fuente: <https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/anexo-2-informacion-climatica-por-municipios.pdf>

LA ALTITUD COMO DETERMINANTE CLIMÁTICO

En Colombia, el clima no depende de la latitud (norte-sur) sino de la altitud. Por cada 100 metros de ascenso, el gradiente real varía regionalmente entre 0,61 y 0,73 °C (gradiente adiabático) según la vertiente de la cordillera.

La fórmula $T(^{\circ}\text{C}) = 30 - (\text{altitud}/100 \times 0,6^{\circ}\text{C})$ utiliza un valor de referencia simplificado.

La clasificación climática de Colombia se estructura en torno a los pisos térmicos, determinados fundamentalmente por la altitud sobre el nivel del mar, la cual define rangos específicos de temperatura, humedad relativa y precipitación.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE CADA PISO TÉRMICO

- **Cálido seco:** Se localiza entre 0 y 1.000 m.s.n.m., con temperaturas elevadas de 26 a 35 °C, baja humedad relativa (30-55 %) y precipitaciones escasas inferiores a 800 mm/año. Incluye regiones como la Guajira, el Patía, la Tatacoa y el Chicamocha.
- **Cálido húmedo:** Se encuentra entre 0 y 500 m.s.n.m., registrando temperaturas de 24 a 32 °C, alta humedad relativa (75-95 %) y precipitaciones superiores a 2.000 mm/año. Es característico del Pacífico, Amazonia, Llanos, Urabá y partes del Caribe.
- **Templado:** Situado entre 1.000 y 2.000 m.s.n.m., presenta temperaturas moderadas de 18 a 24 °C, humedad relativa entre 65 y 80 %, y precipitaciones de 1.000 a 2.000 mm/año. Comprende el Eje Cafetero y los valles del Cauca, Valle y Magdalena.
- **Frío:** Se extiende desde los 2.000 hasta los 3.000 m.s.n.m., con temperaturas de 8 a 18 °C, humedad relativa del 70 al 90 % y precipitaciones variables. Típico de departamentos como Boyacá, Nariño y zonas altas de Cundinamarca.
- **Páramo:** Ubicado a más de 3.000 m.s.n.m., se caracteriza por temperaturas bajas de 0 a 8 °C, alta humedad relativa (80-100 %) y precipitaciones que pueden incluir granizo. Se localiza en los páramos de las cordilleras central, oriental y occidental.

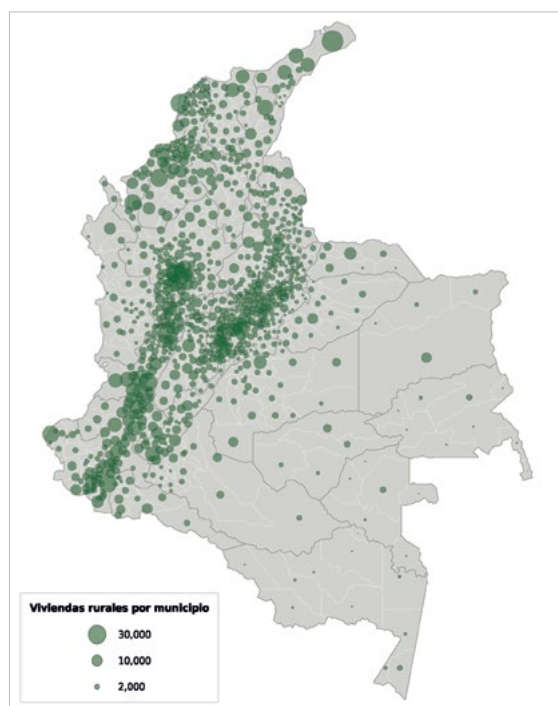
TERRITORIO, POBLACIÓN Y VIVIENDA RURAL

La situación de la vivienda rural en Colombia presenta disparidades significativas según el piso térmico, evidenciando un problema complejo que combina déficit cuantitativo y cualitativo.

- **Clima Cálido Húmedo:** Es el piso térmico con mayor extensión territorial, cubriendo aproximadamente el 50% del territorio (580.000 km²) y concentrando el 28% de la población estimada (15,8 millones de habitantes). Presenta el déficit de vivienda rural total más alto, alcanzando un 69%, compuesto por un 26% cuantitativo y un 43% cualitativo.
- **Clima Cálido Seco:** Abarca cerca del 30% del territorio (340.000 km²) con un 22% de la población (12,5 millones de habitantes). Su déficit total de vivienda rural es del 61%, distribuido en un 21% cuantitativo y un 40% cualitativo.
- **Clima Templado:** Aunque representa solo cerca del 10% del territorio (114.000 km²), es la zona de mayor concentración poblacional con un 38% del total (21,5 millones de habitantes). Presenta el déficit total más bajo de los cuatro climas analizados, con un 46%, siendo un 15% cuantitativo y un 31% cualitativo.
- **Clima Frío:** Cubre aproximadamente el 8% del territorio (93.000 km²) y alberga al 12% de la población (6,8 millones de habitantes). Registra un déficit total de vivienda rural del 64%, con un 22% cuantitativo y un 42% cualitativo.

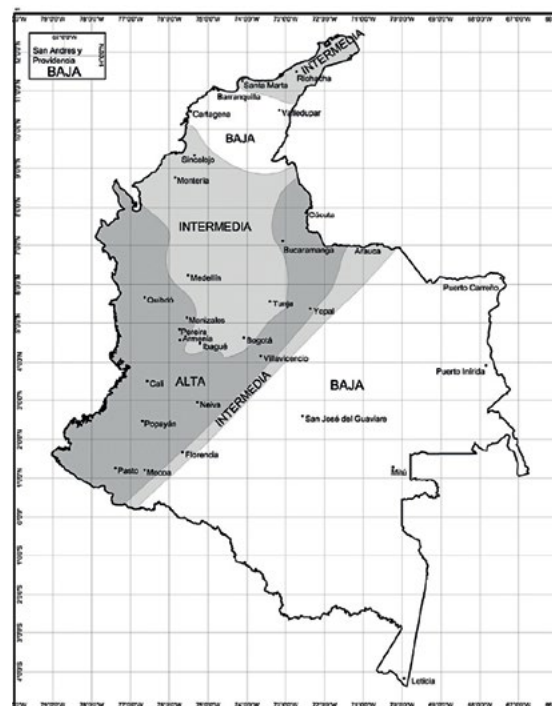
En general, el déficit cualitativo (condiciones inadecuadas de la vivienda existente) es predominante sobre el déficit cuantitativo (falta total de vivienda) en todos los pisos térmicos analizados.

Distribución de la vivienda rural en Colombia, CNPV 2018.



Fuente: DANE, Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) 2018. Cuadro IV Municipal (viviendas por condición de ocupación, según municipio y área). Geometría: DANE, Marco Geoestadístico Nacional (MGN) 2018. Elaboración propia.

Zonas de amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño.



Fuente: NSR-10. Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de A_h (coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva) y A_v (coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva).

ZONAS SÍSMICAS DE COLOMBIA

La NSR-10 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente) es la norma nacional que establece los requisitos técnicos y estructurales mínimos para el diseño, construcción y reforzamiento de edificaciones en Colombia. Su objetivo principal es proteger la vida humana salvaguardando las estructuras ante eventos sísmicos.

Dado que Colombia se encuentra en una zona tectónicamente activa (con cerca del 86% de su población en zonas de amenaza sísmica alta o intermedia), el propósito de la NSR-10 es garantizar que las edificaciones tengan la resistencia, rigidez y capacidad de disipación de energía adecuadas para no colapsar durante un terremoto.

PARTE I.

Fundamentos

CAPÍTULO 1.

Propósito, enfoque y destinatarios

1.1 OBJETO Y PROBLEMA QUE RESUELVE

Es una Guía técnica con los estándares de sostenibilidad para viviendas rurales y públicas en línea con las medidas indicadas en el Anexo 1 —Guía de Construcción Sostenible de la Resolución 0194 de 2025 y la resolución 0534 de 2025, con los 15 criterios CEELA para los 4 climas de Colombia, para ser difundida entre desarrolladores, municipios y usuarios.

La Guía resuelve la distancia entre la norma y la obra: convierte estándares de sostenibilidad y sismo-resistencia en sistemas constructivos y estrategias de diseño aplicables a la realidad rural colombiana, donde con frecuencia faltan servicios básicos, hay diversidad étnica y cultural, y se requieren soluciones alternativas de agua, energía y saneamiento.

1.2 LOS CUATRO PRINCIPIOS RECTORES

- **Vivienda digna como derecho fundamental:** habitabilidad, servicios, accesibilidad y adecuación cultural (Sentencia T-333/22) (Dec.1341/25).
- **Vivienda rural integral, saludable y productiva:** articula habitabilidad, salud y producción, con enfoque diferencial obligatorio (PNVISR Res. 000179/2017).
- **Enfoque de género e inclusión:** co-beneficios sociales explícitos en cada estrategia técnica (Ley 2462/2025).
- **Sostenibilidad por ciclo de vida y adecuación al clima:** estructura por fases y diferenciación climática (Res. 0534 y 0194 de 2025).

1.3 DESTINATARIOS Y MODO DE USO

Se recomienda recorrer la Guía de forma secuencial en la fase de diseño: leer el predio (Parte II), aplicar las estrategias del clima correspondiente (Parte III), seleccionar el sistema constructivo según el clima (Parte IV) y los criterios de decisión (Parte V), y verificar con las listas de chequeo (Parte VI).

CAPÍTULO 2.

Marco normativo: estándares, estrategias, criterios y medidas

La Guía organiza el cuerpo normativo en una jerarquía operativa de cuatro niveles que se mantiene a lo largo de todo el documento

Nivel	Qué es	Ejemplo
Estándar	El resultado exigible (qué debe lograrse).	Confort térmico interior sin climatización mecánica (Res. 0534, S-CT).
Estrategia	El enfoque de diseño para alcanzarlo.	Inercia térmica + enfriamiento nocturno en clima cálido seco.
Criterio	La condición verificable.	Muro masivo ≥ 25 cm; renovaciones de aire nocturnas.
Medida	La acción concreta de obra.	Muro de tapia pisada de 45 cm; aleros de 80 cm; ventanas operables opuestas.

2.1 NÚCLEO VINCULANTE DE OBLIGATORIO CUMPLIMIENTO

Res. 0534/2025 y Res. 0194/2025 (sostenibilidad); NSR-10 (sismo-resistencia, especialmente Títulos C, D, E, F y G); RAS Res. 0330/2017 (agua y saneamiento); RETILAP 2024 (iluminación); PN-

VISR Res. 000179/2017, Ley 2462/2025 y Decreto 1341/2025 (vivienda rural diferencial y género); Sentencias T-333/22 y T-622/2016.

2.2 MARCO HABILITANTE Y DE INCENTIVO

Ley 1715/2014 y Ley 1819/2016 (energías renovables e incentivos tributarios); Decreto 1727/2021 (Ecobertura); Leyes 2079/2021 y 2294/2023 (Vivienda de Interés Cultural).

2.3 MARCO DE REFERENCIA TÉCNICA

CEELA, UPME-PGEE, Guía de Mejoramientos MVCT, Guía SUDS, corpus de bahareque (Misereor, NSR-10 Tít. E, AIS-FOREC, SURA) y Estrategia Nacional de Economía Circular.

CAPÍTULO 3.

Estándares de sostenibilidad

Los estándares se formulan por ámbito y se diferencian, cuando aplica, según los cuatro climas de la zonificación colombiana: frío (F), templado (T), cálido seco (CS) y cálido húmedo (CH).

Para cada estrategia se identificó la norma principal (la que la hace exigible), las normas

complementarias (las que la detallan o refinan) y su carácter: obligatorio, recomendado, habilitado, incentivado o constitucional. Adicionalmente, cada estándar se contrastó con las variables climáticas del Anexo C de Parametrización SFVR para diferenciar su aplicación.

3.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA

ESTRATEGIAS PASIVAS (ENVOLVENTE Y DISEÑO)	
EE-P1. Orientación y protección solar por clima	
F	Orientar fachadas principales para captar radiación solar directa; minimizar sombras propias; vidrios sencillos orientados al sol.
T	Equilibrio captación/protección; aleros de 50-100 cm (criterio Misereor BHQ).
CS / CH	Proteger fachadas este/oeste con voladizos, celosías o vegetación; cubierta con sombra propia o doble cubierta ventilada.
Sustento normativo: Res. 0194/2025 (MP-01 a MP-04) · ParamSFVR Anexo C · Res. 0534/2025 (E1) · CEELA C02	
EE-P2. Aislamiento e inercia térmica según oscilación diaria	
F	Valor U bajo en cubierta y muros; sellado de infiltraciones; materiales masivos (tapia pisada, adobe) que almacenan calor diurno.
CS	Alta inercia térmica + ventilación nocturna para descargar el calor acumulado.
CH	Envolvente liviana y ventilada; el aislamiento masivo es contraproducente; prioridad a cubierta reflectiva o ventilada.
Sustento normativo: Res. 0194/2025 (MP-03 a MP-06) · CEELA C01, C04, C08 · Res. 0534/2025 (E1)	
EE-P3. Ventilación natural cruzada	
F	Ventilación higiénica mínima controlada, evitando pérdidas de calor.
CS	Ventilación nocturna controlada + cierre diurno.
CH	Vanos opuestos y permanentes, protegidos de lluvia; calados y cubierta ventilada (estrategia dominante de este clima).
Sustento normativo: Res. 0194/2025 (MP-07, MP-08) · ParamSFVR Anexo C · CEELA C06	

ESTRATEGIAS ACTIVAS (TECNOLOGÍAS Y GESTIÓN)	
EE-A1. Iluminación LED con parámetros verificables	Iluminación 100 % LED con eficacia, vida útil y CRI según RETILAP 2024 Libro 2; iluminancias mínimas por espacio según Libro 3 (EN 12464-1).
	Aprovechamiento prioritario de luz natural (RETILAP Libro 3, Art. 3.2.6) — aplica por igual en los cuatro climas.
	Sustento normativo: RETILAP 2024 Libros 2 y 3 · Res. 0194/2025 (MA) · Res. 0534/2025 (E2)
EE-A2. Autogeneración renovable con incentivo fiscal	Solar FV en los cuatro climas, prioritaria en ruralidad dispersa sin red; solar térmica para agua caliente en clima frío y templado.
	Biogás (residuos pecuarios) y estufas eficientes como sustituto de leña en F y T; micro-eólica donde el recurso lo permita.
	Beneficios: exclusión de IVA y deducción de renta (Ley 1715/2014, ampliada por Ley 1819/2016).
EE-A3. Gestión y monitoreo (programas de escala)	Sustento normativo: Ley 1715/2014 · Ley 1819/2016 · CEELA C07, C14 · GuiaMej-MVCT · Res. 0194/2025 (MA)
	Línea base energética con ajuste por variable externa, indicadores IDE, análisis costo-ciclo de vida (LCC) y ciclo PHVA (ISO 50001).
	Capacitación a usuarios en uso racional de la energía (URE) y eliminación de consumos stand-by.
	Sustento normativo: UPME-PGEE (UPME-1 a UPME-10) · CEELA C11, C15

3.2. EFICIENCIA HÍDRICA

EH-1. Ahorro en la fuente (los cuatro climas)	Aparatos de bajo consumo: inodoros de descarga reducida, grifería con aireadores, duchas eficientes.
	Cumplimiento de los porcentajes mínimos de ahorro por clima y tipología establecidos en Res. 0194/2025.
	Programa de uso eficiente del agua obligatorio en proyectos con recursos públicos (Ley 373/1997).
	Sustento normativo: Res. 0194/2025 (MW) · Ley 373/1997 · Res. 0534/2025 (E3)
EH-2. Captación pluvial diferenciada por clima	CH y T (alta pluviosidad): captación en cubierta + filtro de primeras lluvias + cisterna/aljibe — solución principal donde no hay acueducto.
	CS (lluvia concentrada en pocas temporadas): almacenamiento ampliado (aljibe de mayor volumen) para cubrir épocas secas.
	F: captación viable; proteger tanques de heladas. Co-beneficio de género: reduce el acarreo de agua (Ley 2462 + ENUT-DANE).
	Sustento normativo: UDS-MVCT (SUDS-1, SUDS-4) · Res. 0194/2025 (MW) · GuiaMej-MVCT · Ley 2462/2025
EH-3. Reúso de aguas grises	Red separada de aguas grises (lavamanos, ducha, lavadero) con tratamiento básico y reúso en descarga sanitaria o riego.
	Mayor pertinencia en CS (escasez estacional); en CH es complementaria a la abundante oferta pluvial.
	Sustento normativo: Res. 0194/2025 (MW) · Ley 373/1997 · Res. 0534/2025 (E3)

EH-4. Saneamiento rural y manejo de aguas servidas	Pozo séptico con campo de infiltración dimensionado según RAS 0330/2017; alternativas: humedales artificiales y baños secos.
	En CH considerar nivel freático alto (sistemas elevados o humedales); en F verificar temperaturas de operación biológica.
	Paisajismo con especies nativas de bajo consumo; drenaje sostenible del predio (jardín de lluvia, pozo de infiltración, permeables).
	Sustento normativo: RAS Res. 0330/2017 · SUDS-MVCT · Res. 0194/2025 (MW) · CEELA C12

3.3 MATERIALES SOSTENIBLES

MATERIALES Y SISTEMAS RECOMENDADOS	
MS-1. Sistemas vernáculos habilitados por clima	T (eje cafetero): bahareque tradicional (Misereor, 13 criterios BHQ) y bahareque encementado certificable (NSR-10 Tít. E + AIS-FOREC); guadua ≥ 4 años, humedad 10-20 %.
	F y CS: tapia pisada y adobe —alta inercia térmica, ideales para alta oscilación diaria; habilitados por D1341/2025 con métodos alternos al NSR-10.
	CH: estructuras livianas y ventiladas en madera y guadua, elevadas del suelo donde el nivel freático o las inundaciones lo exijan.
	Asegurabilidad validada por sector privado (SURA: 4 tipologías reconocidas).
	Sustento normativo: D1341/2025 · NSR-10 Tít. E · Misereor-BHQ · AIS-FOREC · SURA-BHQ · Res. 0534/2025 (E4)
MS-2. Proveeduría local y economía circular	Materiales con origen en radio < 300 km y mano de obra local (GuiaMej-MVCT GM-S1) —co-beneficio social y de adecuación cultural.
	Aprovechamiento de RCD en obra nueva: Colombia recicla 2 % con potencial del 50 %; meta E2050: 75 % de RCD aprovechado en peso.
	Gestión de residuos de obra obligatoria (R0472/2017 act. 1257/2021; R0541/1994).
	Sustento normativo: GuiaMej-MVCT · EC-MADS · R0472/2017 · Res. 0534/2025 (E4) · D1341/2025

MATERIALES A EVITAR	
MS-3. Exclusiones técnicas (criterio CEELA C05 + Res. 0534 E4)	Tóxicos: asbesto/amianto en cualquier forma; pinturas y adhesivos de alto COV; aglomerados con formaldehído; biocidas persistentes.
	Alta energía incorporada sin justificación: aluminio y acero en elementos no estructurales cuando existen alternativas locales en madera o guadua (CEELA C03).
	Madera sin certificación ni salvoconducto de movilización (riesgo de tala ilegal).
	En CH: evitar materiales que retengan humedad sin ventilación (riesgo de pudrición y hongos).
	En todos los climas: cubiertas metálicas sin aislamiento acústico-térmico.
	Sustento normativo: CEELA C03, C05 · Res. 0534/2025 (E4) · EC-MADS

3.4 CONFORT AMBIENTAL (HABITABILIDAD SIN SISTEMAS MECÁNICOS)

Estos estándares se anclan en la Res. 0534/2025 (criterios sociales) con respaldo constitucional de la Sentencia T-333/22 y Dec.1341/25.

CA-1. Confort térmico pasivo por clima	Meta común: temperatura operativa confortable lograda exclusivamente con estrategias pasivas (sin climatización mecánica).
	F: ganancia solar directa + masa térmica + hermeticidad.
	T: estrategias mixtas con ventilación regulable.
	CS: masa térmica + ventilación nocturna + protección solar.
	CH: ventilación cruzada permanente + cubierta ventilada + sombra.
	Sustento normativo: Res. 0534/2025 (S-CT) · CEELA C01, C04, C06 · ParamSFVR Anexo C · ST-333/22
CA-2. Confort lumínico	Iluminación natural suficiente en espacios habitables: ventanas, claraboyas y repisas de luz con Factor Luz Día verificable.
	Iluminancias mínimas por espacio según RETILAP Libro 3 (EN 12464-1); en CH y CS, conciliar apertura lumínica con protección solar.
	Sustento normativo: Res. 0534/2025 (S-CL) · RETILAP 2024 Libro 3 · Res. 0194/2025 (MP)
CA-3. Confort acústico	Aprovechar la masa de los sistemas de tierra (tapia pisada, bahareque) como aislamiento acústico natural.
	Evitar cubiertas metálicas sin tratamiento en zonas de alta pluviosidad (CH, T): amplifican el ruido de lluvia.
	Aislar acústicamente el área de descanso en viviendas productivas (PNVISR: vivienda integral y productiva).
	Sustento normativo: Res. 0534/2025 (S-CA) · CEELA C01 · PNVISR Res. 000179/2017
CA-4. Calidad del aire interior e higiene	Cocina con extracción o ventilación directa del humo de combustión —crítico en F y T donde predomina la estufa de leña; complementar con estufas eficientes (GuiaMej-MVCT).
	Baño ventilado al exterior; control de humedad y condensación (crítico en CH y F).
	Acabados de baja emisión de COV. Acceso a agua potable y saneamiento como condición de habitabilidad (RAS + PNVISR + ST-333/22).
	Sustento normativo: Res. 0534/2025 (S-CA aire, S-H) · CEELA C05 · GuiaMej-MVCT · RAS 0330/2017 · ST-333/22

CAPÍTULO 4.

Parámetros bioclimáticos por zona climática

4.1 LA ORIENTACIÓN EN LA LATITUD ECUATORIAL

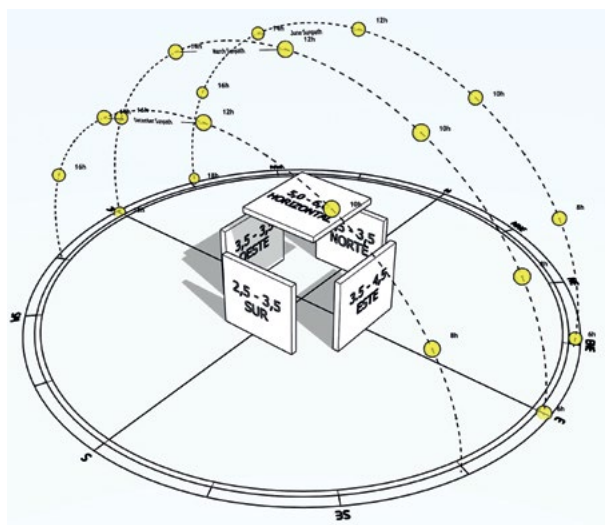
A diferencia de las latitudes templadas —donde la orientación norte-sur es determinante porque el sol describe una trayectoria baja y estacional—, Colombia se sitúa en la franja ecuatorial (4°S a 12°N), donde el sol pasa casi por el cenit durante todo el año y no hay estaciones marcadas. En consecuencia, el eje norte-sur pierde el peso que tiene en otras latitudes y el criterio de diseño cambia: las superficies críticas son la cubierta y las fachadas del sol naciente y poniente, no la fachada sur.

En la latitud 0 grados (el ecuador), la duración del día y la noche se mantiene prácticamente constante todo el año. El día siempre tiene una duración de aproximadamente 12 horas con una leve variación de solo 7 a 8 minutos adicionales debido a la refracción de la luz en la atmósfera terrestre. En la mayor parte del territorio colombiano no se perciben las variaciones de la duración del día.

Regla de orientación para el trópico ecuatorial colombiano (lat. norte)

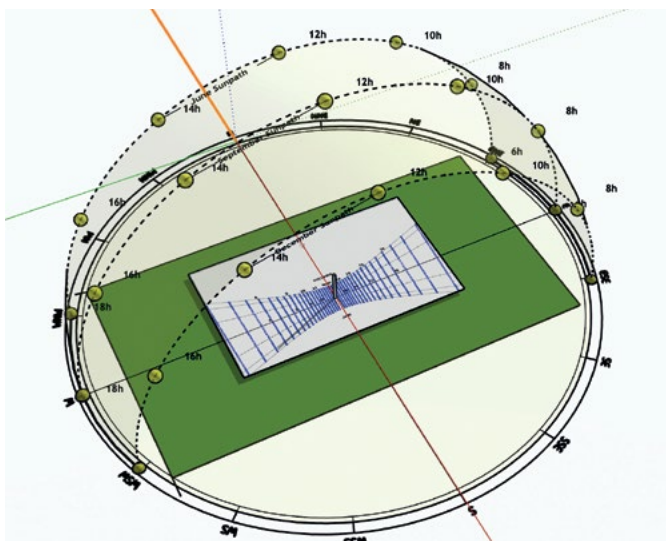
- **La cubierta horizontal recibe la mayor radiación de todas las superficies:** entre 5,0 y 6,0 kWh/m²/día. Es la superficie más crítica para el control térmico.
- **Las fachadas este y oeste reciben radiación de baja altura (rayos que penetran profundo en los espacios interiores) durante todo el año:** entre 3,5 y 4,5 kWh/m²/día. La fachada este la recibe en horas de la mañana y la oeste en horas de la tarde. Son las superficies que más calientan el interior y deben protegerse o aprovecharse.
- **La fachada sur recibe sol directo solo entre noviembre y febrero (al sur del cenit):** entre 2,5 y 3,5 kWh/m²/día. Esta fachada (sur) recibe el sol, aumentando su cantidad en la medida que se aleja del ecuador.
- **La fachada norte recibe sol directo solo entre mayo y agosto (al norte del cenit):** entre 2,0 y 3,0 kWh/m²/día. Esta fachada (norte) recibe el sol, disminuyendo su cantidad en la medida que se aleja del ecuador.

Figura 1. Asoleación en la latitud ecuatorial: la cubierta y las fachadas oriente-poniente son las superficies críticas.



Elaboración propia.

Figura 2. Diagrama de sombra en la latitud 0. La sombra que produce el elemento vertical, permite conocer la dirección de los rayos solares en un predio en un fecha determinada.



Elaboración propia.

El diagrama de sombra

Un diagrama de sombra es una representación gráfica, ya sea en plano, dibujo técnico o modelo digital, que muestra cómo la luz natural proyecta la silueta oscura de un objeto (gnomon) sobre otras superficies. Su objetivo principal es analizar el impacto de la luz y predecir la longitud, dirección y forma de la sombra a lo largo del tiempo.

Se utiliza para el diseño bioclimático, ayudando a determinar la ubicación y el tamaño adecuado de aleros o parasoles para controlar el ingreso de luz directa.

Se construye con la ayuda de un programa para cada sitio específico, el resultado incluye la dimensión del elemento vertical, que deberá ser colocado en el punto indicado del diagrama. Se coloca sobre un

material rígido (a cualquier escala) y se utiliza sobre maqueta de la edificación o en el sitio.

Se hace coincidir el norte del diagrama con el norte del modelo y colocado al sol, la punta del elemento vertical se hace coincidir con un punto del diagrama, determinado por la hora y el mes. La sombra que se produce en el modelo es la que sucederá en la situación real.

Si se utiliza en el sitio, se hace coincidir el norte del diagrama con el norte geográfico, o coincidir la sombra con la hora y mes y nos da el norte. Esto nos permitirá reconocer el recorrido del sol durante todo el año.

4.2 CONFORT ADAPTATIVO Y CONFORT OPERATIVO

La Guía adopta dos nociones complementarias de confort, ambas alineadas con el estándar de habitabilidad sin sistemas mecánicos propuesto a partir de los hallazgos (estándar CA-1).

- **Confort adaptativo:** reconoce que las personas en clima rural se adaptan a su entorno (ropa, actividad, apertura de vanos) y aceptan un rango más amplio de temperatura interior cuando la vivienda se ventila e ilumina de forma natural.

Es el marco apropiado para vivienda rural sin climatización mecánica (referencia ASHRAE 55, modelo adaptativo).

- **Confort operativo:** se mide por la temperatura operativa, que combina la temperatura del aire y la radiación de las superficies (muros, cubierta). En el trópico, una cubierta caliente eleva la temperatura operativa aunque el aire esté templado; de ahí la prioridad de controlar la cubierta y dar inercia o ventilación a la envolvente.

RANGOS DE TEMPERATURA OPERATIVA DE CONFORT RECOMENDADOS POR CLIMA
(REFERENCIA PARA DISEÑO PASIVO; VERIFICAR CON MEDICIONES LOCALES)

Clima	Rango de confort operativo	Vía principal para alcanzarlo
Frío	18-24 °C	Ganancia solar + masa térmica + hermeticidad y aislamiento.
Templado	20-26 °C	Ventilación regulable + aleros + masa moderada.
Cálido seco	23-29 °C	Masa térmica alta + enfriamiento nocturno (<i>night flush</i>).
Cálido húmedo	24-30 °C (con brisa)	Ventilación cruzada permanente + sombra + cubierta ventilada.

El diagrama de Givoni

El diagrama de Givoni es una carta que permite determinar la estrategia bioclimática a adoptar en función de las condiciones higrotérmicas del edificio en una determinada época del año.

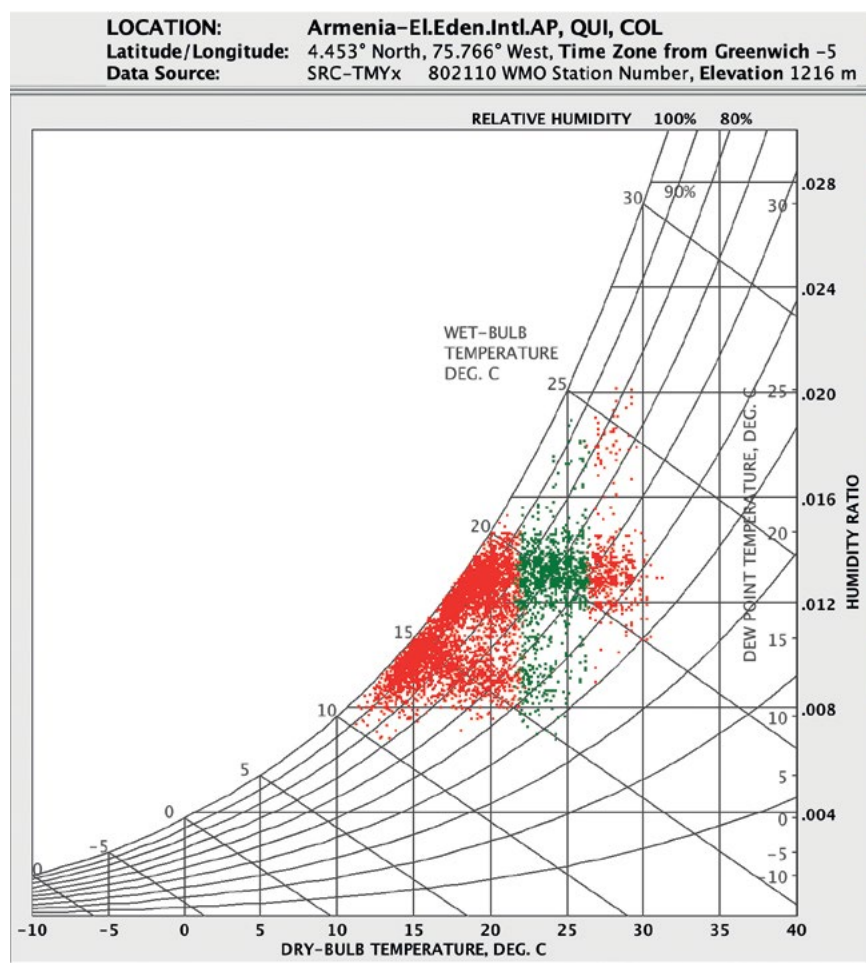
Las líneas curvas representan la humedad relativa, las verticales la temperatura del bulbo seco y las horizontales el contenido de humedad del aire. Las

líneas inclinadas representan la temperatura del bulbo húmedo.

Los puntos rojos y verdes corresponden a los datos de temperatura del bulbo seco y humedad relativa para cada día del año. Los puntos verdes son los días en que se logra una temperatura de confort adaptativa y los puntos rojos donde se está por fuera de la zona de confort.

- **TBS:** la temperatura de bulbo seco corresponde a la medición de temperatura que se toma con un termómetro de mercurio o convencional y cuyo bulbo se encuentra seco.
- **TPR:** la temperatura de punto de rocío es la temperatura a la cual el aire debe enfriarse para que el vapor de agua que contiene se condense y se convierta en líquido.
- **TBH:** La temperatura de bulbo húmedo mide el estrés térmico combinando calor y humedad. Es la temperatura más baja a la que el cuerpo humano puede enfriarse mediante el sudor.

Figura 3. Diagrama de Givoni para la ciudad de Armenia. Clima Templado. Altitud 1216 msnm.



Gráficas elaboradas con Climate Consultant 6 sobre el diagrama de Givoni. <https://www.sbse.org/resources/climate-consultant>. Elaboración propia.

PARTE II.

Método del lugar

CAPÍTULO 5.

Del clima regional al microclima del predio



Figura 4. Agricultores en una jornada de capacitación bajo un árbol de mango. Foto SMG.

Antes de elegir un sistema constructivo, la Guía enseña a leer el predio concreto. Dos viviendas en la misma zona climática pueden necesitar soluciones distintas según su microclima, sus recursos y los modos de habitar de la familia.

La zona climática del municipio es el punto de partida, no el de llegada. Este capítulo desciende a la escala del predio.

El clima en Colombia es excepcionalmente agradable y variado debido a su posición tropical. En lugar de estaciones, el país se divide en pisos térmi-

cos (desde cálido hasta páramo) que se mantienen constantes todo el año. Se puede encontrar desde el calor de las playas hasta el frío de las montañas a cortas distancias. Por medio del confort adaptativo se disfruta de todos los climas. La función de la arquitectura es sacar provecho de estas condiciones y no generar inconvenientes con una construcción mal orientada y con los materiales inadecuados.

Debajo del palo de mango se encuentra un mejor confort que en un espacio mal diseñado. La naturaleza ya tiene las respuestas térmicas resueltas.

5.1 FACTORES QUE MODIFICAN EL CLIMA REGIONAL EN EL PREDIO

- **Altitud y pendiente:** diferencias de temperatura y de drenaje dentro del mismo predio.
- **Orientación de la ladera:** orientada al este (más radiación por la mañana) frente a la orientada al oeste (más radiación por la tarde). Solo en las latitudes más altas se puede notar la diferencia entre las laderas orientadas al sur con las orientadas al norte.
- **Viento dominante:** dirección y velocidad aprovechables o a proteger según el clima.
- **Agua y vegetación:** cuerpos de agua que moderan la temperatura, vegetación que da sombra y cortavientos.

Aspecto de implantación	Criterio de análisis
Topografía y drenaje	En terrenos en ladera: la vivienda debe quedar en un nivel que no reciba escorrentía de los vecinos aguas arriba. Pendiente de terreno > 10 %: prever muros de contención o losas de cimentación. Consultar estudio geotécnico.
Sombras de construcciones y vegetación vecinas	En clima frío, un árbol alto bloquea el sol y en un clima cálido genera sombra sobre la fachada.
Vistas y privacidad	La vivienda que no logra la orientación óptima por priorizar una vista al paisaje debe compensar los efectos de la radiación solar con celosías, aleros, balcones o vegetación. La orientación óptima es una recomendación, no una obligación.
Acceso al agua potable y saneamiento	Verificar disponibilidad de acueducto, fuente superficial o agua lluvias antes de diseñar el sistema hídrico. El saneamiento in situ (pozo séptico + bio-jardinería) requiere permiso de la Corporación Autónoma Regional.
El predio como totalidad	La casa es solo una parte del predio. Los espacios exteriores —patio, huerta, corral, taller— son parte del programa de necesidades de la familia rural y deben ser parte del diseño.
Crecimiento progresivo	Identificar desde el primer día dónde crecerá la vivienda: la siguiente alcoba, el baño adicional, el espacio productivo cubierto. La Ley 2079 de 2021 (Art. 2) reconoce el desarrollo progresivo como modalidad legítima de producción de vivienda rural.

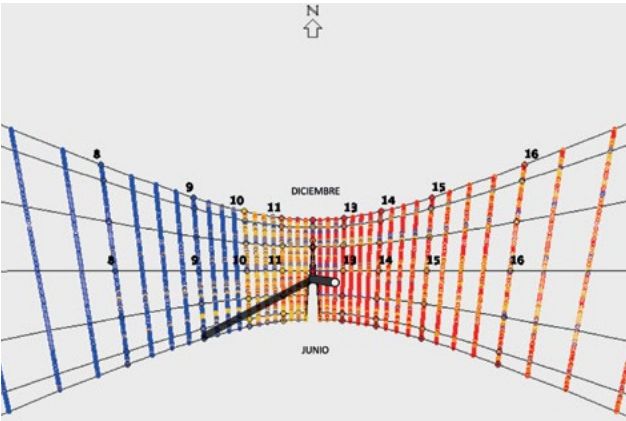
5.2 LECTURA SOLAR

Trazado de la trayectoria solar por hora y día del mes para identificar las fachadas críticas en las que se necesita recibir o bloquear la radiación solar.

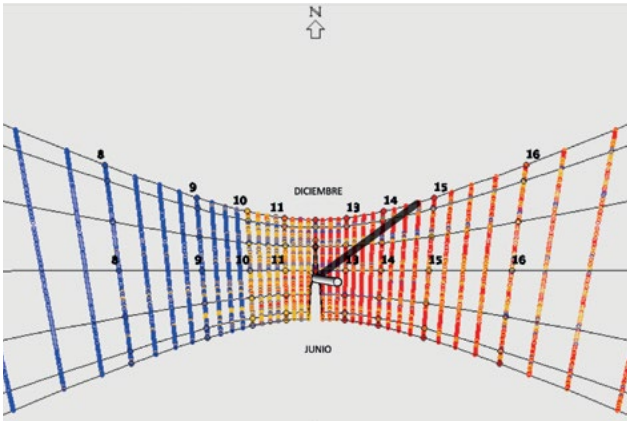
El diagrama corresponde a la sombra de un elemento vertical (gnomon) colocado en el punto indicado dentro del diagrama. Las líneas rectas

corresponden a los días del año y las curvas a los meses. La sombra de la punta del elemento vertical muestra la dirección e inclinación de los rayos solares para dicho día del año. Cuando señala un punto rojo se necesita sombra, en un punto naranja la sombra ayuda, y en un punto azul se requiere sol.

Figura 5. Diagramas de sombra con indicación de dos fechas.



Sombra para junio 22 a las 9:00 am Latitud 4,453
Horas de la mañana: necesidad de radiación solar en los puntos azules y opcional en los puntos naranjas.



Sombra para diciembre 22 a las 2:30 pm Latitud 4,453
Horas de la tarde: necesidad de protección de la radiación solar en los puntos rojos.

Gráficas elaboradas con Climate Consultant 6.

La sombra de la punta del elemento vertical muestra la dirección e inclinación de los rayos solares para dicho día del año. Cuando señala un punto rojo se necesita sombra, en un punto naranja la sombra ayuda, y en un punto azul se requiere sol.

Colombia cuenta con una irradiación solar media de 4,5-5,5 kWh/m²/día en la mayor parte del territorio. Este recurso es gratuito: aprovecharlo es una decisión de sentido común, económico y ambiental.

Los diagramas corresponden a la sombra de un elemento vertical (gnomon) colocado en el punto indicado dentro del diagrama. Las líneas verticales rectas corresponden a las horas y las horizonta-

les curvas a los días: Diciembre 22. Enero 21 y Noviembre 22. Marzo 21 y Septiembre 23. Abril 22 y Agosto 22. Mayo 21 y Julio 22. Junio 22.

Energía solar

Consultar la irradiación global horizontal (GHI) del predio (globalsolaratlas.info) y evaluar la orientación y las sombras disponibles para instalar paneles fotovoltaicos o un calentador solar.

5.3 LUZ NATURAL

El Factor de Luz Diurna (FLD) es el porcentaje de la iluminancia exterior disponible (cielo nublado CIE) que llega a un punto interior. Es el indicador estándar de la calidad de iluminación natural.

Maximizar la luz del día en todos los espacios habitables reduce el consumo eléctrico artificial y mejora el confort visual.

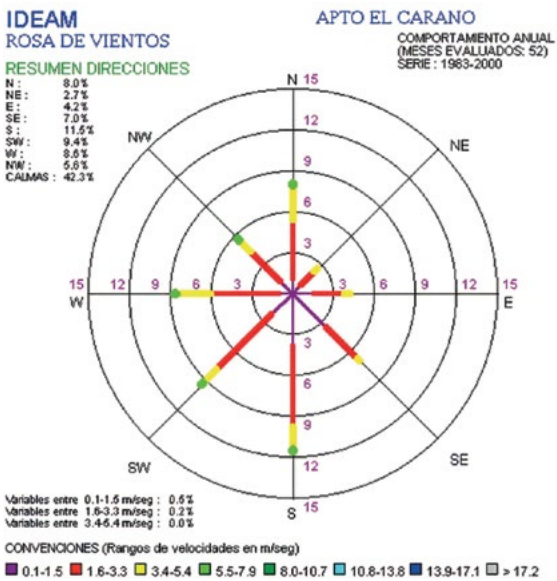
Los valores mínimos de referencia para Colombia son los establecidos en el RETILAP (Res. 40150 del 3/05/2024 del Ministerio de Minas y Energía); los valores de CLD provienen de la Tabla 410.2.2 c. de la versión anterior (Res. 180540/2010). El estándar europeo BS EN 17037:2018, que sustituyó a la BS 8206-2:2008, se usa como referencia técnica complementaria:

Espacio	Valor de referencia y fuente
Sala y zonas de estar	CLD ≥ 1 % (RETILAP Tabla 410.2.2c). En la mitad del ancho del recinto. BS EN 17037:2018 recomienda FLD $\geq 1,5$ % como buena práctica.
Cocina	CLD ≥ 2 % (RETILAP Tabla 410.2.2c). En la mitad del ancho del recinto. El criterio C10 EECA prioriza este espacio por su uso intensivo y riesgo de salud.
Dormitorios	Valor mínimo para alcobas: CLD $\geq 0,5$ %, medido a $\frac{3}{4}$ del ancho del recinto (Tabla 410.2.2 c.). BS EN 17037:2018 recomienda FLD ≥ 1 %. Buena práctica: ventana propia al exterior.
Baños	Sin valor mínimo en norma colombiana. Buena práctica: abertura de ventilación directa al exterior o extractor mecánico.
Espacios productivos cubiertos	CLD ≥ 2 % tareas medianas, 5% tareas finas (RETILAP Tabla 410.2.2a, locales de trabajo) o iluminación artificial equivalente.
Regla práctica: relación ventana-piso	El área de ventana debe equivaler al 15-20 % del área del piso. Regla de buena práctica empírica de diseño.
Lucernario cenital	Un lucernario cenital aporta hasta 3 veces más luz que una ventana lateral de igual área. Muy útil en cocinas sin fachada exterior o en viviendas de fondo de lote. En climas cálidos debe protegerse o ventilarse para evitar la ganancia térmica.

5.4 VIENTOS

La rosa de vientos se utiliza para encontrar la dirección de los vientos aprovechables para ventilación o para evitarlos. Los vientos dominantes determinan la orientación de los vanos de ventilación. En Colombia, los vientos varían significativamente según la región y la época del año.

Figura 6. Rosa de vientos. Clima cálido húmedo. Quibdó.



Fuente: IDEAM.

Análisis de vientos	Método y referencia
En climas cálidos	En climas cálidos, los vanos principales de ventilación deben ser perpendiculares a esa dirección. En climas fríos, protegerse de esa dirección.
En climas templados	En el Eje Cafetero y los valles andinos hay una brisa predecible: sube por la tarde (brisa de valle) y baja en la madrugada (brisa de ladera). Orientar los vanos perpendiculares a estas brisas.
Corta-vientos en clima frío	Una hilera de árboles perpendicular al viento frío dominante (generalmente del norte en los altiplanos) puede reducir las pérdidas de calor de la vivienda hasta un 40 %. (Criterio 9 EECA-CEELA)

5.5 VENTILACIÓN NATURAL

La ventilación natural cruzada es la estrategia pasiva prioritaria en todos los climas cálidos colombianos. Los valores de ren/h que se presentan a continuación son referencias técnicas de

ASHRAE 62.2-2022, no exigencias directas de la Res. 0194/2025.

Zona climática	Ventilación recomendada	Estrategia	Fuente técnica
Cálido seco y húmedo	≥ 8 ren/h	Vanos en fachadas opuestas, área ≥ 20 % del piso. Celosías fijas 30-45°.	ASHRAE 62.2-2022 · C6 EECA
Templado	≥ 4 ren/h	Regulable por temporada. Celosías móviles o ventanas de batiente.	ASHRAE 62.2-2022 · C6 EECA · NTC 5316

Zona climática	Ventilación recomendada	Estrategia	Fuente técnica
Frío	$\geq 2 \text{ ren/h} + \text{HRV} \geq 70 \%$	HRV recupera calor. Sellado de juntas obligatorio. Sin pérdida de temperatura.	ASHRAE 62.2-2022 · C6 · C11 EECA
Cocina (todos los climas)	$\geq 10\text{-}15 \text{ ren/h}$	Extractor mecánico si hay fogón de leña. FLD $\geq 2 \%$ (RETILAP).	ASHRAE 62.2-2022 · OPS/OMS 2021 · C6 EECA

ren/h= renovación del aire por hora

5.6 LECTURA DEL AGUA EN EL PREDIO

Colombia posee una de las mayores riquezas hídricas del mundo, y el diseño debe aprovecharla. Esta lectura consiste en identificar en el terreno las pendientes, la escorrentía, las zonas de encharcamiento, el nivel freático y las fuentes de agua disponibles, insumos que definen la implantación del proyecto y su manejo hídrico.

Agua lluvia (verificación *in situ*)

Medir el área de cubierta disponible y consultar la precipitación anual del municipio (IDEAM). El volumen anual captable se estima así:

$$\text{Volumen anual captable (m}^3\text{/año)} = \text{área de cubierta (m}^2\text{)} \times \text{precipitación anual (mm/año)} \times 0,85 \div 1.000$$

El coeficiente 0,85 descuenta las pérdidas por evaporación, salpicaduras y descarte de las primeras aguas.

CAPÍTULO 6.

Recursos locales, cultura constructiva e identidad

6.1 INVENTARIO DE RECURSOS LOCALES

Materiales disponibles en un radio menor a 150 km (tierra apta, guadua, madera regional, piedra, fibras), mano de obra y oficios tradicionales presentes en el territorio. La proveeduría local reduce costos y huella de transporte y fortalece la economía rural.

Recurso	Qué buscar en el predio	Distancia máxima recomendada
Tierra para tapia pisada y bloque de tierra.	La tierra como material de construcción es una mezcla de arcillas, limos, arenas (finas, medias y gruesas) y gravillas.	< 5 km La composición de la tierra y sus características dependen del lugar de donde se extrae.
Tierra y fibras como tamo para adobe y bahareque.		
Guadua angustifolia	Guadua propio o cercano. Edad óptima: de 4 o 5 años cuando adquiere la mayor resistencia y menor nivel de azúcar y almidón. (NTC 5300 /5301 /5407 /5525). Verificar con propietario del guadua.	< 100 km (regional)
Madera de plantación	Pino, eucalipto o especies nativas con certificado FSC o CARDER. Aserradero regional.	< 150 km
Ladrillo artesanal	Ladrillera local con certificado NTC 4205-1 ($f'm \geq 8,0$ MPa). Exigir ensayo de laboratorio acreditado.	< 50 km (regional)
Biomasa para biogás	Número de cabezas de ganado en el predio. Dos vacas = suficiente para cocinar 2-3 h/día.	In situ
Lana de oveja (aislante)	Disponible en Boyacá y Nariño. $\lambda = 0,035$ W/mK.	< 20 km
Palma (cubierta)	Palma de iraca, amarga, naidí o real según la región. Identificar disponibilidad con la comunidad. Verificar que sea cosecha sostenible.	< 30 km

6.2 CULTURA CONSTRUCTIVA VERNÁCULA

Reconocimiento de las técnicas heredadas del territorio (bahareque, tapia pisada, adobe, madera, guadua), las tipologías tradicionales y los saberes ancestrales. El Decreto 1341/2025 y la Sentencia T-622/2016 respaldan su uso con métodos alternos de diseño estructural.

Región/Cultura	Técnica constructiva identitaria	Ventaja bioclimática	Respaldo normativo
Caribe seco (Guajira, Magdalena, Bolívar, Córdoba)	Bahareque de vara y tierra (mezcla llamada barro: arcillas, limos, arenas finas a gruesas y gravillas) y fibras como tamo, cubierta de palma amarga, celosías, corredor de hamacas.	Alta masa térmica. Baja huella de carbono. Materiales 100 % locales.	NSR-10 Tít. E.7 / Tít. G
Caribe húmedo (La Mojana, riberas ríos)	Bahareque (madera-cañas, tierra-fibras), estructura de madera, cubiertas vegetales. Levantado del piso sobre horcones de madera.	Baja conductividad térmica. Baja huella de carbono. Materiales locales. Adaptado a inundación.	
Pacífico (Chocó) Nariño (costa)	Palafito de guadua o madera sobre pilotes, cubierta de palma naidí o werregue, corredor perimetral.	Adaptado a inundación y humedad permanente. Totalmente renovable.	NSR-10 Tít. G.12
Putumayo y Amazonía	Bahareque (madera-cañas, tierra-fibras), estructura de madera, cubiertas vegetales.	Baja conductividad térmica. Baja huella de carbono. Materiales locales.	
Eje Cafetero (PCC)	Bahareque con guadua, madera y embutido de tierra y fibras, teja artesanal a dos aguas, corredor con pilar de madera torneada y macana.	Patrimonio UNESCO 2011 Sismorresistente. Alta ductilidad. Bajo CO ₂ .	NSR-10 Tít. E.7.5
Altiplano Cundiboyacense	Adobe y tapia pisada, cubierta de teja artesanal, piedra en cimientos, corredor cerrado.	Alta masa térmica. Calor sin calefacción activa. Materiales 100 % local.	AIS 610-EP-17 (NSR-10, 2019)
Nariño (altiplano nariñense)	Adobe, bahareque, teja artesanal, corredor semicerrado, integración con paisaje andino.	Lana de oveja como aislante disponible en finca. Identidad andina.	AIS 610-EP-17 / NSR-10 Tít. G
Santander y Norte de Santander	Tapia pisada, ladrillo artesanal, madera local, cubierta de teja, corredor en nivel superior en ladera.	Masa térmica alta. Adaptado a laderas empinadas. Materiales regionales.	NSR-10 Tít. D / Tít. E
Llanos Orientales (Meta, Casanare, Vichada)	Madera y palma real, cubierta a cuatro aguas, galería perimetral elevada, estructura liviana.	Adaptado a clima cálido húmedo con vientos. Ventilación perimetral total.	NSR-10 Tít. G

6.3 IDENTIDAD CULTURAL Y ADECUACIÓN

La adecuación cultural —reconocida como parte del derecho a la vivienda digna (Sentencia T-333/22, Dec.1341/25)— implica respetar e integrar las técnicas, formas y procesos de la comunidad, especialmente en territorios de comunidades indígenas, negras, afrocolombianas, raizales, palenqueras y del Pueblo Rom.

El Decreto 1341/2025 (Art. 2.2.2.4.2) define el hábitat y la vivienda diferencial como aquellos que presentan características particulares asociadas a la cultura, el territorio y las prácticas de vida de una

comunidad. Su identificación conlleva el reconocimiento de parámetros especiales sobre la forma en que el Estado debe intervenir para garantizar vivienda digna. El Convenio 169 de la OIT (Ley 21 de 1991) exige consulta previa, libre e informada antes de cualquier intervención en territorio de comunidades indígenas o afrocolombianas. Su incumplimiento anula jurídicamente el proyecto. Este decreto complementa el CONPES 4080/2022 y la Ley 21 de 1991 como base normativa del enfoque diferencial en esta guía.



Figura 7. Vivienda con pertenencia étnica. Casa rural en Betulia, Córdoba. Foto I. Pérez.

Criterio	Cómo aplicarlo
Identificar pertenencia étnica	Verificar si la familia pertenece a un resguardo indígena, consejo comunitario afrocolombiano, comunidad raizal o palenquera. (https://www.mininterior.gov.co/).
Realizar la consulta previa	Iniciarla antes del diseño. Incluye: información, concertación y acuerdo documentado. No puede reemplazarse por una socialización posterior.
Respetar el concepto propio de habitabilidad	El modelo de vivienda unifamiliar individual puede ser culturalmente inapropiado para alguna comunidad perteneciente a un grupo étnico (indígena, población negra y afrocolombiana, raizal y Rom).
Documentar el proceso	Requisito del CONPES 4080 para el desembolso del subsidio.

6.4 MATERIALES LOCALES Y CICLO DE VIDA

Se deben priorizar materiales con bajo carbono incorporado (energía embebida), que no generen residuos tóxicos durante su fabricación, uso o demolición, y que sean reciclables o reutilizables. El CONPES 4080/2022 añade el criterio de proxi-

midad geográfica: materiales de producción local o regional (radio ≤ 50 -150 km según el material). (Fuente: Guía EECA-CEELA, COSUDE, 2022; CONPES 4080/2022, DNP Colombia.)

Material	Energía embebida (MJ/kg)	Huella CO ₂ (kgCO ₂ /t)	Vida útil estimada	Radio de producción típico
BTC bloque de tierra estabilizado	0,5 a 1,0	20 a 50	70 años (mantenido)	Local < 5 km
Adobe	0,3 a 0,45	Menor de 20	Más de 100 años (mantenido)	Local < 5 km
Tapia pisada	0,4 a 0,7	20 a 30	Más de 100 años (mantenido)	Local < 5 km

Material	Energía embebida (MJ/kg)	Huella CO ₂ (kgCO ₂ /t)	Vida útil estimada	Radio de producción típico
Bahareque	0,4	20 a 30	Más de 100 años (mantenido)	Local < 5 km
Ladrillo artesanal cocido	2,5 a 4,0	180 a 250	80 a 150 años	Regional < 50 km
Guadua angustifolia tratada	0,5 a 1,5	-60 a -120 (captura neta)	20 a 30 años (tratada)	Regional < 100 km
Madera de plantación certificada	1,0 a 3,0	-30 a -60 (captura neta)	40 a 60 años (protegida)	Regional < 150 km
Bloque de concreto	2,0 a 3,5	100 a 150	50 a 70 años	Regional/Nacional
Acero estructural	20 a 25	1.600 a 2.000	50 a 100 años (protegido)	Nacional/Internacional
Cemento Portland OPC	5,5 a 7,0	750 a 900	N/A (es un aglomerante)	Nacional/Internacional

CAPÍTULO 7.

Patrones de uso del espacio y enfoque de género



Figura 8. Casa de la Finca Peñones. Murillo (Tolima), 2250 msnm. Foto SMG.

La vivienda rural es una unidad productiva, no solo residencial (PNVISR). El diseño parte de cómo se usa realmente el espacio.

- **Mapeo de actividades:** descanso, cocina, alimentación, trabajo productivo (cultivo, cría, transformación), almacenamiento y aseo.
- **Espacios de transición:** corredores, aleros habitables y patios productivos, con su papel climático y social.

- **Enfoque de género en el espacio:** diseño de cocina (humo, esfuerzo, tiempo), lavandería y puntos de agua, reconociendo la carga desigual del trabajo doméstico (datos ENUT-DANE).
- **Progresividad:** la vivienda puede crecer por etapas respetando el orden de uso de los espacios.

7.1 MAPEO DE ACTIVIDADES

Esta guía está orientada a la vivienda rural aislada: la unidad habitacional localizada en un predio donde la construcción es solo una parte del conjunto. El resto son espacios exteriores —productivos, de descanso, de tránsito, de vida comunitaria— que conforman con la casa un todo indisoluble. Entender la vivienda rural solo como el volumen construido es el primer error del diseño convencional.

Dependiendo del clima, los espacios exteriores son a veces más habitables que el interior de la vivienda. En climas cálidos, estar bajo la sombra de

un árbol frondoso genera un confort higrotérmico superior al del interior de la casa: la temperatura de bulbo húmedo bajo un árbol de copa densa puede ser 4-6 °C menor que al sol directo, y la velocidad de aire es sensiblemente mayor. En climas fríos, el efecto inverso es igualmente real: un espacio exterior soleado y protegido del viento puede alcanzar una temperatura operativa de confort sin ningún sistema activo.

Esta condición tiene consecuencias directas para el diseño: los espacios exteriores cubiertos

—quioscos, zonas de trabajo, corredores de servicio, cobertizos— no están obligatoriamente sometidos a las mismas normas constructivas que la vivienda habitable. Una cubierta de palma, con madera, guadua, yotojoro o de materiales livianos sobre una estructura temporal puede ser técnicamente adecuada para esos espacios y culturalmente pertinente, siempre que no sea parte del sistema estructural de la edificación principal (NSR-10 Tít. A.1.2.1).

Principio de diseño

Los espacios exteriores no son el sobrante del lote después de ubicar la casa. Son parte del programa de necesidades de la familia rural. Su diseño determina el confort, la productividad y la habitabilidad del conjunto con la misma importancia que los espacios interiores. El diseño de los espacios exteriores establece la integración del paisajismo, las sombras y la vegetación como estrategia pasiva de primer orden.

7.2 ESPACIOS DIFERENCIADOS

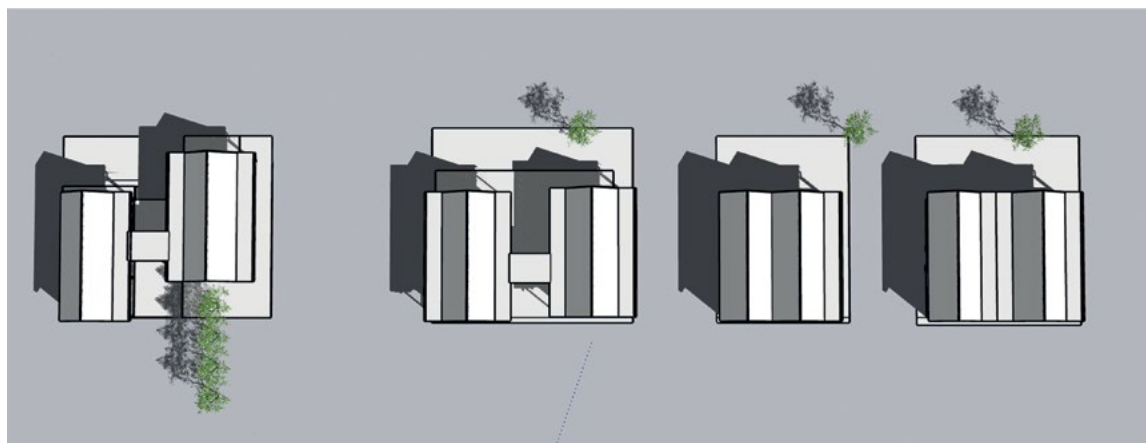


Figura 9. Vivienda de dos cuerpos. Sistema de vivienda rural. Arq. SMG.

La mayoría de las viviendas rurales que se producen actualmente con subsidio público son de un solo volumen: un prisma rectangular con todos los espacios interiores bajo una sola cubierta. Esta tipología resuelve eficientemente los metros cuadrados construidos y simplifica la estructura, pero tiene una consecuencia bioclimática importante: los espacios exteriores adyacentes quedan sin definición funcional ni tratamiento climático, y se convierten en espacios calientes o fríos según la orientación, sin que nadie haya pensado en su uso.

La alternativa

Cuando la vivienda se compone de volúmenes diferenciados —un volumen de dormir separado del volumen de cocina y sala, por ejemplo— los espacios entre ellos se convierten en espacios útiles. En clima cálido, un pasaje estrecho entre dos volúmenes genera sombra permanente y acelera la velocidad del viento por efecto Venturi. En clima frío, un espacio amplio entre dos volúmenes orientado al sur capta radiación solar y actúa como invernadero pasivo.

7.3 ENFOQUE DE GÉNERO

El 78 % del trabajo del hogar en la ruralidad colombiana lo realizan las mujeres (DANE 2022). Sin embargo, la mayoría de las viviendas rurales son diseñadas —implícitamente— pensando en un habitante masculino que sale a trabajar fuera. Los espacios que más usan las mujeres, los niños y los adultos mayores —la cocina, la lavandería, el corredor de trabajo— son con frecuencia los peor resueltos.

El diseño integrado requiere trabajo colaborativo desde la fase inicial con todos los usuarios. En vivienda rural esto significa que las mujeres son co-diseñadoras, no beneficiarias pasivas. El CONPES 4080/2022 lo convierte en condición de

elegibilidad del subsidio: un proyecto sin diagnóstico participativo con enfoque de género no puede acceder al financiamiento público.

Una vivienda bien construida desde el punto de vista técnico puede seguir siendo un espacio injusto si fue diseñada sin tener en cuenta las necesidades diferenciadas de quienes la van a habitar. En la ruralidad colombiana la mayoría de las casas se planean pensando en un habitante masculino que permanece gran parte de su tiempo fuera de la vivienda. Eso ignora que las mujeres, los niños, los adultos mayores y las personas con discapacidad pasan más horas en la vivienda y tienen necesidades específicas que el diseño estándar no resuelve.

7.4 EL CORREDOR CUBIERTO



Figura 10. Casa Taylor. San Andrés, Isla. Foto CES.

El corredor cubierto es probablemente el elemento arquitectónico más importante de la vivienda rural colombiana. No es un lujo ni una decoración: es un espacio de trabajo, descanso, socialización y producción que funciona como zona de transición climática entre el interior protegido y el exterior productivo. Es uno de los atributos del Paisaje Cultural Cafetero (PCC).

El corredor es también el espacio de trabajo de las mujeres rurales: allí se realizan labores de tejido, costura, procesamiento de alimentos, cuidado de niños y vida comunitaria. Diseñarlo con ancho suficiente ($\geq 1,20$ m libre), piso antideslizante y cubierta continua no es una preferencia estética: es un criterio de habitabilidad equitativa.

Zona climática	Características del corredor cubierto	Criterios de género e inclusión
Cálido Seco Caribe	Corredor abierto y muy ventilado. Celosías y hamacas. Piso de ladrillo que refresca en la noche. El corredor es el espacio donde se vive de día. Ancho mínimo: 1,50 m.	Piso liso y nivelado para movilidad de adultos mayores y niños. Espacio de trabajo artesanal con sombra permanente. Circulación libre $\geq 1,20$ m (NTC 6047/ 4140/ 4143/ Dec.1538/2005).
Cálido Húmedo Pacífico	Corredor perimetral amplio (1,50-2,00 m) elevado con el palafito. Totalmente abierto, alero $\geq 1,20$ m. Espacio de pesca, artesanías y reunión.	Rampa de acceso al palafito con pendiente ≤ 8 % para movilidad reducida. Banca corrida a 45 cm de altura. Visibilidad desde el corredor al área de juego de niños.
Templado Eje Cafetero	Corredor patrimonial del PCC. Pilares de madera torneada y pintada, banca corrida, teja artesanal. 1,20-1,80 m. Regula la temperatura de la fachada.	Banca corrida a altura accesible (45 cm). Iluminación natural propia (FLD ≥ 1 %). Espacio de trabajo con mesa fija integrada al corredor para labores artesanales y productivas.
Frío Boyacá/Nariño	Corredor más cerrado o semicerrado con ventanas de madera. Protege del viento frío. Almacenamiento de leña y herramientas. Espacio de trabajo artesanal. 1,00-1,50 m.	Piso sin desniveles entre corredor e interior. Baranda de apoyo en el borde exterior ($h = 90$ cm). Ventana propia con cierre para regular temperatura sin sacrificar la visibilidad al exterior.

7.5 LA COCINA COMO CENTRO FAMILIAR



Figura 11. La cocina, un espacio funcional y atractivo para quien realiza las labores del hogar. Sistema de vivienda rural. Arq. SMG.

En la mayoría de las culturas rurales colombianas, la cocina es mucho más que un espacio para preparar alimentos. Es el núcleo de la vida social y el espacio donde se transmite el conocimiento cultural de generación en generación. Su diseño no puede tratarse como un espacio residual.

El 44 % de los hogares rurales cocina con leña en fogones abiertos, generando niveles de PM_{2.5} hasta 10 veces superiores al límite OMS. La cocina mal diseñada no es un inconveniente estético: es una causa verificada de enfermedad crónica. La iluminación natural y la ventilación son obligaciones de habitabilidad, no opciones de confort.

Requisito	Especificación técnica	Por qué importa para las mujeres rurales
Ventilación directa al exterior	≥ 10 ren/h. Vano propio. No comparte con dormitorios.	Las mujeres pasan 4-6 h/día en la cocina. Sin ventilación, PM2.5 supera 10x el límite OMS.
Iluminación natural propia	CLD ≥ 2 % (RETILAP Tabla 410.2.2c). Ventana o lucernario.	Reduce la fatiga visual en trabajo de precisión y artesanías.
Estufa mejorada o a gas	Tipo Justa, Rocket o biogás. Reduce humo 80-95 %.	Elimina la principal causa de enfermedades respiratorias crónicas en mujeres rurales.
Mesón a altura adecuada	85-92 cm. Superficie mínima 1,20 m de largo.	Evita la postura forzada durante horas. Adaptado a la talla media de la mujer rural.
Conexión al patio y la huerta	Acceso directo sin cruzar dormitorios. Distancia ≤ 5 m.	Permite cocinar y cuidar niños simultáneamente. Reduce la carga cognitiva.
Vista al área de cuidado de niños	Línea de visión directa desde el mesón al área de juego.	Seguridad de los niños mientras se trabaja en la cocina.

7.6 LA ZONA DE LAVANDERÍA



Figura 12. Zona de lavandería, cerca de la cocina. Sistema de vivienda rural. Arq. SMG.

La zona de lavandería rural, históricamente reducida a un rincón improvisado y apartado, es vital para la rutina diaria. Su diseño es frecuentemente

descuidado, pero merece atención arquitectónica para mejorar el bienestar familiar.

Requisito	Especificación
Cubierta mínima	Área cubierta $\geq 4 \text{ m}^2$. Protege del sol y la lluvia. Cubierta translúcida permite luz natural.
Altura del lavadero	85-90 cm para trabajar de pie. La postura forzada durante horas genera lesiones musculoesqueléticas crónicas.
Piso impermeable antideslizante	Pendiente hacia desagüe $\geq 2 \%$. Conectado a bio-jardinera o campo de infiltración.
Agua caliente	Conexión al calentador solar. Reduce tiempo de lavado y esfuerzo físico.
Ubicación funcional	Contigua a la cocina y con acceso directo al patio. No al frente de la vivienda.

7.7 ACCESIBILIDAD UNIVERSAL

En la ruralidad colombiana, el 8,9 % de la población tiene algún tipo de discapacidad (DANE 2018). Los adultos mayores representan el 16 % de la población rural y tienen dificultades de movilidad crecientes. Una vivienda accesible no es solo para

personas en silla de ruedas: es para cualquier persona que en algún momento de su vida —por enfermedad, embarazo, vejez o accidente— necesite más espacio y menos obstáculos para moverse.

Elemento	Medida mínima aceptable	Referencia
Pasillos y circulaciones	90 cm de paso libre mínimo	NTC 6047/ 4140/ 4143 Dec.1538/2005
Puertas	80 cm de luz libre (hoja $\geq 90 \text{ cm}$)	NTC 6047/ 4140/ 4143 Dec.1538/2005
Corredor exterior	120 cm de ancho libre mínimo	NTC 6047/ 4140/ 4143 Dec.1538/2005
Baño accesible	$\geq 1,50 \times 1,80 \text{ m}$ interior libre (giro silla de ruedas)	NTC 6047/ 4140/ 4143 Dec.1538/2005
Nivel del piso	Sin escalones entre cocina, sala, comedor y corredor	Buena práctica de accesibilidad
Barras de apoyo en baño	Al menos una barra lateral al inodoro ($\varnothing 38 \text{ mm}$, fijación $\geq 100 \text{ kg}$)	NTC 6047/ 4140/ 4143 Dec.1538/2005
Rampas de acceso	Pendiente $\leq 8 \%$ si la vivienda tiene desnivel de entrada	NTC 6047/ 4140/ 4143 Dec.1538/2005

7.8 EL PROCESO PARTICIPATIVO

El mejor experto en cómo debe funcionar una vivienda rural es quien la va a habitar. El ejercicio participativo no es una formalidad: es la herramienta más eficaz para garantizar que la vivienda resuelva los problemas reales de la familia y no los supuestos del arquitecto o del promotor del proyecto. El diseño final es labor del arquitecto que valora los aportes de las exigencias aspiracionales y/o reales de los usuarios. El resultado final es su responsabilidad, no la del beneficiario. El constructor debe respetar estas decisiones y adaptar su propuesta constructiva, lo mismo que a los estándares y normas.

Principio fundamental

Incluya a todas las personas del hogar en el diseño desde el primer día:
una buena vivienda rural debe funcionar bien para hombres, mujeres, niños, adultos mayores y personas con discapacidad.

7.9 PARTICIPACIÓN COMUNITARIA Y AUTOCONSTRUCCIÓN ASISTIDA

La autoconstrucción asistida combina la mano de obra de la propia familia y la comunidad con la supervisión técnica de un profesional habilitado. El CONPES 4080/2022 y el programa Casa Digna Vida Digna del MVCT financian esta modalidad. Las viviendas por autoconstrucción asistida con

materiales locales tienen un 40-60 % menos de costo directo que las construidas enteramente por contratistas, con calidad equivalente o superior cuando hay supervisión técnica (MVCT, evaluación programa 2020-2022)

Estrategia comunitaria	Descripción y beneficio
Minga de construcción	Trabajo comunitario colectivo. Reduce el costo de mano de obra hasta un 40 %. (Modalidad documentada en el CONPES 4080.)
Maestros locales certificados	Transferencia técnica que permanece en la comunidad. (El SENA ofrece certificaciones en bahareque, guadua y adobe en 14 departamentos.)
Escuelas de construcción local	Capacitación en técnicas regionales certificada por el SENA o universidades regionales. Genera empleo local y preserva el conocimiento constructivo.
Comités de vivienda comunitarios	Toma de decisiones colectiva. Garantiza que la vivienda responda a las necesidades reales de la familia, no solo al estándar técnico.

PARTE III.

Estrategias por clima

Cada capítulo de clima responde a los cuatro ámbitos (energía, agua, materiales, confort) y remite al sistema constructivo de referencia de la Parte IV.

Síntesis de los cuatro climas: principio bioclimático, estrategia dominante, rango de confort operativo, sistema de referencia, lista de verificación.

CAPÍTULO 8.

Clima cálido seco

Valles del Magdalena, Patía, Chicamocha, Tatacoa y Caribe interior; baja humedad y alta oscilación térmica.



Figura 13. Vivienda para la comunidad wayuu en la Guajira. Sistema de vivienda rural. Arq. SMG.

El clima cálido seco se localiza por debajo de los 1.000 m.s.n.m. en los valles interandinos (Magdalena, Patía, Chicamocha, desierto de la Tatacoa) y el Caribe interior, con baja humedad relativa (30-55 %), temperaturas altas (26-35 °C) y una marcada oscilación térmica entre el día y la noche (10-15 °C). Esa oscilación es la oportunidad de diseño: permite enfriar la vivienda de noche y conservar el frescor de día mediante masa térmica.

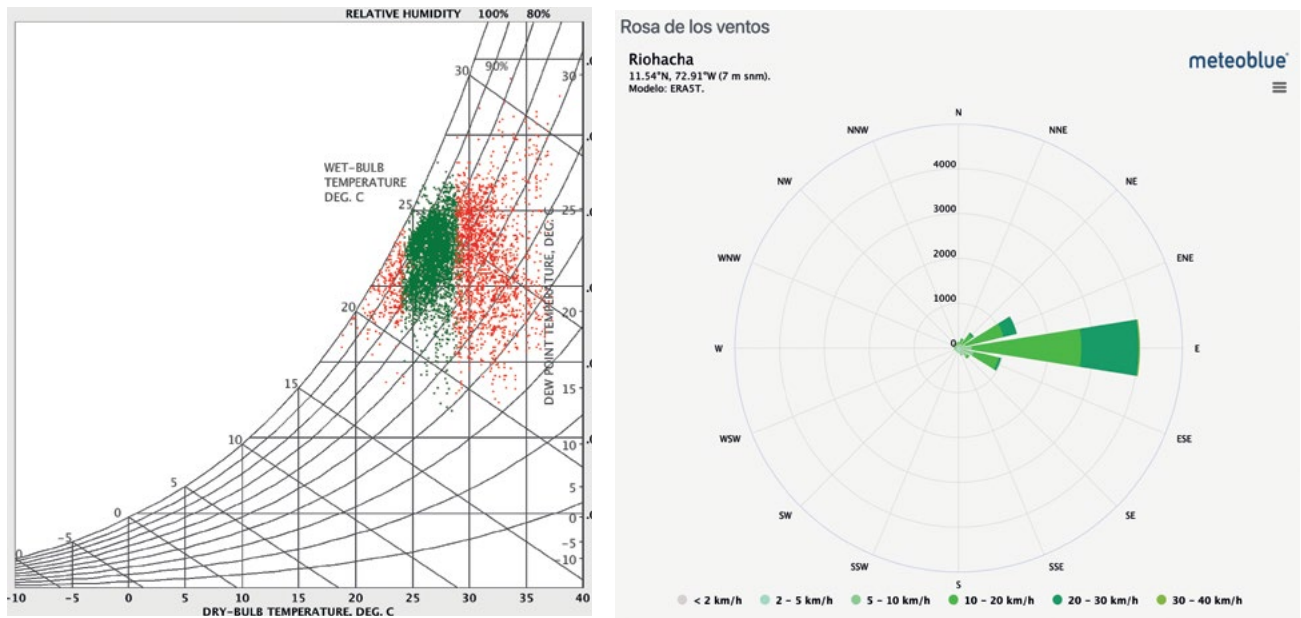
8.1 PRINCIPIO BIOCLIMÁTICO

Aprovechar el enfriamiento nocturno mediante masa térmica pesada y proteger la envolvente de la radiación directa. La amenaza principal es el sol; el aire seco facilita además el enfriamiento evaporativo pasivo.

8.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA

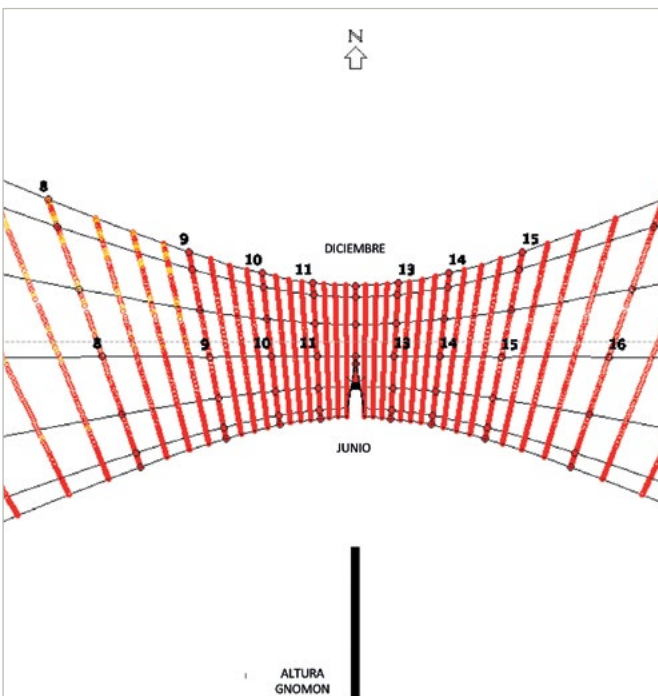
- **Estrategias pasivas:** [EE-P1] [EE-P2] [EE-P3] masa térmica pesada (muros ≥ 25 cm) que retrasa la entrada de calor; ventilación nocturna para descargar el calor acumulado; protección solar profunda. En la latitud ecuatorial, la prioridad de protección recae en la cubierta y en las fachadas oriente y occidente—las que reciben el sol bajo y penetrante—, mientras los vanos principales se ubican preferentemente al norte y al sur con aleros amplios.
- **Estrategias activas:** [EE-A2] solar fotovoltaica (alta disponibilidad de recurso solar); enfriamiento evaporativo pasivo aprovechando el aire seco.

Figura 14. Diagrama de Givoni y Rosa de vientos para Clima Cálido seco.



Riohacha. Altitud 7 msnm. Climate Consultant 6 y meteoblue.com

Figura 15. Diagrama de sombras para Riohacha.



Latitud/Longitud: 11.526° Norte, 72.926° Oeste.

8.3 EFICIENCIA HÍDRICA

- **Almacenamiento:** [EH-2] la lluvia se concentra en pocas temporadas, por lo que el almacenamiento debe ampliarse (aljibe de mayor volumen) para cubrir las épocas secas; la captación es estratégica donde el agua es escasa.
- **Reúso:** [EH-1] [EH-3] el reúso de aguas grises es especialmente pertinente por la escasez estacional; aparatos de bajo consumo obligados.

8.4 MATERIALES SOSTENIBLES

- **Recomendados:** [MS-1] [MS-2] tapia pisada y adobe (en amenza sísmica baja) y bahareque tradicional por su excelente inercia térmica; ladrillo macizo. Tierra y fibras locales con mano de obra comunitaria.
- **A evitar:** [MS-3] envolventes livianas sin inercia (calientan rápido y no enfrían de noche); cubiertas metálicas sin cámara ni aislamiento.

8.5 CONFORT AMBIENTAL SIN SISTEMAS MECÁNICOS

El estándar de confort operativo es de 23-29 °C, alcanzable con masa térmica alta, enfriamiento nocturno y aleros profundos (estándar CA-1). Dado que el sol es cenital, los aleros y la cubierta ventilada protegen más que cualquier orientación de fachada; se busca minimizar la superficie expuesta al oriente y al poniente.

8.6 SISTEMA CONSTRUCTIVO DE REFERENCIA

Tapia pisada o bahareque tradicional por su masa térmica; alternativa en mampostería confinada de ladrillo macizo. Cubierta de teja clara y reflectiva con cámara de aire ventilada de al menos 20 cm.

8.7 CLIMA CÁLIDO SECO. LISTA DE VERIFICACIÓN

- ☐ La fachada larga está orientada al norte o al sur.
- ☐ Los aleros tienen al menos 0,80 m en las fachadas este y oeste.
- ☐ La cubierta tiene reflectancia $\geq 0,65$ y cámara de aire ≥ 20 cm ventilada.
- ☐ Valor U del muro es $\leq 0,90$ W/m²K. Verificado con cálculo o tabla de materiales.
- ☐ Valor U de cubierta es $\leq 0,70$ W/m²K. Verificado.
- ☐ La ventilación cruzada es posible: vanos en fachadas norte y sur, área ≥ 20 % del piso.
- ☐ La cisterna de agua lluvia está dimensionada (≥ 10.000 L en zonas con sequías > 4 meses).
- ☐ El sistema solar FV (≥ 300 Wp) o calentador solar está instalado.
- ☐ La cocina tiene estufa mejorada o a gas y ventilación directa al exterior.
- ☐ Un profesional con matrícula habilitada supervisó la construcción (NSR-10 Tft. I).

CAPÍTULO 9.

Clima cálido húmedo

Litorales y llanuras húmedas; alta humedad y temperatura constantes



9.1 PRINCIPIO BIOCLIMÁTICO

Ventilación cruzada permanente y protección de la lluvia; disipar la humedad del aire y del terreno. A diferencia del cálido seco, aquí la masa térmica es contraproducente: la envolvente debe ser ligera, ventilada y elevada del suelo.

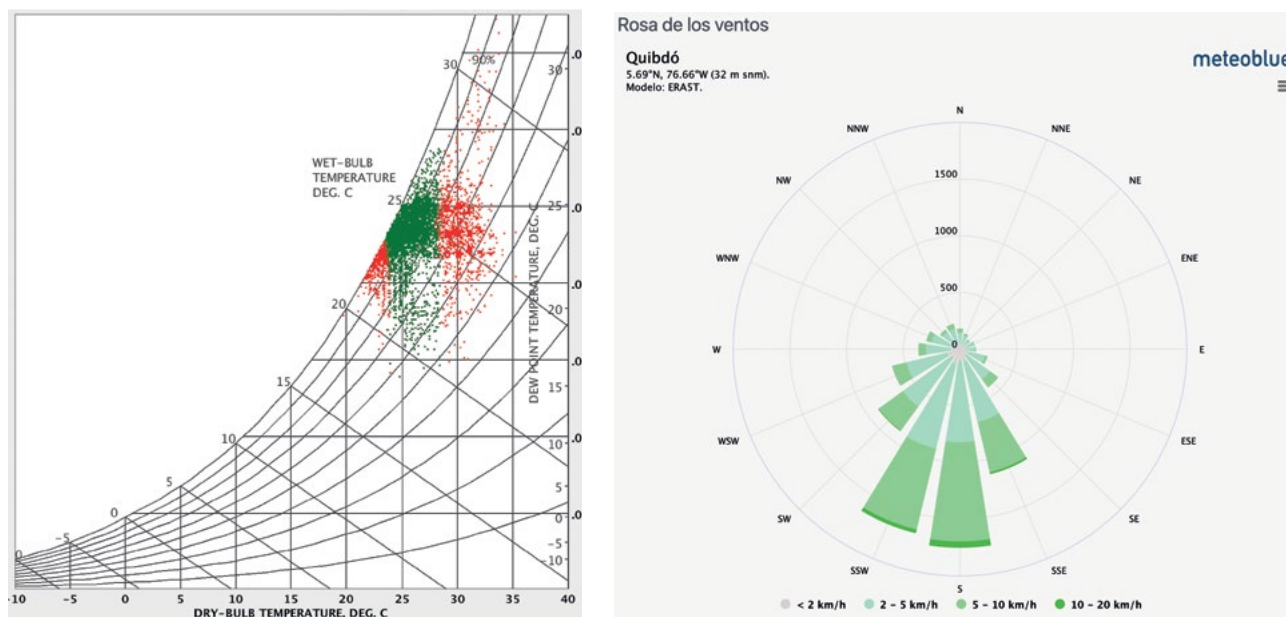
9.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA

- **Estrategias pasivas:** [EE-P3] [EE-P2] ventilación cruzada permanente mediante vanos amplios y opuestos, protegidos de la lluvia; cubierta ventilada y de gran alero; calados y celosías; vivienda elevada sobre el suelo húmedo. En la latitud ecuatorial la cubierta es la superficie crítica: debe sombrear y ventilar antes que aislar.
- **Estrategias activas:** [EE-A2] solar fotovoltaica; ventiladores de techo de bajo consumo que extienden el rango de confort con muy poca energía.

Figura 16. Vivienda para clima cálido húmedo en el Chocó. Sistema de vivienda rural. Arq. SMG.

El clima cálido húmedo cubre la mayor parte del territorio (litorales del Pacífico y Caribe húmedo, Orinoquia y Amazonia), por debajo de los 1.000 m.s.n.m., con humedad relativa muy alta (75-95 %), temperaturas constantes (24-32 °C) y lluvias abundantes (> 2.000 mm/año). No hay oscilación térmica que aprovechar: el confort depende casi por completo del movimiento del aire y de la protección frente a la lluvia y la humedad del suelo.

Figura 17. Diagrama de Givoni y Rosa de vientos para Clima Húmedo.



Quibdó. Altitud 62 msnm

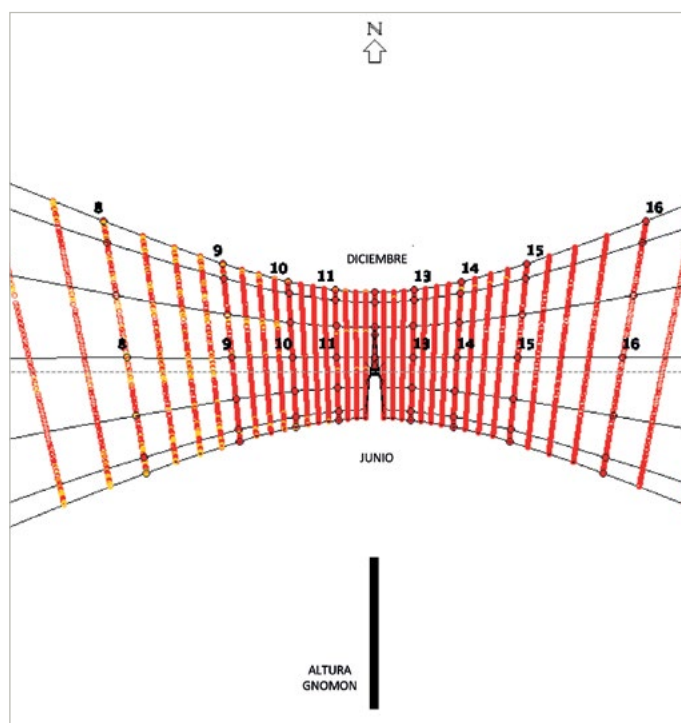
9.3 EFICIENCIA HÍDRICA

- **Captación:** [EH-2] la oferta pluvial es abundante; la captación es sencilla y de alto rendimiento. El reto es el exceso de agua, no su escasez.
- **Saneamiento:** [EH-4] el nivel freático alto obliga a sistemas de saneamiento elevados o a humedales artificiales; debe evitarse la contaminación de fuentes superficiales y el encharcamiento bajo la vivienda.

9.4 MATERIALES SOSTENIBLES

- **Recomendados:** [MS-1] [MS-2] guadua y madera local elevada (palafito), de excelente comportamiento en este clima; entramado liviano de acero donde se requiera una alternativa sin riesgo de pudrición ni termitas. Cubierta vegetal (palma) donde la cultura local y el mantenimiento lo permitan.
- **A evitar:** [MS-3] materiales que retengan humedad sin ventilación (riesgo de pudrición y hongos); muros masivos de tierra a ras de suelo; cubiertas metálicas sin aislamiento acústico frente a la lluvia intensa.

Figura 18. Diagrama de sombras para Quibdó.



Latitud/Longitud: 5.691° Norte, 76.641° Oeste

9.5 CONFORT AMBIENTAL SIN SISTEMAS MECÁNICOS

El estándar de confort operativo es de 24-30 °C en presencia de brisa (estándar CA-1); el movimiento del aire es el factor determinante, más que la temperatura. La sombra de la cubierta, la elevación sobre el suelo y la ventilación cruzada permanente son las tres claves; la calidad del aire interior exige extracción del humo de cocina y ventilación del baño.

9.6 SISTEMA CONSTRUCTIVO DE REFERENCIA

Madera: poste y viga, guadua angustifolia en palafito (NSR-10 Título G); alternativa el entramado ligero de acero (LSF) o de madera (LWF). Cubierta liviana ventilada de gran pendiente y alero amplio, con manto que no amplifique el ruido de la lluvia.

9.7 CLIMA CÁLIDO HÚMEDO. LISTA DE VERIFICACIÓN

- ☐ La vivienda está elevada ≥ 60 cm sobre el nivel máximo de inundación histórico.
- ☐ Los vanos de ventilación cubren ≥ 20 % del área del piso en fachadas opuestas.
- ☐ Se usó sistema constructivo liviano: guadua, madera o Steel Framing. Sin mampostería maciza.
- ☐ Los aleros tienen $\geq 1,20$ m en todas las fachadas.
- ☐ La cubierta tiene pendiente ≥ 40 % con canal de captación de agua lluvia.
- ☐ La guadua y la madera fueron tratadas con sales de boro antes de instalar. Hay registro del tratamiento.
- ☐ Valor U del muro $\leq 0,90$ W/m²K y U cubierta $\leq 0,70$ W/m²K. Verificados.
- ☐ Un profesional con matrícula habilitada supervisó la construcción (NSR-10 T.Ít.I).

CAPÍTULO 10.

Clima templado

Zona cafetera y vertientes medias, 1.000-2.000 m aprox.



Figura 19. Vivienda para clima templado en la zona cafetera. Sistema de vivienda rural. Arq. SMG.

El clima templado se localiza en las vertientes medias y la zona cafetera, entre los 1.000 y 2.000 m.s.n.m. La temperatura media (18-24 °C) es la más benigna del país y permite el confort con estrategias sencillas. La pluviosidad es alta (1.000-2.000 mm/año) y bimodal. El reto no es la temperatura sino el equilibrio entre captar algo de calor en las mañanas frescas y ventilar en las tardes, junto con un buen manejo del agua lluvia.

10.1 PRINCIPIO BIOCLIMÁTICO

Equilibrio entre captación solar y ventilación, aprovechando la benignidad del clima. La masa térmica moderada y los aleros amplios suelen bastar para mantener el confort sin recurrir a soluciones complejas.

10.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA

- **Estrategias pasivas:** [EE-P1] [EE-P3] orientación que aproveche el sol de la mañana sin sobrecalentar en la tarde (proteger la fachada poniente); aleros de 50-100 cm; ventilación regulable que permita abrir en el día y cerrar en la noche fresca.
- **Estrategias activas:** [EE-A1] [EE-A2] solar fotovoltaica y térmica; iluminación LED. El bajo requerimiento de climatización hace que la inversión activa se concentre en agua caliente y autogeneración.

Figura 20. Diagrama de Givoni y Rosa de vientos para Clima Templado.

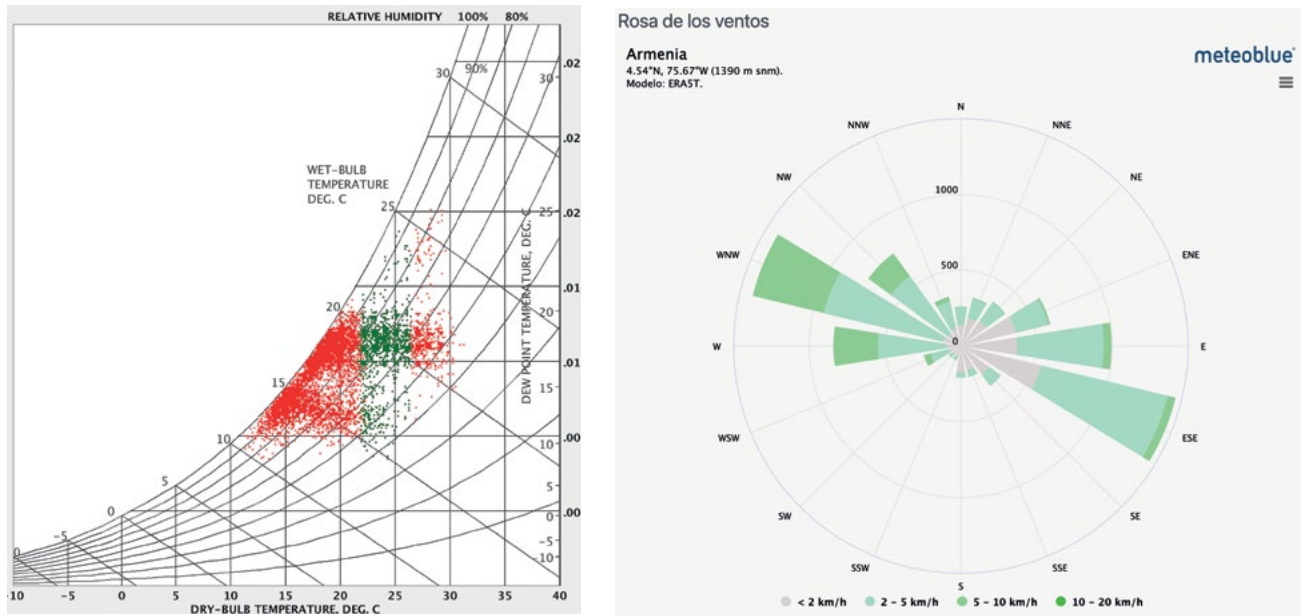
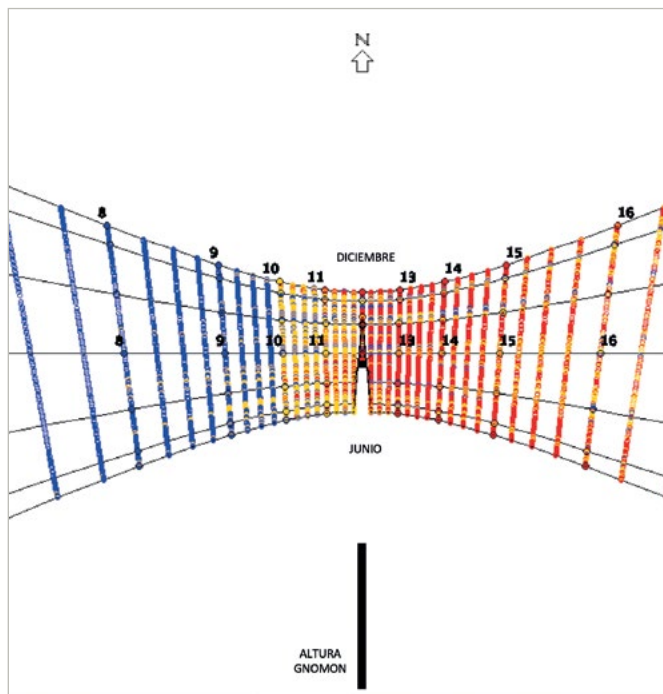


Figura 21. Diagrama de sombras para Armenia.



10.3 EFICIENCIA HÍDRICA

- **Captación:** [EH-2] la alta pluviosidad hace de la captación pluvial la fuente principal donde no hay acueducto; cisterna o aljibe dimensionados al consumo. La cubierta de buena área favorece la recolección.
- **Reúso y ahorro:** [EH-1] [EH-3] aparatos de bajo consumo y reúso de aguas grises como complemento; paisajismo con especies nativas.

10.4 MATERIALES SOSTENIBLES

- **Recomendados:** [MS-1] [MS-2] bahareque tradicional y encementado —identidad del Paisaje Cultural Cafetero— madera y guadua, abundante en este piso térmico; ladrillo artesanal local. Madera con certificación o salvoconducto.
- **A evitar:** [MS-3] materiales importados de alta energía incorporada cuando existe guadua, madera y tierra local; madera sin trazabilidad.

10.5 CONFORT AMBIENTAL SIN SISTEMAS MECÁNICOS

El estándar de confort operativo es de 20-26 °C, fácilmente alcanzable con ventilación regulable, aleros y masa moderada (estándar CA-1). La iluminación natural se logra sin dificultad; debe cuidarse la protección de la fachada poniente para evitar deslumbramiento y sobrecalentamiento de la tarde.

10.6 SISTEMA CONSTRUCTIVO DE REFERENCIA

Bahareque tradicional y encementado (Patrimonio del PCC, NSR-10 Título E); alternativa en mampostería confinada de ladrillo. Cubierta de teja de barro con cámara ventilada, que aporta identidad e inercia.

10.7 CLIMA TEMPLADO. LISTA DE VERIFICACIÓN

- ☐ El corredor cubierto tiene $\geq 1,20$ m de ancho y está incluido en el diseño.
- ☐ Los aleros tienen 0,60-0,90 m calculados para proteger sin bloquear la luz solar invernal.
- ☐ Valor U del muro $\leq 0,70$ W/m²K y U cubierta $\leq 0,60$ W/m²K. Verificados.
- ☐ Los vanos son regulables (batiente o celosía móvil) para ambas temporadas del año.
- ☐ Si se usó ladrillo artesanal, tiene certificado NTC 4205-1 ($f'm \geq 8,0$ MPa).
- ☐ El calentador solar de tubo de vacío está instalado y orientado al sur.
- ☐ Un profesional con matrícula habilitada supervisó la construcción (NSR-10 Tít. I).

CAPÍTULO 11.

Clima frío

Altiplanos y vertientes altas, por encima de los 2.000 m aprox. Excluye páramo y glacial.



Figura 22. Vivienda para clima frío en la zona alta del Tolima. Sistema de vivienda rural. Arq. SMG

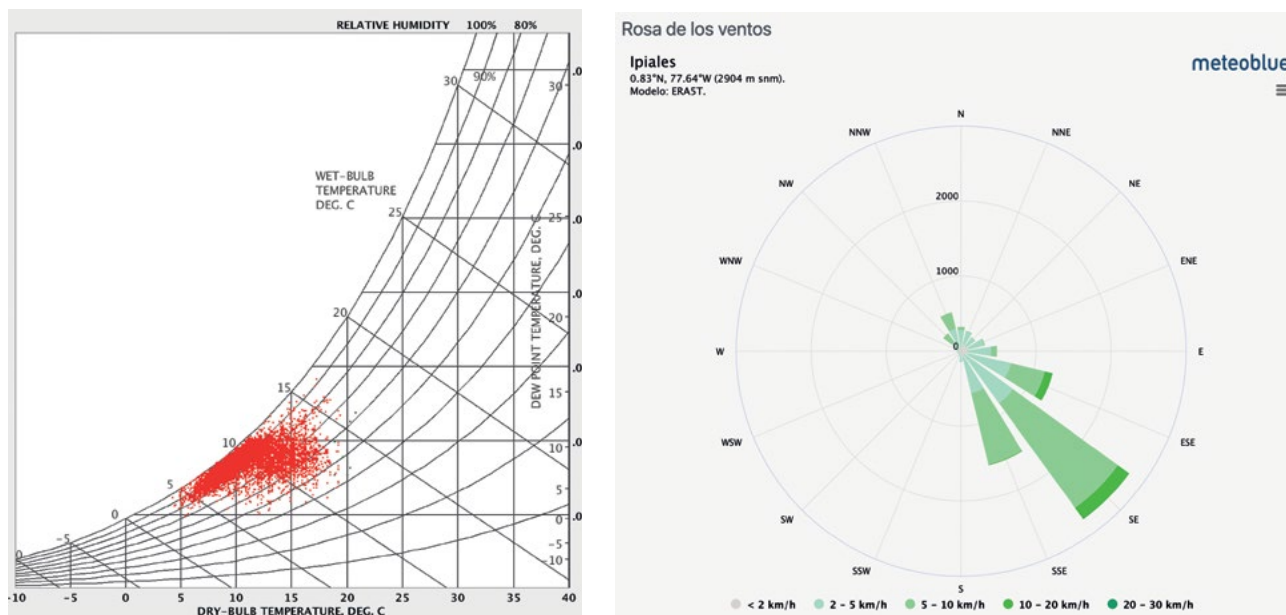
11.1 PRINCIPIO BIOCLIMÁTICO

Captar y conservar el calor solar y controlar las infiltraciones. A diferencia de los climas cálidos, aquí la masa térmica trabaja a favor del confort: almacena el calor diurno y lo libera en la noche. La envolvente debe ser más hermética y mejor aislada que en cualquier otro clima colombiano.

11.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA

- **Estrategias pasivas:** [EE-P1] [EE-P2] exponer al sol las fachadas largas (este y oeste) y los espacios de estar; cubierta y muros con baja transmitancia ($U \leq 0,35$ en cubierta y $\leq 0,45$ en muro, Res. 0194); masa térmica interior y sellado de juntas y vanos para evitar infiltraciones.
- **Estrategias activas:** [EE-A2] solar térmica para agua caliente sanitaria; estufas eficientes de combustión limpia y biogás en sustitución de la leña, reduciendo el humo interior; iluminación LED (RETILAP).

El clima frío andino se localiza en altiplanos y vertientes por encima de los 2.000 m.s.n.m. (la categoría incluye el piso muy frío de páramo, que se excluye como zona de implantación de vivienda). La temperatura media oscila entre 8 y 18 °C, con alta humedad relativa y fuerte oscilación entre el día y la noche. El reto dominante es conservar el calor: la vivienda debe captar la radiación solar disponible y reducir las pérdidas por infiltración de aire frío.

Figura 23. Diagrama de Givoni y Rosa de vientos para Clima Frío.

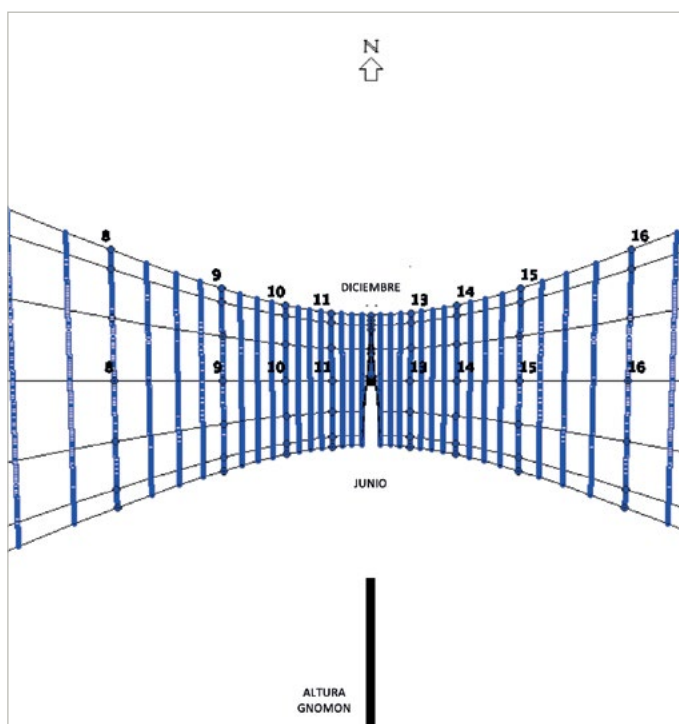
Ipiales. Altitud 2904 msnm. El diagrama de Givoni muestra que requiere calefacción todo el año. La Rosa de los Vientos muestra el número de horas al año que el viento sopla en la dirección indicada. Ejemplo SO: El viento está soplando desde el Suroeste (SO) hacia el Noreste (NE).

11.3 EFICIENCIA HÍDRICA

- **Captación y reúso:** [EH-2] [EH-3] captación pluvial viable durante buena parte del año; los tanques de almacenamiento deben protegerse de las heladas (enterrados o aislados). El reúso de aguas grises tibias puede aportar al confort si se integra con cuidado.
- **Saneamiento:** [EH-4] en saneamiento por pozo séptico o humedal, verificar que la temperatura de operación biológica sea suficiente; en zonas muy frías considerar sistemas que toleren baja temperatura.

11.4 MATERIALES SOSTENIBLES

- **Recomendados:** [MS-1] [MS-2] entramado de madera con aislamiento (natural local como lana de oveja o fibras), mampostería de bloque, y de tierra (tapia pisada/adobe en amenaza baja) por su inercia. Madera de origen legal y regional.
- **A evitar:** [MS-3] envoltentes livianas sin aislamiento (no retienen el calor), y materiales que generen condensación intersticial sin barrera de vapor adecuada.

Figura 24. Diagrama de sombras para Ipiales.

Latitud/Longitud: 0.862° Norte, 77.672° Oeste

11.5 CONFORT AMBIENTAL SIN SISTEMAS MECÁNICOS

El estándar de confort operativo para clima frío es de 18-24 °C, alcanzable con ganancia solar directa, masa térmica y hermeticidad (estándar CA-1). La ventilación se mantiene en el mínimo higiénico para no perder calor; se prioriza el control de la humedad y la condensación. La cubierta, además de aislar, no debe perder calor por radiación nocturna excesiva.

11.6 SISTEMA CONSTRUCTIVO DE REFERENCIA

Entramado liviano de madera (LWF) con cámara aislada, que cumple los valores U exigentes de este clima; alternativa en mampostería confinada de bloque. Cubierta a dos aguas con buena pendiente para nieve/granizo ocasional y cámara aislada.

11.7 CLIMA FRÍO. LISTA DE VERIFICACIÓN

- ☐ Valor U del muro $\leq 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ (incluye aislante lana de oveja). Verificado.
- ☐ La cubierta tiene aislante térmico (lana de oveja 10 cm ($R \geq 2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$) + barrera de vapor al interior.
- ☐ El piso tiene EPS de 5 cm entre el suelo y el contrapiso.
- ☐ Todas las juntas entre muro y cubierta están selladas con poliuretano.
- ☐ El HRV (eficiencia $\geq 70 \%$) está instalado para ventilación controlada.
- ☐ Los cortavientos vegetales están planificados o sembrados.
- ☐ Un profesional con matrícula habilitada supervisó la construcción (NSR-10 Tít. I).

PARTE IV.

Sistemas constructivos y componentes

Esta parte describe primero los componentes que tiene toda vivienda y luego los seis sistemas verificados frente a la NSR-10, con su descripción, materiales, desempeño y verificación normativa.

CAPÍTULO 12.

Componentes de la vivienda

Todo sistema constructivo se compone de cuatro grandes grupos de elementos. Comprenderlos permite combinarlos de forma coherente.

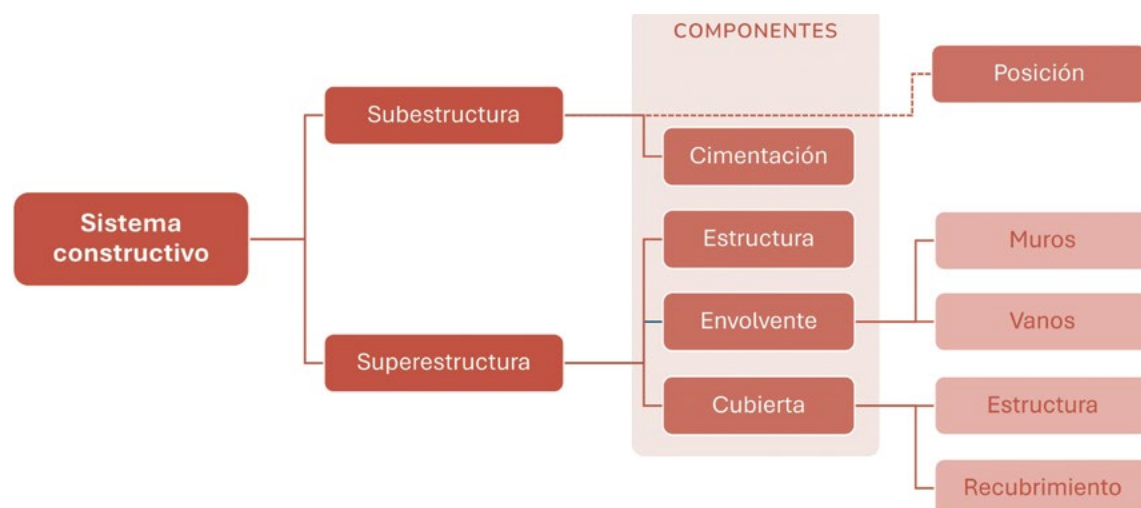


Figura 25. Anatomía de la vivienda: cada componente responde a un criterio distinto —la estructura al sismo, la envolvente y la cubierta al clima, el cimiento al suelo.

12.1 SUBESTRUCTURA

La subestructura es la parte de una construcción ubicada por debajo del nivel del suelo. Su función vital es soportar el peso de la edificación y transferirlo de forma segura al terreno. Puede ser a nivel del piso o elevada

Cimentación

La cimentación es el elemento invisible que soporta todo lo demás. Su función es transferir el peso de la vivienda al suelo de forma segura, sin asentamientos que fisuren los muros ni desplazamientos que comprometan la estructura en un sismo.

En vivienda rural de bajo costo se usan principalmente cinco tipos de cimentación, que se seleccionan según el tipo de suelo, la pendiente del terreno y el sistema estructural elegido:

Cimiento corrido en concreto reforzado	Va bajo los muros continuos de mampostería, bahareque, entramado liviano de acero y/o madera. Ancho mínimo 30-40 cm. Concreto de 175 kg/cm ² con dos varillas de 3/8" arriba y dos abajo.
Zapata aislada	Va bajo las columnas o postes puntuales de los pórticos de madera, guadua y acero. Placa cuadrada de concreto que distribuye la carga de la columna en el suelo. Con pedestal y platina de anclaje.
Placa flotante	Losa de concreto que cubre toda la huella de la vivienda. Ideal para entramado liviano de acero y madera LWF en suelos de capacidad variable. Elimina los asentamientos diferenciales.

Cimiento escalonado	Para terrenos en ladera con pendiente de 10% a 30%. El cimiento baja en escalones siguiendo la topografía, sin grandes excavaciones ni rellenos.
Pilotes de madera o guadua	Para zonas inundables o suelos blandos (Amazonia, Pacífico, riberas de ríos). La vivienda se eleva sobre postes por encima del nivel de inundación máxima.

En todos los casos el sobre-cimiento —la parte del cimiento visible sobre el nivel del suelo— es crítico para proteger la estructura de la humedad capilar.

Su altura mínima varía entre 20 cm en zona seca y 50-60 cm en zona muy húmeda o en palafitos.

12.2 SUPERESTRUCTURA

La superestructura es todo lo que va sobre el cimiento: el sistema estructural, la envolvente, la estructura de la cubierta y las tejas. Es el esqueleto de la vivienda y su función principal es resistir las cargas de peso propio, los muebles y las personas (cargas gravitacionales) y los movimientos sísmicos y el viento (cargas horizontales).

El sistema estructural elegido determina también el tipo de cimentación que necesita. Esta relación entre superestructura y cimentación es uno de los

criterios de diseño más importantes de la guía: no se puede elegir el sistema de muro sin decidir al mismo tiempo el tipo de cimiento que lo sustenta.

Envolvente

La envolvente corresponde a la piel de la vivienda: muros no portantes, fachadas, cubierta, ventanas y puertas. Controla el clima interior (temperatura, luz, aire, ruido) y es parte de la identidad cultural.

Muro exterior	El elemento de mayor área. En clima frío debe tener $U \leq 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$: solo el entramado de madera con lana mineral lo logra sin costo adicional significativo. En clima cálido el U es menos crítico que el color, la sombra y la ventilación.
Cubierta	Cubierta El elemento con mayor exposición solar. En clima cálido la cubierta de zinc sin cámara de ventilación puede alcanzar 80 °C en su superficie, elevando la temperatura interior en 8-12 °C. En clima frío debe tener $U \leq 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ con lana mineral de 80-100 mm.
Piso sobre terreno	En climas fríos el piso sin aislamiento puede estar 8-10 °C por debajo de la temperatura del aire interior. El aislante de piso (EPS 30 mm) es uno de los cambios de menor costo y mayor impacto en el confort de la vivienda fría.
Ventanas y puertas vidriadas	El elemento con mayor conductividad térmica. El vidrio sencillo ($U = 5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$) no cumple la Res. 0194/2025 en zonas templadas o frías. El doble vidriado hermético DVH 4-12-4 mm ($U = 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$) es obligatorio en frías.
Protecciones solares	Aleros, celosías y parasoles que controlan la radiación directa.
Ventilación natural	No es un elemento físico pero es parte del diseño de la envolvente. En clima cálido húmedo, la ventilación cruzada puede reducir la sensación térmica en 5-8 °C. En clima frío, la ventilación excesiva es una pérdida de calor: debe ser controlada y mínima.

Puertas y ventanas

Para la vivienda rural de bajo costo, la selección de vanos (puertas y ventanas) debe priorizar la ventilación cruzada, la durabilidad ante la intemperie

y la facilidad de mantenimiento, evitando sistemas mecánicos complejos que se degradan rápidamente en ambientes rurales.

Elemento	Sistema	Especificación técnica	Adecuación climática	Pertinencia rural/identidad
Ventana	Celosía	Lamas fijas u orientables (madera/metal).	Alta (Cálido/Húmedo). Ventilación constante.	Muy alta (tradición vernácula).
	Batiente	Marco simple con bisagras laterales.	Media. Apertura total.	Alta (robusto y sencillo).
	Fija + rejilla	Vidrio superior + rejilla inferior	Alta (Frío). Ventilación controlada.	Media (funcional)
Puerta	Bastidor + malla	Marco madera + malla mosquitera.	Alta (Cálido). Protección/Ventilación.	Muy alta (necesidad sanitaria).
Puerta-Ventana	Batiente tradicional	Hojas abatibles (vidrio/madera).	Alta. Transición interior-exterior.	Máxima (Eje cafetero/ Tradición).

- **Sistemas Predominantes:** En contextos de bajo costo, la bisagra es técnicamente superior al riel. La experiencia rural indica que los mecanismos corredizos son propensos a fallos por acumulación de sedimentos y falta de mantenimiento especializado, por lo que el uso de sistemas batientes es la recomendación técnica para garantizar la mayor duración.
- **Gestión del Calor:** Para la vivienda en la región Caribe, la combinación de Puerta-Ventana batiente con celosía integrada en la parte superior permite una ventilación cruzada efectiva. Esto reduce drásticamente la carga térmica sin necesidad de equipos de refrigeración artificial.
- **Estandarización:** Para optimizar costos, se recomienda diseñar todos los vanos basándose en dimensiones de puertas estándar,

permitiendo que las hojas de madera o metal sean intercambiables o fabricadas en serie, facilitando la autoconstrucción y el reemplazo de componentes.

Consideración de Seguridad y Confort

Para garantizar la seguridad en la vivienda rural, se sugiere que todos los sistemas batientes incorporen pestillos de fácil operación interna y, en áreas de mayor riesgo, refuerzos en madera local o acero para las rejas de protección, evitando que estas últimas obstruyan el flujo de aire generado por la apertura de los vanos.

CAPÍTULO 13.

Estructura y cubierta

La cubierta es el elemento de la vivienda rural que más impacta el confort interior, la durabilidad de la estructura y el costo de mantenimiento. Para

viviendas con luces de hasta 4 metros se usan principalmente cuatro tipos de estructura:

Estructura	
Correas directas sobre muro	Las correas inclinadas se apoyan directamente en el muro o en una viga perimetral. Para luces de hasta 3,5 m en madera y 4 m en acero.
Cercha con un poste central	La armadura más sencilla: dos vigas en la cumbrera + un poste central + un tirante horizontal. Para luces de hasta 4 m.
Cercha tijera	Tirantes cruzados e inclinados que generan mayor altura interior sin aumentar la altura del muro. Para luces hasta 4 m. Requiere cálculo de empuje horizontal.
Cubierta a un agua	Cubierta a un agua Toda la superficie inclina en una sola dirección. Para ampliaciones, cocinas y servicios.

Tejas

Protegen de la lluvia y el sol, claves en el confort térmico y en la captación de agua lluvia. La elección de la teja combina clima (inercia o ligereza), presupuesto, recursos locales e identidad cultural; en

cubiertas de captación de agua lluvia se prefieren mantos inertes y limpios.
La elección de la cubierta es crítica, dado que es la superficie que recibe mayor radiación solar.

13.1 CLASIFICACIÓN INTEGRAL DE SISTEMAS DE CUBIERTA: ESPECIFICACIONES Y DESEMPEÑO TÉRMICO

Tipo de cubierta	Especificaciones técnicas	Conductividad térmica (λ en W/m-K)	Adecuación climática	Identidad cultural
Teja de barro	Arcilla cocida; alta masa térmica.	0,50-0,80	Alta montaña / Templado	Muy Alta.
Fibrocemento	Mezcla de cemento y fibras.	0,20-0,40	Versátil / Moderada	Media (tradición s. XX).
UPVC	Polímero multicapa termoacústico.	0,16-0,20	Cálido / Costero.	Baja / Moderna.
Acero (galvanizado)	Acero con recubrimiento de zinc	50,0-60,0	Humedad media.	Funcional.
Aluzinc	Aleación Al-Zn-Si; alta corrosión.	45,0-55,0	Zonas costeras.	Funcional.
Sándwich (metálica)	Láminas con núcleo de espuma.	0,02-0,4	Cálido extremo.	Baja / Industrial.

13.2 COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES

- **Inercia Térmica:** La teja de barro presenta la mayor inercia, siendo eficiente para regular la temperatura interior en zonas andinas. En contraste, los sistemas metálicos (Zinc y Aluzinc) son conductores térmicos extremos y requieren obligatoriamente capas adicionales de aislamiento o ventilación para no comprometer el confort interior.
- **Resiliencia en el Trópico:** En contextos como La Guajira, el uso de materiales con baja conductividad, como las tejas sándwich o UPVC, es técnicamente superior para evitar el sobrecalentamiento, superando a los sistemas metálicos convencionales que absorben y radian calor rápidamente.

Identidad cultural y adaptación:

- La elección del material debe equilibrar la eficiencia técnica con el arraigo territorial. Mientras que la teja de barro es inseparable de la identidad andina, la arquitectura rural moderna está incorporando materiales industriales de alto desempeño que, si se integran con aleros amplios o cubiertas ocultas, mantienen la escala y sobriedad técnica de preferencia en el diseño en la vivienda rural.
- Para zonas costeras, la selección de Aluzinc ofrece el balance necesario entre durabilidad ante el ambiente salino y el costo-beneficio para la vivienda rural, siempre que se garantice una ventilación pasiva adecuada (efecto chimenea) bajo la cubierta.

CAPÍTULO 14.

Los seis sistemas estructurales

La Guía adopta seis sistemas estructurales que cumplen la NSR-10 y las normas técnicas colombianas vigentes, son viables en vivienda rural de bajo costo y cubren el rango de climas y culturas constructivas del país. No se incluye el pórtico de concreto reforzado por su costo y complejidad, incompatibles con la vivienda rural de bajo costo.

Escala de desempeño ambiental usada en las fichas:

- **Alto —materiales de origen natural o local:** piedra, guadua, madera regional, tierra, fibras. Energía incorporada muy baja.
- **Medio —materiales industriales de disponibilidad regional:** ladrillo cocido, bloque de concreto, teja cerámica, acero galvanizado.
- **Bajo —materiales de alta energía incorporada:** concreto reforzado, perfil de acero laminado. Uso limitado a elementos esenciales.

14.1 MC-01 MAMPOSTERÍA CONFINADA (NSR-10 TÍTULO E/D)

La mampostería confinada es un sistema estructural en el que los muros de mampostería (elaborados con unidades de arcilla cocida, bloque de concreto o sílicocalcáreo) quedan rodeados en todo su perímetro por elementos de concreto reforzado: vigas y columnas de confinamiento coladas monolíticamente con el muro. Este confinamiento impide

el colapso súbito del muro ante cargas sísmicas o de viento, convirtiendo el conjunto en una unidad estructural continua.

Todos los climas. El bloque varía según el clima: arcilla cocida en zona seca y templada, concreto vibrado en zona húmeda y costera.

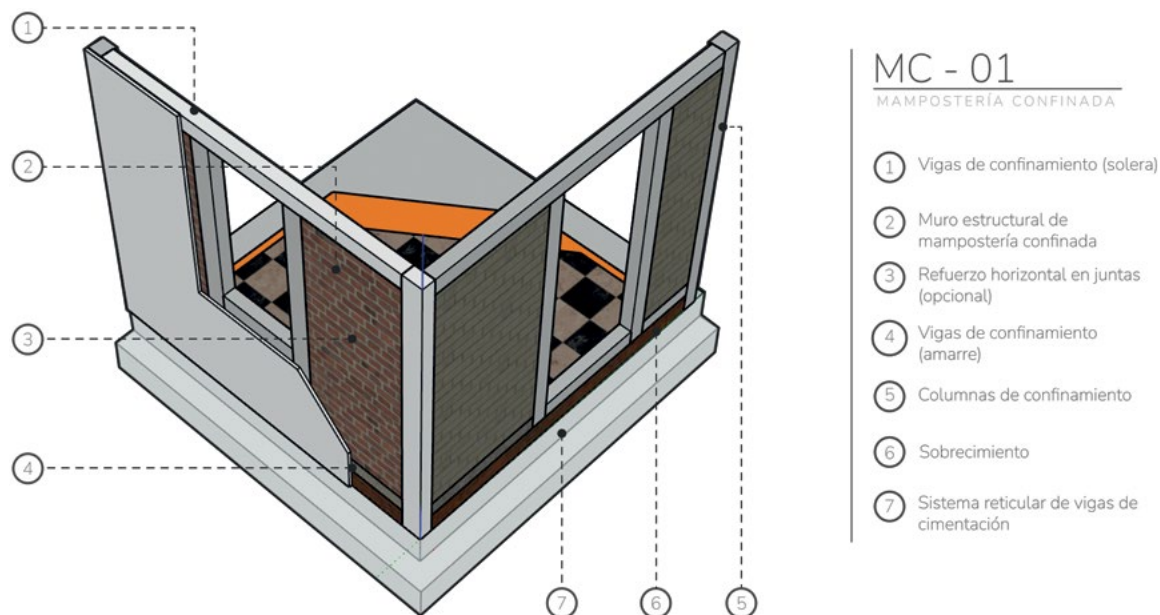


Figura 26. Sistema estructural de mampostería confinada.

COMPONENTES DEL SISTEMA		
Elemento	Material típico según NSR-10 (Tít. E)	Función estructural
Muro estructural de mampostería confinada	Unidades de perforación vertical o macizas de arcilla cocida, bloque de concreto o unidades sílico-calcáreas.	Resistir fuerzas horizontales (sismos y viento) paralelas a su plano y soportar cargas verticales (gravedad) de la cubierta y entrepiso, transfiriéndolas a la cimentación.
Columnas de confinamiento	Concreto reforzado con resistencia mínima a compresión (f'_c) de 17.5 MPa y acero de refuerzo longitudinal y transversal con límite de fluencia (f_y) no inferior a 240 MPa.	Confinar lateralmente los muros estructurales, anclándolos desde la cimentación hasta la viga de amarre superior.
Vigas de confinamiento (soleras y amarres)	Concreto reforzado con resistencia mínima a compresión (f'_c) de 17.5 MPa y acero de refuerzo con límite de fluencia mínimo de 240 MPa o 420 MPa (según el caso).	Amarrar los muros a diferentes niveles, formando anillos cerrados para conformar diafragmas horizontales junto con la cubierta.
Sistema reticular de vigas de cimentación	Concreto reforzado (f'_c mín. 17.5 MPa) anclado formando anillos cerrados. Puede apoyarse sobre un relleno de concreto ciclópeo si la profundidad lo requiere.	Transmitir las cargas de la superestructura al suelo de manera integral y equilibrada, y actuar como el primer nivel de amarre horizontal (diafragma en la base).
Refuerzo horizontal en juntas (opcional zona moderada-alta)	Malla electrosoldada o barras de acero.	Aumentar la ductilidad y controlar fisuraciones por cambios de temperatura o fuerzas cortantes.
Sobrecimientos	Mampostería confinada.	Aislar la estructura de la humedad del suelo. Se construyen sobre las vigas de cimentación y rematan en el nivel del contrapiso con vigas de amarre.
Mortero de pega	Mezcla de material cementante (cemento y cal) y arena, con proporción volumétrica 1:4. Resistencia mínima a compresión de 7.5 MPa.	Adherir las unidades de mampostería, mantener la consistencia y retener el agua mínima para la hidratación del cemento.
Cubierta	Armazones de madera/guadua para la cubierta.	Proveer rigidez en su propio plano para garantizar su trabajo como diafragma, el cual obliga al trabajo conjunto de los muros y reparte las fuerzas sísmicas.

La función de actuar como diafragma rígido recae principalmente en la cubierta y la cimentación. El muro es el elemento vertical que recoge las

fuerzas de esos diafragmas y las baja al suelo de manera segura.

14.2 BE-01 BAHAREQUE ENCEMENTADO (NSR-10 TÍTULO E)

El bahareque encementado es un sistema constructivo estructural de origen vernáculo andino, tecnificado y normalizado para cumplir los requisitos sismorresistentes de la NSR-10 (Título E). Consiste en un entramado de guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) y/o madera rolliza/aserrada que forma el esqueleto del muro; sobre ese entramado se fijan mallas metálicas o esterillas de guadua a ambas caras, y se aplica un revoque de mortero de cemento (encementado) que proporciona rigidez,

resistencia lateral y durabilidad. El resultado es un panel tipo sándwich: alma de madera/guadua + piel de mortero reforzado.

Templado (zona cafetera): su habitat natural. Condicionado en zonas muy húmedas o sísmica alta.

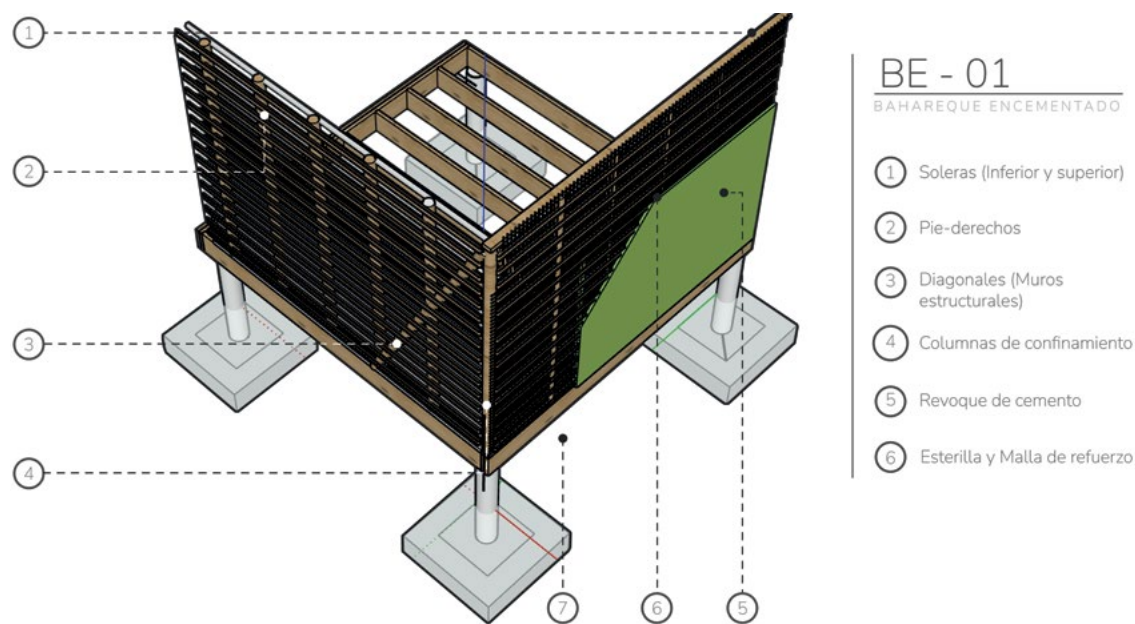


Figura 27. Sistema estructural de bahareque encementado.

COMPONENTES DEL SISTEMA		
Elemento	Material típico según NSR-10 (Tít. E)	Función estructural
Pie-derechos	Guadua ($\varnothing \geq 80$ mm) o madera aserrada (mín. grupo ES6). Separación horizontal entre ejes de 300 mm a 600 mm.	Elementos verticales dentro del entramado del muro; reciben y transfieren las cargas verticales a las soleras.
Diagonales (Muros estructurales)	Guadua o madera aserrada en el entramado.	Proveer la resistencia necesaria frente a fuerzas horizontales (sismo o viento). Obligatorios en las esquinas y extremos de muros estructurales.
Soleras (Inferior y superior / carrera)	Guadua o preferiblemente madera aserrada, con altura mín. de 100 mm y ancho igual al diámetro del pie-derecho.	La solera inferior integra cargas de pie-derechos. La solera superior (carrera) amarra la cabeza de muros, recibe carga de cubierta y conforma diafragmas junto con el entrepiso/cubierta.
Esterilla y malla de refuerzo	Esterilla de guadua (o entablado de madera) clavada al esqueleto, sobre la cual se clava malla de alambre (trenzado, electrosoldado o expandido) de máx. 1.25 mm (calibre 18 BWG).	Soporte y refuerzo principal del mortero para el recubrimiento del muro, dándole unidad e integridad.
Revoque de cemento (Encementado)	Mortero de cemento tipo N. Proporción máxima de 4 partes de arena por 1 parte de cementante.	Proporcionar recubrimiento en una o ambas caras del muro, aportando resistencia, rigidez y durabilidad superficial.
Sistema reticular de vigas de cimentación	Vigas de concreto reforzado formando anillos cerrados (Mín. 200x150 mm para 1 piso).	Transmitir cargas al suelo en forma integral y equilibrada, funcionando como diafragma rígido en la base.
Sobrecimientos y separadores	Sobrecimiento en concreto o mampostería (min. 500 mm bajo el acabado). Separadores de metal (pletinas/tubos) o membranas bituminosas.	Aislar obligatoriamente la guadua o madera de la humedad del suelo y del concreto. Los separadores metálicos además actúan como topes frente al cortante horizontal.

COMPONENTES DEL SISTEMA		
Elemento	Material típico según NSR-10 (Tít. E)	Función estructural
Columnas de guadua o madera	Agrupaciones de guadas zunchadas (según altura/carga) o madera.	Soportar exclusivamente cargas verticales en zonas como corredores, galerías o voladizos; NO resisten fuerzas sísmicas.
Cañutos rellenos y uniones pernadas	Pernos (mín. Ø 9.5 mm). Mortero de cemento fluido inyectado en los cañutos de la guadua atravesados.	Garantizar la resistencia en tracción y cortante de las uniones (cimiento-muro, muro-muro, etc.) y evitar el aplastamiento longitudinal de la guadua.

En el sistema de bahareque, la **carrera o solera superior** es el elemento de madera/guadua equivalente que cumple directamente la función de remate y viga de amarre para configurar los diafragmas. No

se debe fundir una viga de corona en concreto sobre los muros de bahareque ligero, sino conectarlos adecuadamente mediante pernos y soleras.

14.3 PV-01 POSTE Y VIGA DE MADERA (NSR-10 TÍTULO G)

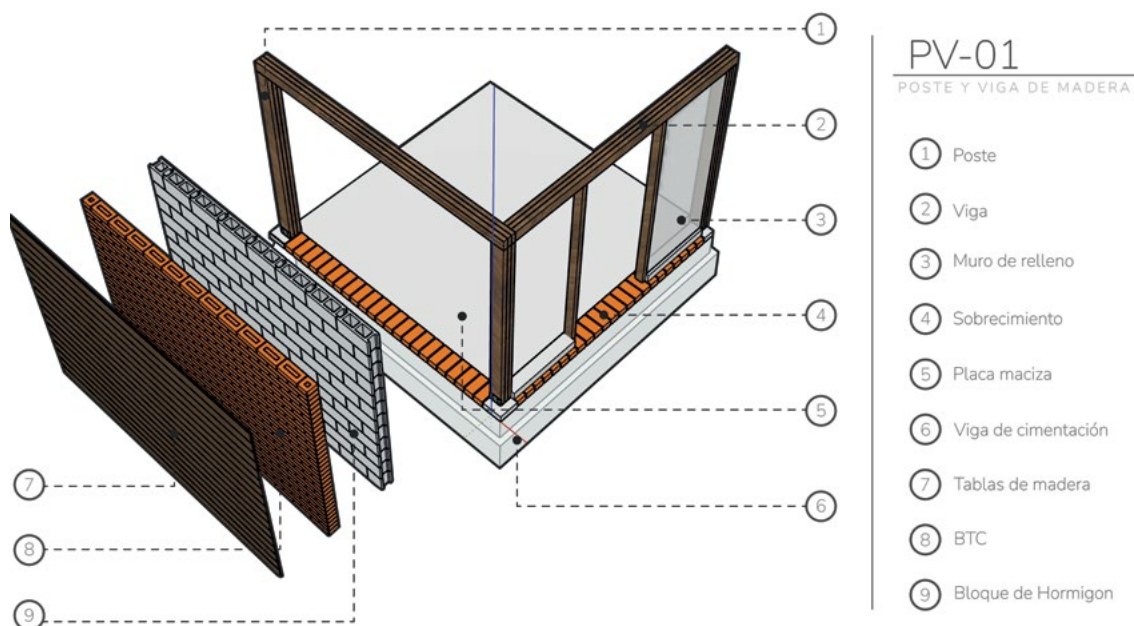


Figura 28. Sistema estructural de poste y viga de madera.

El sistema de poste y viga en madera, es una tipología estructural en la que postes verticales de madera maciza o laminada —empotrados en el terreno o apoyados sobre cimientos puntuales— soportan vigas horizontales que a su vez sostienen la cubierta. Los muros de cerramiento son elementos no estructurales: pueden ser de madera, bahareque, tapia pisada, adobe, BTC, mampostería liviana o

paneles de cualquier material, y se instalan independientemente del esqueleto portante. El esqueleto estructural concentra todas las cargas en una retícula de postes y vigas, liberando los muros de la función de soporte.

En Colombia, se ha usado en las regiones con tradición maderera: Pacífico, Amazonía, Chocó, piedemonte llanero y zonas de bosque andino. La Res.

0194/2025 y la NSR-10 Título G lo reconocen como sistema elegible para vivienda rural con subsidio VISR cuando la madera procede de fuentes legales certificadas.

Templado y frío: excelente aislamiento natural. Requiere tratamiento preservante en clima húmedo.

COMPONENTES DEL SISTEMA		
Elemento	Sección / material típico normativo	Función estructural
Postes (columnas)	Madera rolliza (pilotes/columnas) o madera aserrada Estructural Selecta (E.S.). Dimensiones reales preferenciales: 90×90, 140×140 o 190×190 mm.	Transmitir cargas verticales al cimiento; resistir fuerzas laterales (sismo/viento) en conjunto con diagonales o muros de corte.
Vigas principales	Madera aserrada E.S. Dimensiones reales preferenciales: 40×140, 65×190 o 90×240 mm, o Madera Laminada Encolada (MLE).	Salvar luces entre postes; soportar cargas de viguetas/cubierta y cerramientos, transmitiéndolas a las columnas.
Vigas secundarias (correas / viguetas)	Madera aserrada E.S. o Estructural Normal (E.N.). Secciones reales: 40×90 o 40×140 mm @ 400-600 mm.	Soportar y anclar el tablero de cubierta o piso; distribuir uniformemente las cargas hacia las vigas principales.
Riostras diagonales	Madera aserrada E.N. de mín. 20×65 mm o 40×90 mm (encajadas en el pórtico a 30°-60°), o pletinas metálicas.	Otorgar estabilidad geométrica y rigidez lateral; absorber fuerzas sísmicas y de viento en el plano de los pórticos.
Diafragmas de piso o cubierta	Entablado machihembrado, tablero contrachapado estructural (mín. 10 mm) o aglomerado OSB.	Actuar como placa rígida que distribuye las fuerzas inerciales horizontales hacia los muros de corte o pórticos arriostrados.
Conectores y herrajes	Placas de acero (mín. 2 mm a 5 mm), ángulos, pernos (mín. Ø 3/8"), tirafondos y clavos con estricta protección anticorrosiva (galvanizado/zincado).	Transmitir fuerzas cortantes y axiales entre elementos; proveer ductilidad; su diseño previene el aplastamiento de la madera.
Cimiento y Anclajes	Plinto o losa de concreto $f'c \geq 21$ MPa con anclajes metálicos (pletinas o copas de acero).	Soportar y transmitir la carga de los postes al terreno; anclar la estructura para evitar volcamiento o levantamiento por viento/sismo.
Barrera de aislamiento	Cartón asfáltico (mín. 3 mm), polietileno pesado o brea en caliente, aplicado en apoyos. El pedestal debe elevar la madera mín. 200 mm sobre el suelo.	Evitar ineludiblemente el deterioro de la madera estructural interrumpiendo la ascensión de humedad por capilaridad desde el concreto/suelo.
Muros de cerramiento (no estructurales)	Muros de relleno (paneles entramados, bahareque, mampostería, tableros o vidrio). Deben tener juntas elásticas o separadores.	Proteger del clima y dar aislamiento termo-acústico; no soportan cargas verticales pero pueden aportar al sistema de resistencia lateral si se diseñan como muros de corte.
Cubierta	Teja liviana (zinc, asbesto-cemento, asfáltica) o pesada (barro), sobre correas. Debe incluir aleros protectores y corta-gotas.	Protección pluvial y asoleamiento; su peso impacta drásticamente en la magnitud de las fuerzas sísmicas de la edificación.
Nota: El sistema es distinto del entramado ligero de madera laminada cruzada (CLT). El poste y viga trabaja con secciones macizas de mayor dimensión y menor densidad de elementos que el entramado ligero.		

14.4 PM-01 POSTE Y VIGA METÁLICO (NSR-10 TÍTULO F)

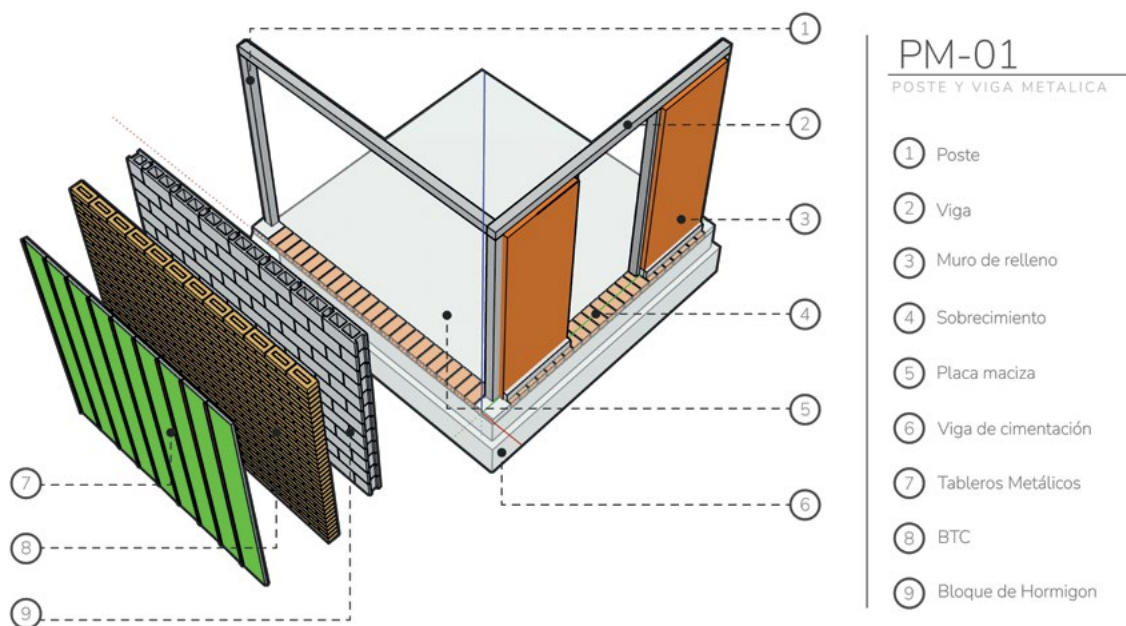


Figura 29. Sistema estructural de poste y viga de madera.

El sistema de poste y viga metálico (Steel Post & Beam o Light Steel Frame estructural) es una tipología constructiva en la que perfiles de acero —tubulares cuadrados o rectangulares, perfiles laminados en caliente tipo W o HEA, o perfiles conformados en frío tipo C y Z— forman un esqueleto portante de columnas verticales (postes) y vigas horizontales. Dicho esqueleto soporta la cubierta, y transfiere las cargas al cimiento; los muros de cerramiento son no estructurales y pueden ser de mampostería, bahareque o paneles.

En vivienda rural de un piso se emplea principalmente en dos variantes: (a) perfiles tubulares

de acero galvanizado conformados en frío (Steel Framing liviano, sección 89-152 mm), usados en zonas con acceso a ferreterías y vías transitables; y (b) perfiles laminados en caliente (ángulos, canales, tubo cuadrado 50-100 mm) fabricados o soldados in situ en talleres locales. La Res. 0194/2025 MVCT y la NSR-10 Título F lo reconocen como sistema elegible para subsidios VISR con diseño firmado por profesional competente.

Condiciones de corrosión moderadas. Galvanizado Z275 + imprimante epóxido suficiente con mantenimiento cada 10 años.

COMPONENTES DEL SISTEMA		
Elemento	Perfil/material típico según NSR-10 (Tít. F2 y F4)	Función estructural
Postes (columnas)	Perfiles laminados (HEA, IPE), Perfiles Tubulares (Tubo cuadrado ASTM A500) o Perfiles formados en frío (C, doble C) en acero galvanizado (ej. ASTM A653 o A1008).	Soportar cargas verticales (carga muerta y viva) y resistir fuerzas horizontales en conjunto con el sistema de arriostramiento.
Vigas principales	Tubo rectangular ASTM A500, perfiles en I, o vigas armadas (C+C) en acero laminado en caliente o formado en frío.	Salvar luces entre postes; soportar correas de cubierta y trasladar las cargas hacia los postes.

COMPONENTES DEL SISTEMA		
Elemento	Perfil/material típico según NSR-10 (Tít. F2 y F4)	Función estructural
Correas / viguetas de cubierta	Perfiles de lámina formada en frío C o Z galvanizados (ASTM A653 o A792).	Soportar la cubierta y transferir cargas por flexión. Anclar sistemas de cubierta y resistir fuerzas de succión por viento.
Arriostramiento de correas	Tensores, platinas o perfiles pequeños (ej. Sag rods o bloqueos).	Prevenir la torsión y el desplazamiento lateral al que son altamente susceptibles los perfiles C y Z bajo carga.
Riostras y cruces de San Andrés	Perfiles Tubulares, perfiles en I, ángulos dobles o flejes de lámina. Las varillas roscadas NO están permitidas para sistemas sísmicos especiales (PAC-DES).	Proveer rigidez lateral al pórtico. Disipar energía sísmica mediante ciclos de tracción y pandeo a compresión (la varilla roscada solo trabaja a tensión).
Placa base y anclajes	Placas de acero (ej. ASTM A36) con pernos de anclaje obligatoriamente especificación ASTM F1554, A449 o A36.	Fijar el poste al cimiento transmitiendo cortante, tracción y momento; evitar el volcamiento o levantamiento.
Uniones para perfiles pesados	Soldadura E70XX (AWS D1.1); Pernos estructurales de alta resistencia ASTM A325 o A490.	Transmitir fuerzas principales en pórticos a momento o arriostros mediante deslizamiento crítico o aplastamiento.
Uniones para lámina delgada	Tornillos autoperforantes o autorroscantes ($\varnothing$ 2 a 6.35 mm), remaches o soldaduras de tapón/filete (AWS D1.3).	Transmisión de cortante y tensión en conexiones de perfiles delgados (espesores $\leq$ 4.76 mm) por inclinación y aplastamiento de la lámina.
Diafragma rígido	Tablero metálico (lámina colaborante) o paneles estructurales.	Distribuir uniformemente las fuerzas sísmicas horizontales a los pórticos o muros de cortante.
Cimiento	Concreto estructural ($f'c \geq 21$ MPa) y acero de refuerzo.	Soportar las reacciones, resistir el volcamiento y anclar la estructura al terreno.
Cerramiento (no estructural)	Panel de fibrocemento, láminas, tablero de yeso, mampostería liviana.	Protección climática y aislamiento. Transmiten cargas transversales de viento hacia los perfiles, pero no soportan cargas verticales de la estructura.
Nota: El sistema se diferencia del Entramado liviano en acero (Light Gauge Steel o LSF) en que este último usa perfiles delgados (0,5-1,5 mm) a alta densidad para conformar muros portantes.		

14.5 SF-01 ENTRAMADO LIVIANO DE ACERO (STEEL FRAMING) (NSR-10 TÍTULO F)

El entramado liviano de acero (Steel Framing o Light Gauge Steel Framing - LGSF) es un sistema constructivo portante conformado por perfiles de acero galvanizado formados en frío, de espesor entre 0,8 y 2,0 mm, ensamblados mediante tornillos autorroscantes para conformar paneles de muro,

entrepiso y cubierta. Es el equivalente en acero del entramado liviano de madera.

Cálido húmedo: recomendado como primera opción en Amazonia, Pacífico y Chocó. Apto en todos los climas.

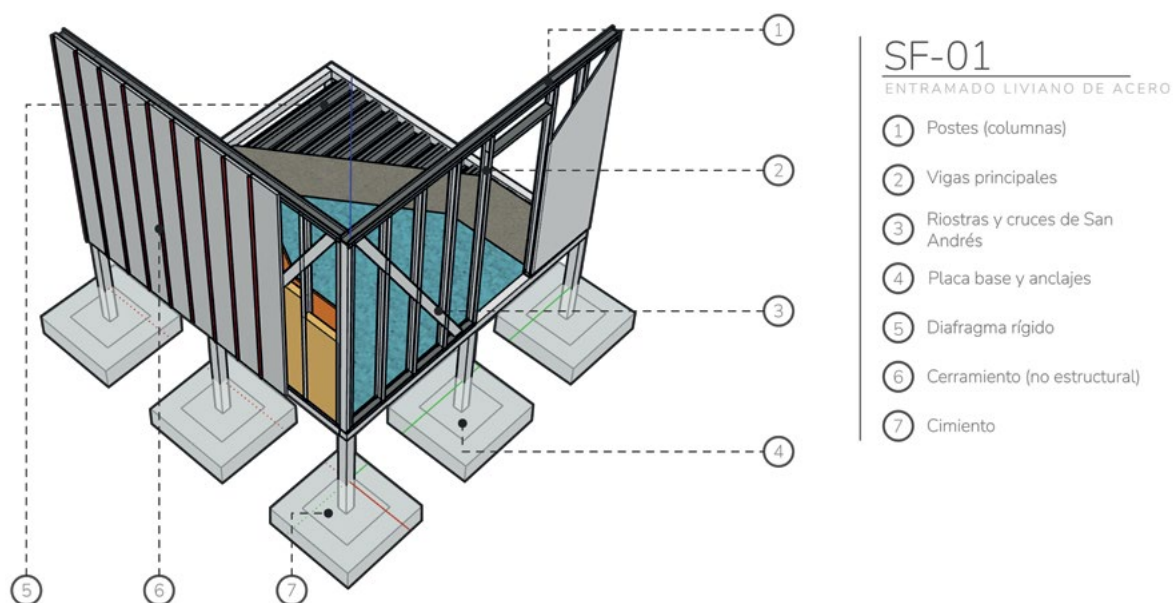


Figura 30. Sistema de entramado liviano de metal

COMPONENTES DEL SISTEMA		
Elemento	Perfil / material típico según NSR-10 (Títulos F.4 y F.4.8)	Función estructural
Parales de muro (Studs)	Perfiles en sección C (Designación P) formados en frío. Acero galvanizado ASTM A653, A1003 o A1011. Espesor base entre 0.455 mm y 2.997 mm.	Miembros verticales del entramado que soportan cargas gravitacionales axiales y resisten flexión por cargas transversales (viento/sismo) fuera de su plano.
Canales guía (Tracks)	Perfiles en sección U (Designación G) formados en frío, en el mismo material de los parales.	Conforman la solera inferior y superior del muro; alojan y alinean los parales para transmitir fuerzas cortantes horizontales, pero no soportan cargas axiales directamente de los parales.
Viguetas de entepiso y cubierta (Joists / Purlins)	Perfiles en sección C o Z formados en frío.	Soportar las cargas gravitacionales de las losas de entepiso, tableros o cubiertas, salvando las luces entre apoyos.
Dinteles (Headers)	Ensamblajes de secciones C espalda con espalda (back-to-back), en cajón (box), o perfiles tipo L dobles o sencillos.	Transferir las cargas de gravedad del entepiso, cubierta o muro superior alrededor de las aberturas (puertas y ventanas) hacia los parales adyacentes.
Conexiones y Uniones (Sujetadores)	Tornillos autoperforantes o autorroscantes (diámetros entre 2.0 mm y 6.35 mm, ej. No. 12 o No. 14). Excepcionalmente soldadura ligera bajo norma AWS D1.3.	Conectar los perfiles mediante penetración y roscado; transmiten fuerzas por aplastamiento de la lámina, corte del tornillo y previenen el desgarramiento.
Arriostramientos y bloqueos (Strapping/Bracing)	Flejes o tiras de lámina de acero plano (bridging) cruzadas en diagonal o bloqueos sólidos de perfiles C/U cortos.	Restringir el giro (pandeo lateral-torsional) de los parales y viguetas, dándoles estabilidad, además de actuar como riostras para fuerzas laterales.

COMPONENTES DEL SISTEMA		
Elemento	Perfil / material típico según NSR-10 (Títulos F.4 y F.4.8)	Función estructural
Diafragmas y muros de corte (Revestimiento)	Tableros estructurales de madera (OSB, Plywood), láminas de yeso, fibrocemento o tableros metálicos.	Las placas de revestimiento actúan en conjunto con el entramado metálico para resistir las fuerzas cortantes de sismo y viento en su propio plano, dotando de rigidez global a la casa.
Anclajes a cimentación (Hold-downs)	Platinas de anclaje de acero formadas en frío o conectores de ángulo unidas a los parales extremos y anclados al concreto.	Evitar el volcamiento y el levantamiento de los muros de corte de Steel Framing ante la acción de las fuerzas sísmicas o de viento.

En las estructuras metálicas contemporáneas, la lámina colaborante del piso o techo tiene la función estructural vital de trabajar como diafragma rígido

para anclar y trasladar las fuerzas horizontales de sismo hacia las riostras o pórticos

14.6 EM-01 ENTRAMADO LIVIANO DE MADERA (PLATFORM FRAME /LIGHT WOOD) (NSR-10 TÍTULO G)

El entramado liviano de madera es un sistema portante conformado por montantes verticales de madera aserrada clasificada, dispuestos cada 40 a 60 cm, que trabajan solidariamente con tableros de recubrimiento (OSB o plywood) para conformar paneles estructurales de alta rigidez. Cada nivel se

construye sobre una plataforma (solera) que sirve de apoyo al siguiente.

Templado y frío: el mejor desempeño térmico de todos los sistemas ($U \leq 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ con lana mineral).

Sistema tradicional en el Archipiélago de San Andrés y Providencia.

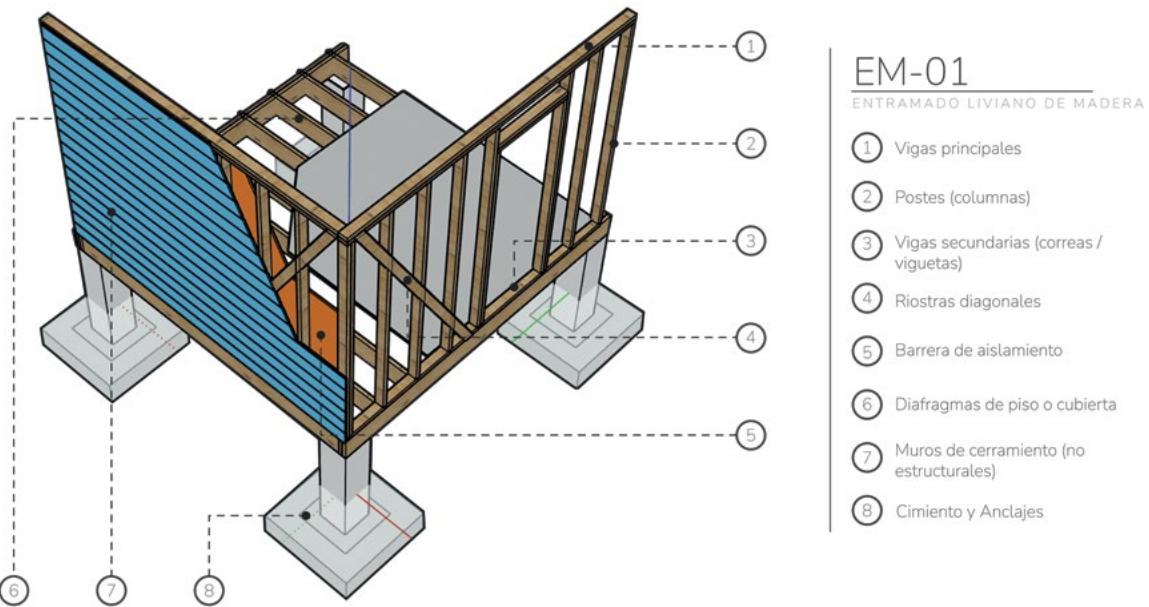


Figura 31. Sistema de entramado liviano madera.

COMPONENTES DEL SISTEMA		
Elemento	Perfil / material típico según NSR-10 / PADT-REFORT	Función estructural
Pie-derechos (Montantes/Studs)	Dimensiones reales de 40x90 mm (2"x4") o 40x140 mm (2"x6"). Madera clasificada como estructural (Grupos A, B o C). Separación modular 400 a 600 mm.	Transmisión de cargas verticales del techo y entrepiso hacia el cimiento; resistir esfuerzos de flexocompresión generados por el viento o sismos.
Solera inferior o de zócalo	40x90 mm, fijada a la cimentación o losa mediante pernos o anclajes. Debe estar aislada de la humedad con cartón asfáltico (mín. 3 mm) o polietileno.	Soportar los pie-derechos, transferir y distribuir las cargas al sobrecimiento, y actuar como barrera contra la humedad capilar.
Solera superior y solera de amarre	Dos piezas de 40x90 mm traslapadas en las uniones.	Amarrar los muros entre sí para dar continuidad estructural, rematar el muro y proveer apoyo para las viguetas de techo.
Viguetas de entrepiso	Secciones preferenciales reales de 40x190 mm (2"x8") o 40x240 mm (2"x10"). Espaciadas cada 400-600 mm.	Soportar las cargas vivas y muertas del piso; formar junto al entablado la plataforma que trabaja como diafragma horizontal.
Tablero de muro de corte (Revestimiento)	Madera contrachapada con espesor mínimo de 10 mm para calidad estructural o tableros de partículas de 8 a 9 mm. Clavado perimetral cada 10 cm y cada 20 cm en el interior.	Proveer resistencia lateral frente a fuerzas de viento o sismo, funcionando el conjunto como un muro de corte (diafragma vertical).
Tablero de entrepiso (Diafragma)	Contrachapado, aglomerado o entablado. El espesor mínimo normativo es de 15 mm. Clavos de 51 mm, separados 15 cm en los bordes y 25 cm en apoyos intermedios.	Recibir los acabados de piso y actuar como diafragma rígido horizontal, transmitiendo las fuerzas inerciales de sismo y viento hacia los muros de corte.
Dintel / Viga de encabezado	Vigas sólidas de 90x140 mm o secciones dobles de 40x140 mm / 40x190 mm apoyadas en pie-derechos rebajados o dobles.	Soportar y transmitir a los pie-derechos laterales las cargas ubicadas sobre las aberturas de puertas y ventanas.
Cimiento y Sobrecimiento	Concreto o mampostería. El sobrecimiento debe elevar la estructura de madera al menos 200 mm sobre el suelo en cimientos corridos, o 450 mm en pilastras, para protección.	Transferir las cargas de la edificación al terreno y proveer aislamiento crítico entre la madera estructural y la humedad del suelo.
Riostras diagonales (Si no se usa tablero estructural)	Madera sólida de 20x65 mm o 40x90 mm encajadas a un ángulo de 45° a 60°, cruzando los pie-derechos.	Controlar la deformación y proveer rigidez lateral por triangulación en aquellos paneles que no tienen revestimiento resistente a cortante.
Cortafuegos	Piezas de madera sólida de mínimo 40 mm de espesor intercaladas horizontalmente entre los pie-derechos.	Impedir o retardar la propagación de llamas y gases a través del interior hueco del muro. Se instalan para que la dimensión vertical no exceda de 3 metros.
Tratamiento de la madera: Todos los elementos conformantes de la estructura de entramado deben estar adecuadamente curados (secados en el entorno del 12% al 19% de contenido de humedad) e inmunizados/preservados contra el ataque de hongos e insectos xilófagos.		

PARTE V.

Selección del sistema

Ningún sistema es el mejor en abstracto. La elección resulta del cruce de cinco criterios: zona sísmica, clima, presupuesto, recursos locales e identidad cultural. Esta parte ofrece el método de decisión.

CAPÍTULO 15.

Criterios de selección multicriterio

La selección del sistema constructivo no es una decisión arbitraria ni una cuestión de preferencia estética: es una decisión técnica que debe responder a cinco preguntas:

- 1. CUÁL ES LA ZONA SISMICA:** la zona de amenaza sísmica (NSR-10) habilita o restringe los sistemas y define las alturas máximas. Es el primer filtro y es eliminatorio: ningún sistema puede usarse fuera de las zonas sísmicas donde la NSR-10 lo respalda. Colombia se divide en amenaza sísmica baja, intermedia y alta (Mapa de Amenaza Sísmica, NSR-10 Título A).
- 2. CUÁL ES EL CLIMA DEL PREDIO:** el clima determina el riesgo biológico para los materiales orgánicos (madera, guadua), el nivel de aislamiento térmico requerido (Res. 0194/2025) y las estrategias de ventilación y protección de lluvia. En frío se busca aislamiento y captación de calor; en cálido húmedo, ligereza y ventilación; en cálido seco, masa térmica y enfriamiento nocturno; en templado, equilibrio.
- 3. CUÁL ES EL PRESUPUESTO:** el rango de costo por m² define el conjunto de sistemas accesibles. Determina el alcance y, a veces, la progresividad. Los sistemas de tierra, madera y guadua con mano de obra comunitaria reducen costos de material; el entramado liviano de acero reduce tiempos de obra pero eleva el costo de material y emisiones CO₂. El presupuesto se evalúa por el costo total (material + mano de obra + transporte + mantenimiento), no solo por el precio del material.
- 4. QUÉ HAY DISPONIBLE LOCALMENTE:** un sistema técnicamente óptimo es inviable si el material o la mano de obra no existen a menos de 150 km del predio. La disponibilidad local es frecuentemente el factor decisivo en zonas rurales apartadas. La disponibilidad de materiales en el territorio (radio < 300 km) y de oficios tradicionales favorece unos sistemas sobre otros: guadua donde hay guaduales, tierra donde el suelo es apto, madera donde hay aprovechamiento forestal legal. Privilegiar lo local reduce costos y huella y dinamiza la economía rural.
- 5. IDENTIDAD CULTURAL:** La técnica constructiva forma parte del patrimonio y la identidad de las comunidades. La adecuación cultural es un derecho (Sentencia T-333/22) y un mandato (Decreto 1341/2025): el sistema debe dialogar con las formas, técnicas, procesos y preferencias locales, en especial en territorios étnicos.



Figura 32. Flujo de selección del sistema constructivo: la zona sísmica filtra primero; clima, presupuesto, recursos e identidad afinan la decisión.

CAPÍTULO 16.

Matriz de decisión y combinación de componentes

La matriz orienta la primera elección. Siempre debe verificarse en relación con la zona sísmica (criterio eliminatorio) y ajustarse por presupuesto, recursos locales e identidad cultural.

16.1 MATRIZ DE DECISIÓN POR CLIMA

SISTEMA RECOMENDADO Y ALTERNATIVA POR CLIMA			
Clima	Sistema recomendado	Alternativa	Razón principal
Frío	Mampostería confinada (con bloque de concreto o unidad de arcilla cocida).	Entramado de madera (LWF) con aislamiento. Poste y viga en madera con envoltente en adobe o bloque de tierra (BTC)	Captación de calor; envoltente aislada. Se sugiere que los muros exteriores no superen un $U = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ (coherente con 11.2 y 11.7) para evitar paredes excesivamente frías al tacto en la noche, promoviendo el aislamiento mediante el grosor del propio material tradicional (como el adobe).
Templado / cafetero Templado	Bahareque encementado. Mampostería confinada (con unidad de arcilla cocida).	Poste y viga en madera con envoltente en bahareque.	Identidad, (PCC); ligereza; sismo-resistencia.
Cálido seco	Mampostería confinada (con unidad de arcilla cocida)	Poste y viga en madera con envoltente en tapia pisada o bahareque.	Inercia térmica + enfriamiento nocturno.
Cálido húmedo	Poste y viga en madera con envoltente en bahareque. Guadua (palafito)	Poste y viga en madera y guadua (palafito). Entramado liviano de acero.	Ligereza, ventilación. Sin pudrición.

16.2 COMBINACIÓN DE COMPONENTES

Un mismo sistema estructural admite distintos componentes según el clima y los recursos. La mampostería confinada, por ejemplo, cambia de mampuesto según el clima sin cambiar de sistema

estructural. El sistema de viga y poste en madera permite tener diferentes envoltentes, sea que se requiera mayor inercia térmica o ligereza y/o ventilación.

COMPONENTES RECOMENDADOS POR CLIMA				
Componente	Frío	Templado	Cálido seco	Cálido húmedo
Mampuesto (si confinada)	Bloque de concreto	Unidad de arcilla cocida (ladrillo)	Unidad de arcilla cocida (ladrillo macizo) $\geq 25 \text{ cm}$	Bloque ventilado / calado
Sobrecimiento*	$\geq 40 \text{ cm}$	$\geq 30 \text{ cm}$	$\geq 40 \text{ cm}$	Palafito / $\geq 50 \text{ cm}$
Envoltente	Aislada, hermética	Cámara ventilada	Masiva + aleros	Liviana, calados

COMPONENTES RECOMENDADOS POR CLIMA				
Componente	Frío	Templado	Cálido seco	Cálido húmedo
Envolvente (si poste y viga en madera)	Adobe	Bahareque	Bahareque	Bahareque con celosía
Cubierta y teja	Metálica aislada	Teja arcilla cocida + cámara	Teja arcilla cocida clara + cámara	Metálica / vegetal ventilada

*criterio de diseño

Regla de oro de la combinación

- La estructura responde a la zona sísmica; la envolvente y la cubierta responden al clima; el mampuesto y los acabados responden a los recursos locales y a la identidad cultural.
- Así, un mismo sistema verificado (p. ej. mampostería confinada) puede adaptarse a los cuatro climas cambiando solo sus componentes, sin perder respaldo normativo.

En un proyecto de vivienda rural (Res. 0194/25), el enfoque debe estar en cumplir las pautas de diseño pasivo (orientación del sol, aleros para sombrear fachadas (donde se requiera), ventilación cruzada); cumplir con los parámetros bioclimáticos sugeridos; usar materiales de la región y/o materiales con baja energía incorporada.

16.3 RESPALDO DE LA MATRIZ POR CLIMA

FUNDAMENTO DE LA MATRIZ POR CLIMA		
Clima	Afirmación clave	Fundamento (síntesis)
Frío	Captación de calor + aislamiento	En clima frío el diseño bioclimático aprovecha la ganancia solar y reduce pérdidas. La norma de construcción sostenible usa una transmitancia de referencia de muros del orden de 1,21 W/m ² ·K; el valor $U \leq 0,45$ del capítulo es meta voluntaria de buena práctica.
Templado/ cafetero Templado	Identidad (PCC) sismo-resistencia, ligereza.	El Título E (NSR10) reconoce el bahareque encementado como sistema sismo resistente para vivienda de uno y dos pisos. El Paisaje Cultural Cafetero (PCC) consagra tapia pisada, bahareque y teja de barro como técnicas constructivas patrimoniales.
Cálido seco	Inercia térmica + enfriamiento nocturno	Con alta oscilación térmica día-noche, la masa térmica (tierra, adobe, ladrillo macizo) almacena el calor diurno y lo libera de noche, estabilizando la temperatura interior; se acompaña de colores claros y aleros.
Cálido húmedo	Palafito, ligereza, ventilación, sin pudrición	Con baja oscilación térmica, prima la ventilación cruzada y la envolvente liviana y ventilada. La guadua y la madera se deben proteger contra humedad, hongos e insectos: justamente la función del palafito (elevar y ventilar la base).

16.4 FUNDAMENTO

Afirmación	Fundamento (síntesis)
Un mismo sistema (confinada) admite distintos mampuestos	El Título E (NSR10) admite unidades de concreto, arcilla cocida o sílico-calcáreas —de perforación vertical, horizontal o macizas— dentro del sistema confinado; el marco general (Título D) define las unidades y su resistencia mínima. Varía el mampuesto, no la verificación sísmica.
Envolvente y cubierta diferenciadas por clima	La norma de construcción sostenible opera con medidas pasivas diferenciadas por clima: ventilación natural, protección solar, aleros, cámaras ventiladas y colores claros para reducir absorptividad y transmitancia.
El sobrecimiento es requerido sobre la cimentación	El Título E (NSR10) exige construir un sobrecimiento anclado a la cimentación, que sobresalga sobre el terreno.
Regla de oro (estructura↔sismo; envolvente y cubierta↔clima; mampuesto y acabados↔recursos e identidad cultural)	Síntesis coherente con el marco vigente: la estructura sismo resistente la gobierna la NSR-10; la envolvente y la cubierta, la Res.0194/2025 (medidas diferenciadas por clima), la Res.0534/25 y la identidad cultural (PCC, ST333, Dec.1341/25).

16.5 REFERENCIAS

NSR-10, Título D —Mampostería estructural (D.3.6 Unidades de mampostería; D.10 Mampostería de muros confinados, incl. Tabla D.10.3-1 de resistencia mínima de unidades y restricción D.10.3.2.2 al bloque de perforación horizontal de arcilla).

NSR-10, Título E —Casas de uno y dos pisos (E.2 Cimentaciones; E.3 Mampostería confinada, incl. E.3.2.1 Unidades de mampostería; E.7 Bahareque encementado).

NSR-10, Título G —Estructuras de madera y estructuras de guadua (Cap. G.12 Estructuras de guadua).

NSR-10, Título F —Estructuras metálicas. Minvivienda / AIS, 2010.

Resolución 0194 de 2025 (MVCT) — Parámetros y lineamientos de construcción sostenible; Incluye Anexo 1 (Guía de Construcción Sostenible) y Anexo 2 (zonificación climática, IDEAM).

UNESCO — Paisaje Cultural Cafetero de Colombia. Inscripción en la Lista de Patrimonio Mundial, 25 de junio de 2011.

Diseño bioclimático por clima: inercia térmica y enfriamiento nocturno (cálido seco); ventilación cruzada y envolvente ventilada (cálido húmedo). Referencias clásicas de V. Olgyay y B. Givoni; y Guía de Construcción Sostenible (Anexo 1, MVCT).

Confort térmico en vivienda de interés social de clima cálido en Colombia —transmitancia de referencia de la norma de construcción sostenible (orden de 1,21 W/m²·K).

ASHRAE 62.2-2022. Ventilación y calidad de aire interior (referencia para ren/h). (ashrae.org)

Nota: las referencias normativas remiten a la versión oficial de cada Título de la NSR-10 y a la Resolución 0194 de 2025 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Verifique siempre la edición vigente antes de su aplicación.

PARTE VI.

Cierre

CAPÍTULO 17.

Lista de verificación

17.1 LISTA GENERAL DE ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO, APLICABLE A CUALQUIER CLIMA Y SISTEMA

- | | |
|---|--|
| ☐ Zona climática identificada (Res. 0194 Anexo 1 y datos IDEAM). | ☐ Transmitancia U de muro y cubierta verificadas según Res. 0194. |
| ☐ Zona de amenaza sísmica identificada (NSR-10 Título A). | ☐ Cumplimiento de NSR-10 evaluado y documentado para el sistema elegido. |
| ☐ Ficha de microclima del predio levantada (sol, viento, agua, pendiente). | ☐ Factor de luz día (FLD) verificado en sala, cocina y dormitorios. |
| ☐ Tipo de suelo caracterizado (capacidad portante, plasticidad). | ☐ Sistema de captación o abastecimiento de agua y saneamiento dimensionado. |
| ☐ Inventario de materiales locales y oficios tradicionales realizado. | ☐ Energía renovable (FV, solar térmica, biogás) dimensionada para la zona. |
| ☐ Patrones de uso del espacio y enfoque de género incorporados. | ☐ Plan de mantenimiento preventivo incluido en la entrega. |
| ☐ Sistema constructivo seleccionado con los cinco criterios y validado con la comunidad. | |

GLOSARIO TÉCNICO

[A]

Adecuación cultural. Ajuste de la vivienda a las técnicas, formas y preferencias de la comunidad; componente del derecho a la vivienda digna (T-333/22, Dec1341/25).

Adobe. Bloque de tierra cruda moldeada y secada al sol; material masivo de alta inercia térmica usado en clima frío y cálido seco.

Amenaza sísmica. Probabilidad de ocurrencia de sismos en una zona; la NSR-10 la clasifica en baja, intermedia y alta.

[B]

Bahareque. Sistema de entramado de guadua, madera y cañas con relleno de tierra y fibras y revestimiento; tradicional (tierra y fibras) o en cementado (mortero).

BTC. Bloque de tierra comprimido.

[C]

CEELA. Certificación de Edificaciones Eficientes en Latinoamérica; programa con criterios de eficiencia (EECA) referenciado en la Guía.

CO₂. Dióxido de Carbono

Confort térmico adaptativo. Sensación de bienestar térmico lograda sin sistemas mecánicos, mediante diseño pasivo.

Consulta previa. Derecho de comunidades étnicas a ser consultadas de forma previa, libre e informada antes de intervenciones en su territorio (Convenio 169 OIT, Ley 21 de 1991).

Corredor. Espacio intermedio cubierto y abierto que articula interior y exterior; recurso bioclimático y cultural de la vivienda rural colombiana.

[D]

Déficit habitacional. Medida de las carencias de vivienda; cuantitativo (hogares sin vivienda o que requieren una nueva) y cualitativo (viviendas con condiciones inadecuadas susceptibles de mejoramiento).

[E]

Energía incorporada. Energía consumida en producir, transportar y poner en obra un material; menor en materiales locales y naturales.

Envolvente. Conjunto de muros, fachadas, cubierta, ventanas y puertas que separan el interior del exterior.

[F]

Factor de luz día (FLD). Porcentaje de luz natural interior respecto a la exterior; mide la iluminación natural de un espacio.

[G]

Guadua (*Guadua angustifolia*). Bambú nativo de alta resistencia estructural; material renovable regulado por la NSR-10 (Título G, Cap. G.12) y normas NTC.

[I]

Inercia térmica. Capacidad de un material masivo de almacenar calor y liberarlo con retraso, estabilizando la temperatura interior.

[K]

kWh/m². Indicador de consumo

[M]

Microclima. Condiciones climáticas particulares de un predio, distintas del clima regional por efecto del relieve, el viento y la vegetación.

[P]

Palafito. Vivienda elevada sobre pilotes para protegerla de la humedad y las crecientes; típica del clima cálido húmedo.

[S]

Sistema vernáculo. Técnica constructiva tradicional propia de un territorio, transmitida por la cultura local.

[T]

Tapia pisada. Muro monolítico de tierra compactada por capas dentro de un encofrado; material masivo de alta inercia térmica.

Transmitancia térmica (U). Flujo de calor que atraviesa un elemento por unidad de área y diferencia de temperatura; menor U = mejor aislamiento.

[V]

Ventilación nocturna. (Night flush) Ventilación que enfría la masa térmica acumulada durante el día; útil en clima cálido seco.

SIGLAS

[A]

AIS-FOREC. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – Fondo para la Reconstrucción y Desarrollo Social del Eje Cafetero.

[B]

BHQ. Bahareque

[C]

CDL. Coeficiente de luz diurna

CCCS. Consejo Colombiano de Construcción Sostenible

CONPES. Consejo Nacional de Política Económica y Social

[D]

DANE. Departamento Administrativo Nacional de Estadística

DNP. Departamento Nacional de Planeación

Dec. Decreto

[E]

EECA-CEELA. Principios de Diseño y Construcción

[N]

NTC. Norma técnica colombiana

NSR-10. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente

[P]

ParamSFVR. Parametrización del Subsidio Familiar de Vivienda Rural.

PNVISR. Plan Nacional de Construcción y Mejoramiento de Vivienda Social Rural

[R]

RAS. Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico

RCD. Residuos de Construcción y Demolición

Res. Resolución

RETILAP. Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público

[S]

Sentencia T. Sentencia Corte Constitucional

SUDS. Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible: soluciones que manejan el agua lluvia imitando el ciclo natural

[T]

Tit. Título

[U]

UPME-PGEE. Unidad de Planeación Minero Energética - Plan de Gestión Eficiente de la Energía.

[V]

VISR. Vivienda de Interés Social Rural.

REFERENCIAS A NORMAS NACIONALES

Las normas que constituyen el soporte de obligado cumplimiento y referencia de la Guía se listan a

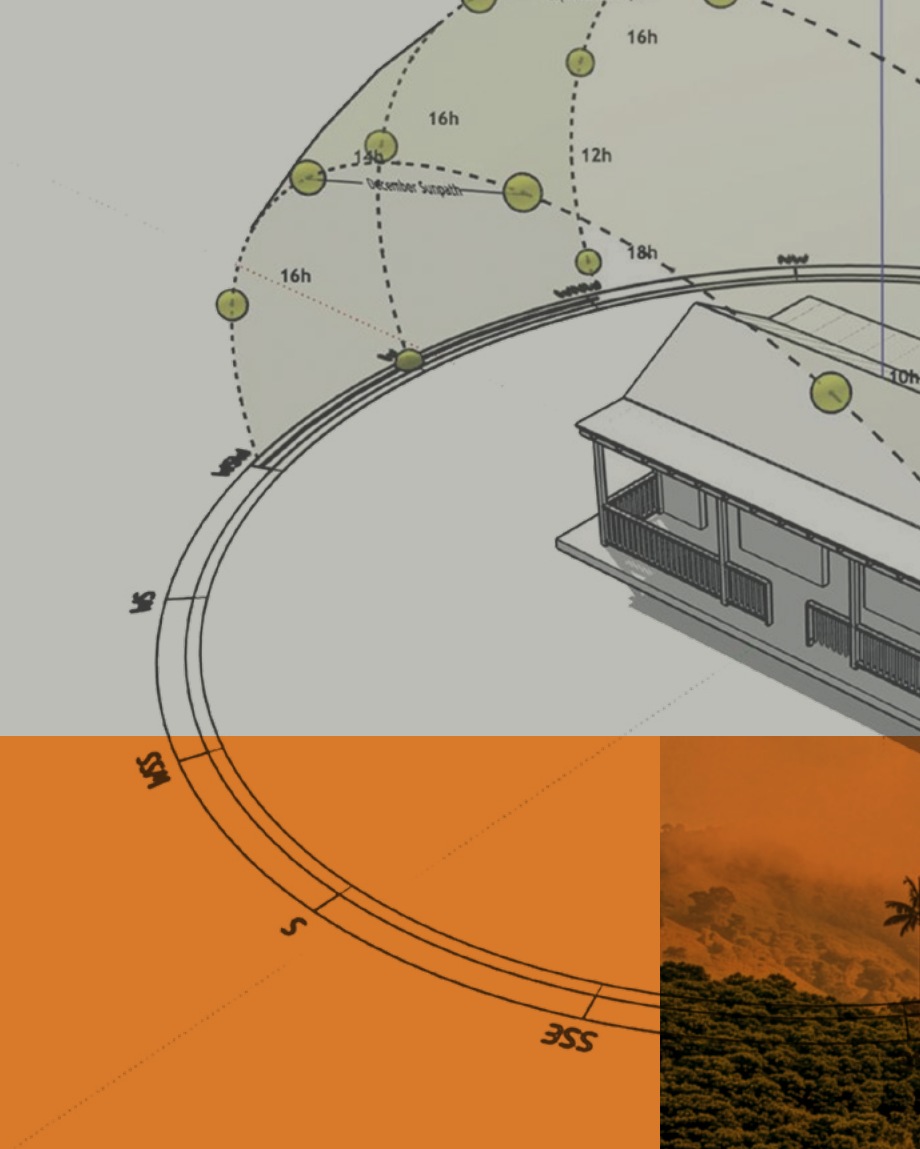
continuación. Verifíquese la vigencia y el texto oficial antes de su cita formal.

Norma	Objeto
Res. 0534/2025 (MVCT)	Criterios de sostenibilidad para edificaciones por ciclo de vida.
Res. 0194/2025 (MVCT)	Ahorro de agua y energía; medidas pasivas y activas por clima.
NSR-10 (Dec. 926/2010 y act.)	Reglamento de construcción sismo resistente; Títulos C, D, E, F, G, A.
RAS Res. 0330/2017 (MVCT)	Agua potable y saneamiento básico rural.
RETILAP 2024 (MinMinas)	Iluminación y alumbrado; iluminancias mínimas y luz natural.
PNVISR Res. 000179/2017	Plan Nacional de Vivienda Social Rural; enfoque diferencial.
Ley 2462/2025	Igualdad de oportunidades para mujeres rurales.
Decreto 1341/2025 (MVCT)	Hábitat y vivienda diferencial; sistemas vernáculos y métodos alternos.
Ley 373/1997	Uso eficiente y ahorro del agua.
NTC 5400 / 4205 / 4026 / 2500	Calidad de guadua, ladrillo, bloque y madera aserrada.
Sentencias T-333/22 y T-622/2016	Vivienda digna y derechos bioculturales.
Ley 361 de 1997 y Decreto 1538 de 2005	Accesibilidad al medio físico; integración social de personas con discapacidad.
NTC 6047, 4140, 4143, 4145 y 4201	Accesibilidad: espacios de servicio, pasillos, rampas, escaleras y pasamanos.
Ley 21 de 1991 (Convenio 169 OIT)	Consulta previa, libre e informada a comunidades étnicas.
Ley 1819 de 2016	Beneficios tributarios para fuentes no convencionales de energía.
Ley 2079 de 2021	Ley de vivienda y hábitat; política habitacional.
Ley 2294 de 2023	Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026.
Decreto 1727 de 2021	Ecobertura: subsidio para vivienda no VIS sostenible.
Res. 0472 de 2017 (act. 1257/2021)	Gestión integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD).
CONPES 3919 de 2018 y 4080 de 2022	Política de Edificaciones Sostenibles; discapacidad e inclusión.
NTC 5525, 5300, 5301 y 5407	Bahareque encementado; cosecha, preservación y uniones de la guadua.
NTC 4205-1, 4026 y 2500	Unidades de arcilla; unidades de concreto; uso estructural de la madera.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Fuentes de referencia para profundizar en los contenidos de la Guía:

- Arquitectura y Clima: Manual de Diseño Bioclimático. Viktor Olgyay, Gustavo Gili. 1998 (5ª ed.).
- Atlas de Radiación Solar, Ultravioleta y Ozono de Colombia. Bogotá. UPME - Ministerio de Minas y Energía.
- Bahareque: guía de construcción parasísmica Carazas Aedo, W. & Rivero Olmos, A. (2002). CRATerre-EAG / Misereor.
- Certificación de Edificaciones Eficientes en Latinoamérica (CEELA). Criterios EECA IFC — Banco Mundial / COSUDE.
- Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV 2018) y Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV). Bogotá. DANE (2018; ECV 2025, publicada en 2026).
- Clasificación climática y atlas climatológico de Colombia. Bogotá. IDEAM.
- Colombia Arquitectura Hombre y Clima. Santiago Moreno G. SENA – Universidad Nacional. Bogotá. 1991.
- Cubiertas vegetales y maderables para la región húmeda de la Guajira. Santiago Moreno G. et al. SENA – Universidad Nacional. Colombia. 1991.
- El derecho a una vivienda adecuada I: una propuesta sobre cómo medir el cumplimiento del aspecto "lugar". Néstor Fernando López Murcia. 21 International Law, Revista Colombiana de Derecho Internacional, 393-413 2012.
- Estrategia Nacional de Economía Circular. Bogotá. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2019).
- Estado de la Construcción Sostenible en Colombia. Bogotá. Consejo Colombiano de Construcción Sostenible — CCCS (2024).
- Guía para el consumo consciente, racional y eficiente de la energía. Sector residencial. Fabio González y Santiago Moreno G. UPME. Colombia. 2014.
- Guía de Construcción Sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones (Resolución 0194 de 2025, Anexo 1). Bogotá. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2025).
- Guía Técnica de Criterios de Sostenibilidad para Edificaciones por Ciclo de Vida (Resolución 0534 de 2025). Bogotá. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2025).
- Guía Metodológica para el diseño de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS). Bogotá. MVCT / DNP (2022).
- Guía y Cartilla para Planes de Gestión Eficiente de la Energía en Entidades Públicas. Bogotá. Unidad de Planeación Minero Energética — UPME (2018, 2020).
- Guadua: Manual de Diseño y Construcción. Simón Vélez. CAMACOL Colombia, 2015.
- La Arquitectura de la vivienda rural en Colombia. Lorenzo Fonseca y Alberto Saldarriaga. Volumen 1 y 2 Colciencias. Bogotá, Colombia. 1980.
- La arquitectura de tierra en Colombia, procesos y culturas constructivas en Revista Apuntes Arquitectura de tierra volumen 20 número 2, pps 242 a 265. Bogotá 2008, Pontificia Universidad Javeriana. ISSN 1657-9763.
- La Casa Isleña patrimonio cultural de San Andrés / Island Houses San Andrés's cultural heritage. Bogotá: Unibiblos, 2004. 160p.:il. ISBN 958-701-424-3.
- Manual de Construcción con Tierra. Gernot Minke. Eco-Habitar, 2010. ISBN 978-84-934948-9-3.
- Manual de Construcción Sismo Resistente de Viviendas en Bahareque Encementado. Eje cafetero, Colombia. AIS / FOREC / Corona.
- Normas Técnicas Colombianas ICONTEC. NTC 5400 (guadua), NTC 4205 (ladrillo), NTC 4026 (bloque), NTC 2500 (madera).
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.
- The Last China Closet/ Arquitectura, memoria y patrimonio. Clara E. Sánchez G. Bogotá: Universidad Nacional, 2009. 102 p.:il. ISBN 978-958-44-5182.
- Vivienda y Cultura Modos de habitar y construir la vivienda en el espacio urbano y rural en Colombia. (varios autores) Editoras Gilma Mosquera Torres y Ángela María Franco Calderón. Universidad del Valle e ICANH. 2022.



Desde la Subdirección de Subsidio y Ejecución de Vivienda Rural del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, se han identificado retos climáticos y de abastecimiento de recursos en diversas regiones del territorio colombiano. Estos desafíos han sido considerados en el diseño y ejecución de soluciones de vivienda nueva y/o mejoramientos en zonas rurales. Es importante destacar que las líneas de atención de esta subdirección incluyen enfoques diferenciales de género y poblacionales, lo cual implica intervenir en territorios donde, en muchos casos, no se cuenta con servicios básicos como agua potable y saneamiento básico, energía eléctrica o infraestructura hidráulica, lo que ha hecho necesario buscar

soluciones alternativas de recolección de aguas lluvias, sistemas de tratamiento de aguas residuales y suministros de energía eléctrico con paneles solares, de igual manera se hace necesario integrar en el diseño de las soluciones de vivienda rural diseños que estén acorde a sus usos y costumbres ya que estas zonas se caracterizan por la diversidad cultural.

Guía técnica con los estándares de sostenibilidad para viviendas rurales y públicas en Colombia desarrollada para el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, en el marco del proyecto de Cooperación Internacional «Fortaleciendo capacidades para la eficiencia energética en edificios en América Latina (CEELA, por sus siglas en inglés)».

