

LAS CASAS DEL VIENTO

**"UN ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO DEL PROTOTIPO DEL PROGRAMA DE VIVIENDA
RURAL MIDUVI EN EL PÁRAMO ECUATORIANO"**

Juan Enrique Ureña - Moreno
John Oswaldo Ortega - Castro



Las Casas del Viento

© Autores

Juan Enrique Ureña – Moreno
Docente de la Escuela Superior Politécnica de
Chimborazo

John Oswaldo Ortega – Castro
Docente de la Escuela Superior Politécnica de
Chimborazo



Casa Editora del Polo – CASEDELPO CIA. LTDA.

Departamento de Edición

Editado y distribuido por:

Editorial: Casa Editora del Polo

Sello Editorial: 978-9942-816

Manta, Manabí, Ecuador. 2019

Teléfono: (05) 6051775 / 0991871420

Web: www.casedelpo.com

ISBN: 978-9942-816-91-7

DOI: <https://doi.org/10.23857/978-9942-816-91-7>

© Primera edición

© Mayo - 2022

Impreso en Ecuador

Revisión, Ortografía y Redacción:

Lic. Jessica Mero Vélez

Diseño de Portada:

Michael Josué Suárez-Espinar

Diagramación:

Ing. Edwin Alejandro Delgado-Veliz

Director Editorial:

Dra. Tibusay Milene Lamus-García

Todos los libros publicados por la Casa Editora del Polo, son sometidos previamente a un proceso de evaluación realizado por árbitros calificados. Este es un libro digital y físico, destinado únicamente al uso personal y colectivo en trabajos académicos de investigación, docencia y difusión del Conocimiento, donde se debe brindar crédito de manera adecuada a los autores.

© **Reservados todos los derechos.** Queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de este contenido, por cualquier medio o procedimiento, parcial o total de este contenido, por cualquier medio o procedimiento.

Comité Científico Académico

Dr. Lucio Noriero-Escalante
Universidad Autónoma de Chapingo, México

Dra. Yorkanda Masó-Dominico
Instituto Tecnológico de la Construcción, México

Dr. Juan Pedro Machado-Castillo
Universidad de Granma, Bayamo. M.N. Cuba

Dra. Fanny Miriam Sanabria-Boudri
Universidad Nacional Enrique Guzmán y Valle, Perú

Dra. Jennifer Quintero-Medina
Universidad Privada Dr. Rafael Bellosó Chacín, Venezuela

Dr. Félix Colina-Ysea
Universidad SISE. Lima, Perú

Dr. Reinaldo Velasco
Universidad Bolivariana de Venezuela, Venezuela

Dra. Lenys Piña-Ferrer
Universidad Rafael Bellosó Chacín, Maracaibo, Venezuela

Dr. José Javier Nuvaéz-Castillo
Universidad Cooperativa de Colombia, Santa Marta,
Colombia

Constancia de Arbitraje

La Casa Editora del Polo, hace constar que este libro proviene de una investigación realizada por los autores, siendo sometido a un arbitraje bajo el sistema de doble ciego (peer review), de contenido y forma por jurados especialistas. Además, se realizó una revisión del enfoque, paradigma y método investigativo; desde la matriz epistémica asumida por los autores, aplicándose las normas APA, Sexta Edición, proceso de anti plagio en línea Plagiarisma, garantizándose así la científicidad de la obra.

Comité Editorial

Abg. Néstor D. Suárez-Montes
Casa Editora del Polo (CASEDELPO)

Dra. Juana Cecilia-Ojeda
Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela

Dra. Maritza Berenguer-Gouarnaluses
Universidad Santiago de Cuba, Santiago de Cuba, Cuba

Dr. Víctor Reinaldo Jama-Zambrano
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ext. Chone

Contenido

PROLOGO.....	15
INTRODUCCIÓN.....	19
CAPITULO I	
UN HOGAR EN EL PÁRAMO.....	23
1.1 El Páramo	25
1.2 Un Paraíso de Necesidades.....	27
1.3 La Chozza Andina.....	29
1.4 Casita Buena: el paradigma de la sostenibilidad...	37
1.5 Vivienda Propia el Sueño de Pocos.....	40
1.6 Los Errores del Pasado	43
1.7 La problemática de habitabilidad de la vivienda social en el páramo ecuatoriano.....	48
CAPITULO II	
ANÁLISIS DE LA UNIDAD HABITACIONAL PROMULGADA POR EL MIDUVI.....	51
2.1 Orientación al sol y vientos predominantes.....	54
2.2 Fachadas y aberturas.....	58
2.3 Cimentación y estructura.....	59
2.4 Servicios básicos y acabados.....	62
2.5 Diseño interior y particiones.....	64
2.6 Altura, dimensiones, proporciones y escalas.....	66
2.7 Envolverte (fábrica de ladrillos).....	66
2.8 Cubierta.....	69
2.9 Ventanas y puertas.....	72
2.10 Transmitancia térmica en paredes.....	73
2.11 Transmitancia térmica en pisos.....	76
2.12 Transmitancia térmica en cubierta.....	78

CAPITULO III FACTORES CLIMÁTICOS Y SENSACIÓN DE ABRIGO83

3.1 Radiación solar duración y ciclos.....	85
3.2 Temperaturas extremas y medias.....	90
3.3 Humedad relativa.....	93
3.4 Orientaciones solares.....	95
3.5 Vientos y brisas.....	100
3.6 Diagrama psicométrico y límites de confort.....	104
3.7 Aspectos estéticos culturales.....	108
3.8 Bienestar térmico y abrigo.....	111
3.9 El Poncho.....	112
3.10 Calculo de "Clo".....	114

CAPITULO IV117 ANÁLISIS COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO (TÉRMICO) DE LA ESTRUCTURA.....117

4.1 Climate Consultant.....	119
4.2 Autodesk Ecotect Analysis.....	121
4.3 Orientación Optima.....	122
4.4 Radiación en la envolvente.....	124
4.5 Porcentaje de ocupación y uso.....	125
4.6 Resultados De Modelacion (As Built).....	128
4.6.1 Pérdidas y ganancias del techo y mampostería de ladrillos (envolvente global) en orientación optima	128
4.6.2 Pérdidas y ganancias del techo (Fibro cemento) en orientación óptima.....	129
4.6.3 Pérdidas y ganancias de envolvente (Mampostería de ladrillo y aberturas) en orientación óptima	130
4.7 Resultados de Modelación con Reformas Pasivas.....	131
4.7.1 Reformas pasivas asumidas para modelación.....	131

4.7.2 Pérdidas y ganancias globales (envolvente-estructura) reformas pasivas.....	132
4.7.3 Pérdidas y ganancias del techo (fibrocemento) reformas pasivas.....	133
4.7.4 Doble mampostería.....	134
4.8 Temperatura interior.....	135
4.9 Ganancias y pérdidas horarias.....	138
4.10 Horas de confort.....	141

BIBLIOGRAFÍA143

PROLOGO

El libro Las Casas del Viento hace un análisis bioclimático y una crítica constructiva de la vivienda social en los páramos del Ecuador, nace de la experiencia en la construcción de viviendas para el MIDUVI en zonas deprimidas de la serranía ecuatoriana.

Comencé a escribir las casas del Viento en el año 2018 cuando regrese al país después de tener un acercamiento a la Bioclimática en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla a finales de 2015, esta obra se culminó en el año 2022, motivado por una experiencia previa como constructor de más de 100 “ soluciones habitacionales para el Programa de Vivienda Rural del Ministerio Urbano y Vivienda del Ecuador MIDUVI en los páramos específicamente en una de las zonas con mayores índices de pobreza de todo el País, el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo.

No puedo olvidar aquel día en la comunidad Tejar Balbaneda, que, visitando a los beneficiarios en lo más alto de su poblado, a más de 3300 metros sobre el nivel del mar, conocí a María aquella mujer casi octogenaria de cabellos blancos, anaco y obrero colorido, aunque no hablaba mucho español me recibió con su esposo en su Chozza semienterrada en la topografía de vista espectacular hacia el valle profundo.

Me costaba mucho caminar esas pendientes, el aire escasea y el frío se siente. Su choza me protegía del viento helado de final de la tarde, al ingresar el calor de

la hoguera y el sonido de sus animales que corrían libres dentro de sus aposentos me daban la sensación de un refugio seguro y confortable.

Me preguntaba en silencio. como les iba a explicar? que en pocos meses debían abandonar su espacio para la llegada del desarrollo. En Tejar Balbaneda 35 familias serían beneficiadas con una Vivienda Nueva y ellos se encontraban en la lista.

¿Cómo explicarles? que llego el tiempo del bloque prensado, el hormigón, el fibrocemento y los revestimientos cerámicos. Que la paja, la tierra y la madera ya no serían parte de su vida.

Pasaron 6 meses desde aquel día en que todos celebraban el sueño de una vivienda propia, regresé a aquellos paisajes para la firma del acta definitiva, solo para darme cuenta que el esfuerzo gubernamental se había convertido en una bodega para productos, insumos y herramientas. Aquellas gallinas multicolor descansaban en pencos entrecruzados en lo que hace meses era un baño completo. Habían regresado a aquella oscura pero confortable choza donde el frío se diluye y sus costumbres permanecen.

Pasaron casi ocho Años, y predestinado o no la academia me acercaría al proyecto Quinoa Ñam muy cerca de la laguna de COLTA para estudiar y trabajar en la rehabilitación energética de una de estas viviendas para su uso en Agroturismo, pero este será un tema para

el siguiente volumen de esta producción.

Toda la experiencia vivida, estudios realizados y resultados obtenidos develaron el grave problema térmico y sus posibles soluciones.

Miles de Casas del Viento están el páramo olvidadas y necesitan ser rehabilitadas.

La búsqueda de una arquitectura eficiente, sana y confortable tiene el fin de desarrollar técnicas pasivas de ahorro energético y confort ambiental en la construcción de la vivienda social en el Páramo Ecuatoriano.

El uso de materiales locales, técnicas de construcción vernáculas y el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía, específicamente la ganancia solar, persiguen el confort térmico elevando la calidad de vida de sus habitantes con el menor costo posible en la construcción de cada vivienda.

El presente trabajo hace un análisis bioclimático de confort térmico de la estructura habitable construida en serie y promovida por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda dentro de su Programa de Vivienda Rural en la Sierra Ecuatoriana.

Este modelo en serie de vivienda rural impulsada por el Gobierno del Ecuador en la segunda década del 2000, bajo las directrices de la Política del Buen Vivir, se ubica geográficamente a más de 3100 metros de altura sobre el nivel del mar en un ecosistema particular “el páramo andino” y presenta un problema de habitabilidad en la madrugada por bajas temperaturas nocturnas que provocan altos porcentajes de abandono de las viviendas por parte de los pueblos originarios kichwas que fueron beneficiados con este prototipo a costa del abandono de su arquitectura vernácula heredada “la choza andina”.

En este análisis bioclimático de la arquitectura se

toma en cuenta aspectos biofísicos referidos a geografía, clima, temperatura, humedad, vientos, lluvia y orientación del sol, etc. A más del análisis de materiales contemporáneos y procesos constructivos usados sin omitir aspectos fundamentales en los análisis técnicos, nos referimos a aspectos psicológicos, antropológicos y culturales; ya que todo tipo de arquitectura se desarrolla en un espacio concreto y tiempo histórico para hombres o mujeres con una cultura y tradiciones específicas.

Este análisis pretende reconocer toda la diversidad de factores a considerar y establece niveles de relación entre ellos suficientemente claros para proporcionar soluciones reales y adaptadas a la realidad social y económica de sus habitantes.

En el Capítulo Uno se aborda el entorno en el cual se desarrolla, el páramo, sus características geográficas y físicas a más de las necesidades latentes de los pueblos que las habitan específicamente el déficit habitacional en este piso climático del Ecuador.

El Capítulo dos desarrolla un análisis que abarca lo arquitectónico, particiones, materiales y sistemas constructivos del prototipo indicado, analizando componentes y comportamiento térmico de sus materiales.

El Capítulo tres aborda las condiciones específicas de la zona Sierra Central, radiación, temperatura, humedad relativa etc. A más del análisis del bienestar térmico y

abrigo para la cultura específica que la habita la Sierra Centro-Norte de los Andes lugar donde habitan pueblos originarios llenos de tradiciones ancestrales.

La experiencia vivida en la modelación y construcción de este tipo de vivienda, está plasmada en las recomendaciones de este libro que tienen como objetivo final la difusión de información para la intervención física in situ, pero eso será tema para una siguiente entrega en la regeneración energética de viviendas en el Páramo Ecuatoriano.



CAPITULO I

UN HOGAR EN EL PÁRAMO

1.1 El Páramo

Cuando Alexander von Humboldt en 1802 recorrió los páramos ecuatorianos supo que se trataba de un terreno agreste de difícil tránsito, seco y de bajas temperaturas. La cordillera de los Andes, el sistema montañoso que atraviesa el Ecuador, hace que mundos distintos confluyan en un solo territorio, microclimas templados, húmedos, secos, paramos, selvas y bordes costeros que son el resultado de las abismales diferencias de su relieve y orografía.

La Serranía Ecuatorial atravesada de Norte a Sur por esta cordillera, se divide en dos sistemas paralelos dentro del territorio. La cordillera Oriental y Occidental, las cuales se encuentran separadas por valles bajos y llanuras donde soplan vientos cruzados entre sí, crean en los andes ecuatorianos una serie de diversos microclimas.

Según el INHAMI (Instituto Nacional de Meteorología) se define las diversidades de clima en esta región como pisos o escalones climáticos de los cuales nos centramos en uno de ellos denominado como EL TEMPLADO donde la mayoría de asentamientos humanos o viviendas rurales dispersas se encuentran ubicadas.

“El templado, con una temperatura de 17 °C, se sitúa en los lugares que van desde los 2 500 hasta los 3500 m. Se caracteriza este eslabón climático por tener lluvias abundantes, granizadas frecuentes, ambiente nublado y

por ser el más poblado (ejemplo: Riobamba).

El régimen térmico detallado en la Figura.1 para la zona de la Sierra Central la cataloga como ZONA B'2 (Templado Frío o Semifrío) la cual se representa en color amarillo. Corresponde a la Sierra Central y Norte del Ecuador, demostrado la uniformidad en las características climáticas

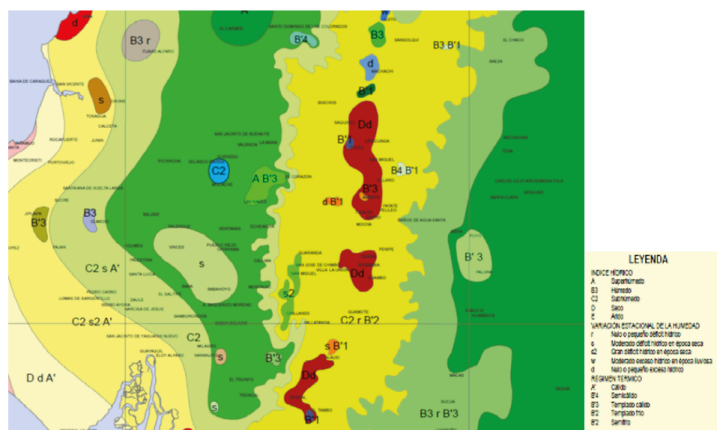


Figura 1 Climas del Ecuador - Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador

Inmerso en este piso climático se encuentra uno de los ecosistemas más singulares del Ecuador, el Páramo Andino. Este ecosistema apenas representa el 7% del total del territorio nacional según INHAMI y aparece a una altura de 2800 metros sobre el nivel del mar para extenderse fácilmente hasta los 4000.

El páramo ecuatoriano alberga importantes

cantidades de agua, funciona como una esponja en la captación de agua desde la atmosfera a las tierras altas, es de suma importancia tanto para las comunidades que viven en el sector cuanto para las ciudades que se encuentran en sus valles y planicies que dependen de su dotación diaria.

Mucho se debate acerca de la altura exacta y ubicación del páramo andino, pero (Medina & Mena 2001) cita en este caso:

“Las altitudes entre las que se encuentra este ecosistema típicamente tropical varían bastante, pero, en términos generales, se encuentra sobre la línea de bosques continuos (los bosques andinos) y llega hasta donde pueden existir plantas por debajo las nieves eternas. En el Ecuador se usa comúnmente la altitud de 3.500m como límite inferior, pero las condiciones geológicas, climáticas y antrópicas hacen que este límite varíe mucho y que se encuentren a veces paramos desde los 2.800 m, especialmente en el sur del país, o bosques cerrados hasta por sobre los 4.000 m”

1.2 Un Paraíso de Necesidades

El nacer en una región distinta, privilegiada en paisajes y cultura, no ha dado ventajas a sus comunidades. Los páramos de Chimborazo y Bolívar tienen los índices más altos en cuanto a pobreza y desnutrición infantil en menores de cinco años, aquel imponente paisaje es

sin duda uno de los lugares más injustos y olvidados de nuestro País.

"Se puede tener que en Chimborazo el nivel de desnutrición es del 40% y en Quito puede ser del 12%, pero el número de niños desnutridos en Quito es más alto que el de todos los niños desnutridos de la Sierra Centro".

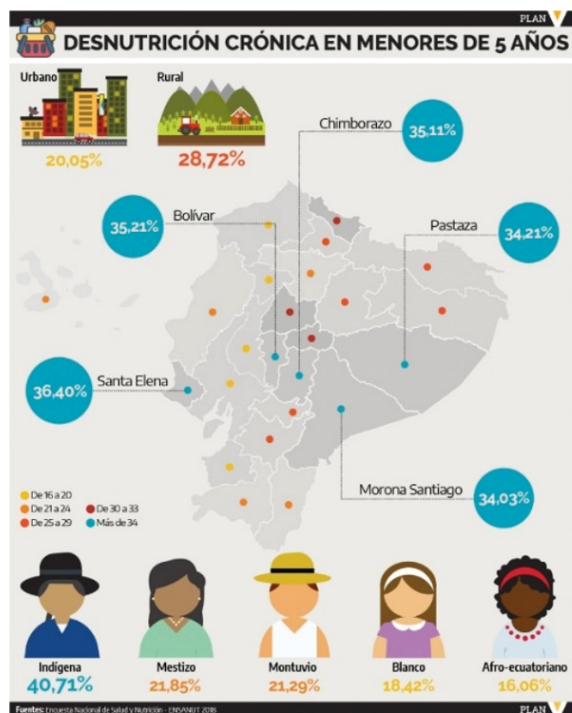


Figura 2. Desnutrición Crónica en Menores de 5 años - Fuente: <https://www.planv.com.ec/historias/sociedad/ecuador-el-alto-coste-del-hambre-y-la-desnutricion-cronica>

Para estos pueblos como para su gente, caer en el olvido gubernamental ha sido por décadas el común denominador en todas las administraciones.

Caminar por esos paramos helados donde la única cosa cálida que existe es el recibimiento de sus comuneros, aquel pueblo acostumbrado a su Poncho y Gorro de Lana, donde los rostros sonrientes pero enrojecidos de los niños en el páramo te hacen olvidar por un momento de todas las necesidades al cual han sido sometidos por décadas.

Aquellos paramos altos donde muchas veces necesitas un traductor para poder hablarles a los ancianos de la comunidad intentando proveer servicios básicos como agua potable y alcantarillado que por décadas han esperado.

Aquellos Paramos donde los perros llevan collares de púas para sobrevivir a los ataques de los lobos, son los mismos paramos que los jóvenes indígenas no quieren habitar con el sueño de tener una CASITA BUENA en ciudades o poblados bajos.

1.3 La Choza Andina

La choza andina ecuatoriana representa el conocimiento de la arquitectura vernácula heredada de generación en generación entre los pueblos originarios de la Sierra Ecuatoriana. Tiene un alto riesgo de desaparecer debido a las nuevas prácticas constructivas en nuevas generaciones de indígenas que tanto como

el gobierno central, promueven una arquitectura de hormigón y ladrillo.

La choza de tierra y paja es sin duda una de las estructuras bioclimáticas más eficientes en cuanto a condiciones térmicas se refiere en el páramo andino, Si hoy revisamos un manual bioclimático encontraremos un sin número de coincidencias que más que simples reglas detalla la sabiduría de la construcción vernácula adaptada por cientos de años a los diversos ecosistemas y características climáticas de este entorno particular.



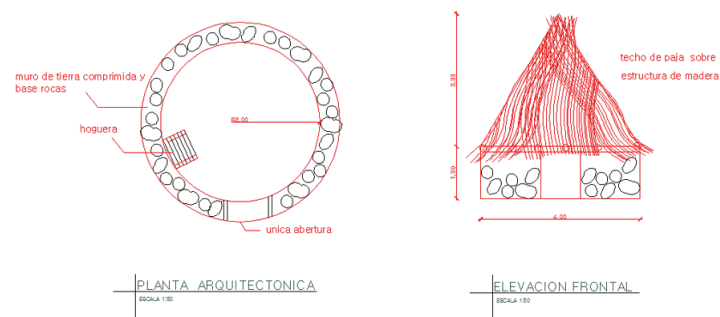
*Figura 3 Choza andina ecuatoriana, Sierra Central
Provincia de Chimborazo–Fuente: GAD-Guamote*

Para poder analizar detenidamente la Choza andina, como primer paso nos centramos en su **fase de construcción** develando el origen de los materiales de la envolvente.

Los muros de tierra y piedra funcionan como paredes, devela un procedimiento de tierra compactada con una base de rocas como cimientos. Estos materiales son extraídos del medio circundante. La tierra negra y cantos rodados que se encuentran en las entrantes y salientes del paisaje de las montañas, recordando viejos ríos extintos, pero con sus cantos intactos.

El techo por otra parte, se posa sobre una estructura de madera extraída de los bosques altos del páramo andino (el llamado palo de chaguarquero popularmente) Árboles de un diámetro máximo de 20 centímetros que se derivan de una diversidad de especies que van desde la zona templada a los altos bosques. Estos son utilizados para formar el cono y el entretejido estructural al que finalmente se fijará el techo conformado por paja seca en abundancia. La paja seca convierte el techo en un tejido impermeable con la singularidad de que puede respirar desde el interior, pero también retener agentes externos.

La **envolvente** construida con una técnica de tierra cruda que ha sobrevivido por generaciones, que no se trata de un adobe o tapial especialmente elaborado, hace que esta técnica ingrese en la descripción de tierra comprimida. En la actualidad se desarrollan avances en materiales como el BTC (Bloque de Tierra Comprimida). La calidad del suelo generalizo el sistema constructivo a lo largo de todo el sistema montañoso, un material accesible en el medio con cero costo económico y ambiental.



*Figura 4 Planta arquitectónica y Elevación Frontal
Chozo Andina*

El páramo andino está conformado por una capa de tierra impermeable, con esta característica a manera de esponja recepta las aguas de lluvia y las transporta hacia los valles bajos. Esta tierra peculiarmente negra y maleable es usada como un tipo de muro comprimido que empieza a construirse por hiladas desde el piso sobre una base de rocas y tierra compacta.

Las rocas juegan un papel estructural importante, le dan el peso necesario para que el centro de gravedad este siempre en su tercio medio, evitando así el volcamiento o deslizamiento. Factores a tomar en cuenta al momento de semi enterrar la choza en el horizonte de la montaña donde muchas veces recibe cargas externas en los muros de la envolvente.

A diferencia del adobe o tapial, que pueden obtener alturas normadas, en este tipo de choza de tierra andina los muros circundantes pueden llegar a alturas máximas de 1.50 metros en estado enterrado y generalmente no

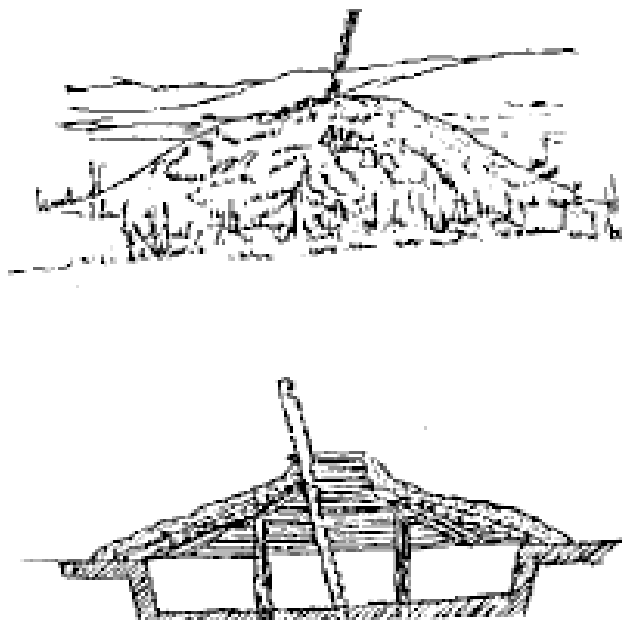
sobrepasan alturas de 1.30 metros

Los muros a gravedad no tienen grandes alturas, como principio básico de construcción para la estabilización de muros de gravedad el ancho del muro limita su altura.

La **Forma** circular de la choza andina, con diámetros aproximados entre 3 a 5 metros, cubierta con un **techo cónico de paja** y un sistema casi siempre semienterrado tiene coincidencias en varias latitudes y en diferentes periodos de la historia. El siglo esquimal, la choza de Gery de los Pueblos Jaguares de la Sierra Colombiana o la vivienda conocida como Salis canadiense, una vivienda semienterrada con hipotética cubierta vegetal en las estepas frías de Canadá muy similar a la choza andina.

Todos diseños propios de zonas climáticas extremas y diferentes pero llevadas a la realidad andina donde a pesar de no tener una estación con presencia de nieve, las bajas temperaturas y el viento hacen del enterramiento la mejor opción para protegerlas.

No solamente el enterramiento es usado, las laderas protegen a la vivienda de los vientos predominantes que recorren los valles con direcciones conocidas, es común encontrar viviendas al filo de la ladera contraria al corredor de vientos que pueden a esta altura llegar a tener grandes intensidades.



*Figura 5 Vivienda semienterrada Salís canadiense -
Fuente: Camesasca 1971*

La arquitectura vernácula no persigue el confort, ha buscado siempre la supervivencia y la protección de las agresiones climáticas externas como el frío y la lluvia. La choza andina en este sentido es una estructura eficiente, el techo de paja transfiere el agua recolectada con su forma cónica hacia el terreno circundante y los muros de tierra protegen a sus habitantes del viento y las bajas temperaturas.

Los muros de tierra semienterrados, por convección adoptan y se equilibran térmicamente con una temperatura mayor en su punto más desfavorable de la madrugada de páramo, donde las temperaturas pueden bajar y aproximarse a cero grados.

Una parte importante para el funcionamiento de la choza andina como refugio térmico es la hoguera interna o fogata, las poblaciones indígenas de la serranía en el Ecuador cuecen sus alimentos, sus hogueras siempre provistas de mote, papas, o habas son alimentadas con leña o ramas recogidas en el entorno próximo los cuales sirven como combustible (biomasa), calientan el ambiente de su hábitat y les proveen de un lugar cálido para pernoctar. Este cocer lo alimentos dentro de la estructura, le confiere a esta vivienda el calor necesario para el confort térmico a la hora de la madrugada, el calor se concentra en el ambiente. Donde a más de mantener secos los muros de tierra que en época de lluvias excesivas están expuestos a humedad, calientan el ambiente para la fría noche en el alto páramo andino.

La hoguera generalmente se sitúa dentro de la estructura, cuando está encendida el techo de la choza andina funciona como un filtro donde la paja seca permite que la mayor parte de humo se disipe hacia el exterior. No todo el humo logra disiparse, es usual que los habitantes de estas viviendas mientras se cuecen los alimentos no estén dentro de la estructura, generalmente trabajan desde muy temprano 4 o 5 am para regresar a

sus viviendas al terminar el día.

Estas viviendas a más de albergar a familias, en la gran mayoría de los casos albergan animales pequeños de granja como conejos y cuyes los cuales necesitan protección térmica y de posibles depredadores como zorros y lobos.

La choza andina se concibe como un refugio, la iluminación enteramente asumida por la puerta principal en el día, no provee a sus habitantes las condiciones necesarias para desarrollar la lectura o trabajos precisos que necesitan cierto número de luxes. En el interior de las chozas no existe acceso a agua potable o una unidad de saneamiento, ya que esto para su cosmovisión de refugio no es necesario.

Estas viviendas también tienen sus aspectos negativos en cuanto a la ausencia de higiene, ventilación, iluminación y una alta concentración de humedad. En toda la Latinoamérica andina, han existido decesos de habitantes en viviendas vernáculas por motivos de pequeños animales como la vinchuca; nombrado popularmente como "el mal de Chagas"; que se desarrolla en lugares con poca ventilación natural y humedad excesiva.

La calidad del aire en el interior de una choza es baja ya que no existe ningún método de ventilación directa o ventilación cruzada por aberturas en la envolvente. La acumulación de CO₂ contenida en el techo de paja debido

a la quema de leña dentro de la estructura disminuye la esperanza de vida y eleva considerablemente los problemas respiratorios de quienes los habitan.

El hollín, las telarañas y los insectos son comunes junto a la hoguera y hacen que los catarros, la Bronquitis, las amebas o la disentería sean las principales afecciones de esta población. La afección de los pulmones y vías respiratorias se deben en gran medida a las prácticas comunes o hábitos relacionados con esta estructura.

El fin del ciclo de vida de una choza andina, tiene buenas opciones para la reutilización de materiales como la paja y piezas de estructuras del techo, no existen materiales externos o artificiales en una choza andina típica por lo que, al momento de quedar obsoleta, la naturaleza es capaz de absorber toda su materia.

1.4 Casita Buena: el paradigma de la sostenibilidad

Aquel concepto de Sostenibilidad con una aproximación en el CLUB DE ROMA y acuñado en el documento de las Naciones Unidas Nuestro Futuro común, para que en 1987 Brundtland se detalle por primera vez el Desarrollo Sostenible.

Satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer las generaciones futuras.

Aquel desarrollo no puede ser solo desarrollo económico, traducido en infraestructura si nos referimos

a la vivienda social. Las generaciones futuras no deberían ser comprometidas bajo ningún concepto en su herencia vernácula de los pueblos originarios.

Lo acontecido en los programas de vivienda rural en el período señalado se debería reconocer como un atentado a la herencia vernácula, a la arquitectura de los pueblos en nombre del Desarrollo.

El abandono por la emigración de las nuevas generaciones de estas comunidades hacia la ciudad, es un agravante, a sabiendas que las ciudades tienden a convertirse en ciudades de globalización. Zaida Muxi en Ciudades Globalizadas estima que para 2050 el 80 % de habitantes vivirá en polos urbanos o ciudades, esta atracción de los indígenas jóvenes hacia la ciudad esta derivada por la ausencia de servicios básicos en comunidades y el deseo de habitar en centros económicos, sociales y culturales.

Muchos factores aumentan la presión sobre la construcción de proyectos de vivienda Rural desarrollados para comunidades. Es necesario elevar los estándares en cada componente, para que la percepción de estas comunidades hacia las estructuras sea de refugio seguro y desarrollo.

Las nuevas viviendas deben estar dotadas de facilidades y confort térmico, acompañados de una dotación de servicios básicos por parte del Estado pueden revertir la idea de que vivir en la parte rural es sinónimo

de pobreza y abandono.

No puede existir patrimonio sin identidad, el diseño vernáculo debe mantenerse en un porcentaje por que no se trata solo de una estructura sino de la identidad que define un colectivo.

Aquel concepto de Casita buena referido al Frio ladrillo cocido o Bloque prensado con su techo metálico de Galvalumen carente de apropiación, pero infinita en precariedad, o aquella Losa nervada de frío hormigón les dan una sensación de falsa seguridad y protección frente a las inclemencias del tiempo.



*Figura.5.1 Precariedad en vivienda 3000 m.s.n.m –
Chingazo Provincia de Chimborazo*

Ese concepto erróneo de progreso y modernidad hace que el efecto de desarraigo hacia sus costumbres, su herencia vernácula y formas de vida traspase al simple hecho de habitar una vivienda nueva.

Los jóvenes comuneros la mayoría con conocimientos de albañilería ya no desean semienterrarse, se olvidan del uso de la paja y el entramado de madera o los muros de tierra y tapias.

Tal vez su subconsciente Sabe que no quieren regresar a los símbolos del pasado, de la miseria vivida, habitada y olvidada por una sociedad que nunca se preocupó por los elementos básicos y peor aún por su confort.

Por tales motivos urge un análisis que pretenda obtener datos exactos y palpables de la desapropiación y abandono de la construcción vernácula.

Aquella arquitectura con estrategias pasivas intrínsecas que hacen de las chacras o chozas, lugares más confortables ante el implacable frío del páramo andino.

El déficit habitacional es grande en ciudades y polos de desarrollo, imaginemos en lugares inhóspitos y olvidados como nuestros paramos altos

1.5 Vivienda Propia el Sueño de Pocos

Uno de los mayores desafíos en Latinoamérica entera es la superación del déficit habitacional, en Ecuador se

calcula que este déficit asciende a más de 1 millón 200 mil unidades según cálculos del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). "Con una proyección de construcción de 480.000 viviendas hasta el año 2025, e inversión pública de 3088.6 millones de dólares"

Este reto a superar por el estado ecuatoriano ha hecho que se dé importancia trascendental a la promoción de vivienda social, promulgándose políticas y normas técnicas del hábitat, construcciones y reasentamientos por emergencia dentro del territorio.

El estado pretende mitigar este déficit, cabe acotar que en este último periodo referido se han entregado 177 682 soluciones habitacionales distribuidas en todo el país.

El mayor desafío del Estado es proveer vivienda social con intereses preferenciales menores al 5%. En lo que se refiere a la vivienda social dentro de la parte Urbana, los planes de vivienda con interés preferencial promovido ayudan para que un estrato de la población que no tiene un terreno o vivienda propia pueda obtener acceso al crédito VIP.

La creación del crédito Vip, un financiamiento subsidiado con tasas preferenciales, de grandes montos a 20 años plazo, brinda una oportunidad clara para un estrato específico de la población para el acceso a una nueva vivienda.

Pero en un país donde el acceso al crédito es ya de por sí complicado, la informalidad en el trabajo le añade nuevos retos. El comercio informal, aquella economía escondida hace que no todos los beneficiarios puedan acceder a este tipo de crédito, la gran mayoría queda excluida de estas opciones.

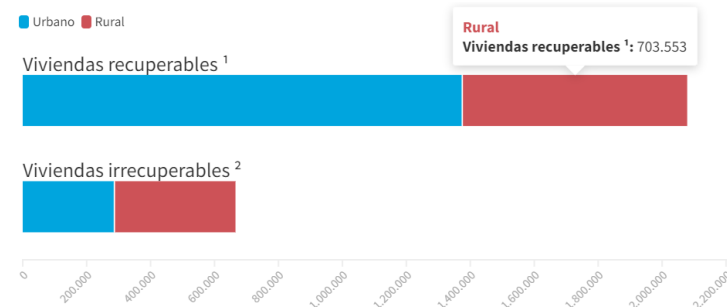
"El déficit de vivienda alcanza a 2,7 millones de unidades, según Miduvi El Gobierno espera invertir USD 3.400 millones para construir 200.000 viviendas en el sector rural entre 2021 y 2025 y entregarlas de manera gratuita. Aunque en Ecuador hay 4,7 millones de viviendas construidas, más de 2,7 millones de hogares sufren de déficit habitacional, según un diagnóstico del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (Miduvi). El déficit habitacional es un indicador que mide las carencias en la vivienda y las condiciones en las que habita la población, en este caso la ecuatoriana.

El diagnóstico del Gobierno, que fue avalado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), dice que del déficit total de viviendas, unas 2.078.513 casas son recuperables, es decir, necesitan mejoramiento*

Para hacer uso de este contenido cite la fuente y haga un enlace a la nota original en Primicias.ec: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/miduvi-deficit-vivienda-ecuador/>

Déficit habitacional urbano y rural

Deslice el cursor sobre el gráfico para visualizar las cifras



*Figura.5.2 Déficit habitación urbano y Rural –
 Fuente BID Gráfico Primicias*

No solamente la falta de viviendas se hace presente, también el Déficit habitacional, aquel indicador que mide las carencias de una vivienda para su confort y desempeño.

Es ahí, donde la importancia de la Rehabilitación de viviendas urbanas o rurales se hace primordial, rehabilitarlas estructural, arquitectónica o energéticamente brinda la posibilidad de mejorar la calidad de vida de los usuarios, cambiando drásticamente las condiciones de vida de las personas que más necesidades tienen.

1.6 Los Errores del Pasado

La vivienda social en el Ecuador no ha tenido un pasado exitoso, las constantes crisis de deuda experimentadas recortaron presupuestos a extremos inadmisibles, el grueso de la vivienda social quedo

relegada a las intervenciones por parte de Organizaciones Internacionales de apoyo e iniciativas locales diversos.

Eran inicios del 2011 y un boom petrolero había llegado lleno de bonanza económica para las arcas fiscales. La presión política para que el MIDUVI encuentre una solución rápida y económica para este déficit que siempre ha existido en el sector rural era grande. Las promesas políticas debían cumplirse a cualquier precio

Pero el poco conocimiento del entorno, la falta de planificación y estudios, la premura política para intentar dar una solución al déficit habitacional en el campo era alarmante. Todos estos factores hicieron que la falta de planificación en el diseño y una construcción ausente de técnicas vernáculas adaptadas a cada región y especialmente para nuestro caso el diseño de una vivienda social adaptada al ecosistema del páramo andino.

La maquinaria estatal diseñó un sin número de proyectos para la construcción de más de 100 mil viviendas a lo largo y ancho del territorio nacional.

El primer estrato en ser atendido fue la población urbana y rural de bajos ingresos, procedimientos direccionados a dar acompañamiento a los Gobiernos Autónomos seccionales para asentamientos humanos y no solamente la inversión pública, sino una promoción para la participación directa del sector privado para la construcción y financiamiento de vivienda de interés

social.

La oferta de crédito hipotecario, para familias que por mucho tiempo fueron excluidas para la obtención de crédito financiero abre nuevas formas de financiamiento y sistemas, uno de los más promulgados el de cooperativismo ciudadano.

El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda del Ecuador es un ministerio no ejecutor de obra pública dentro de esta política de vivienda implantada, el organismo gestiona la entrega de una compensación social directa, llamada "Bono de la vivienda" que se trata de un subsidio directo no reembolsable entregado como incentivo para aquellas familias que desean una vivienda nueva, sea el caso que dispongan o no de un solar.

Este aporte económico cubre un alto porcentaje de la vivienda social y está dirigido específicamente a los sectores más vulnerables de la población. Por último, la diferencia económica que fuese necesaria para completar el financiamiento debe obtenerla cada familia en las instituciones financieras privadas o con un aporte comunitario.

Estas comunidades en la gran mayoría de casos se manejan como una pequeña cooperativa de ciudadanos, con un administrador financiero y aportes únicos que les da la ventaja de obtener su vivienda individual siendo parte de un todo, logrando así la ejecución de

los proyectos en menor tiempo, bajo la supervisión del estado en los procesos de planificación, financiación y supervisión en construcción de las viviendas.

Las comunidades organizadas para la llegada del desarrollo presentaban proyectos en conjunto para resultar beneficiados por las viviendas nuevas proyectadas en contratos de construcción de obras con anticipos del 100 por ciento para empresas constructoras y profesionales en libre ejercicio que sin lugar a duda batallaban por jugosos costos indirectos.

Como un ejército se desplegaron por los Andes para dar vida al prototipo replicado erróneamente miles de veces, aquel prototipo de vivienda social que no sabía de confort térmico, envoltentes y ganancia energética.

Decenas de miles de viviendas fueron construidas, un concierto de ladrillo y fibrocemento inundo el paisaje. El *desarrollo* había llegado y estaba aquí para quedarse.

La entidad desarrolla actualmente una variedad de programas con los que se busca incentivar el acceso a las viviendas en sectores urbano marginales y rurales. Mi primera Vivienda, Proyecto de vivienda para maestros de escuelas rurales unidocentes, Plan de vivienda para personas con discapacidad "Manuela Espejo", Proyectos de reasentamiento y reposición en el caso de emergencias por desastres naturales, Programas para las personas que emigraron y retornan al país con sus familias, entre

otros.

El objetivo de obtener estas viviendas económicas aglutina a comunidades enteras en solicitudes para la ejecución en serie con plazos de entrega máximos de tres meses. Bajo la supervisión estricta del estado, constructores entregan estas unidades habitables bajo especificaciones técnicas y en perfecto funcionamiento en la gran mayoría de los casos en tiempos previstos en los contratos.



*Figura.6 Programa de Vivienda Rural Sierra
Centro-Norte Fuente: MIDUVI*

1.7 La problemática de habitabilidad de la vivienda social en el páramo ecuatoriano.

Con poco conocimiento de las realidades climáticas y culturales de un país mega diverso en microclimas y nacionalidades se promulgo un solo tipo de vivienda social en serie, para nuestro caso devastando el pasado vernáculo andino y las formas constructivas heredadas.

En el siguiente capítulo se devela a fondo el comportamiento del pueblo que los habita, los sentimientos de apropiación hacia una nueva estructura que ha perdido la esencia de la vivienda andina, que derivan en un abandono de muchas de estas estructuras por su mal desempeño térmico en este entorno. Esta estructura que nunca fue ideada para resolver el máximo propósito que tiene como refugio del variable y agresivo clima del páramo andino, es común observar muchas de estas viviendas ser usadas como bodegas de almacenamiento y en casos extremos como refugio de animales de granja.

La arquitectura mecánica, de prototipos y en serie nunca debe trastocar el conocimiento ancestral de lo histórico, vernáculo y heredado, ha quedado demostrado que este tipo de vivienda no es la solución idónea a la problemática de déficit habitacional en los Andes Ecuatorianos, pero también conscientes de las decenas de miles de unidades construidas y muchas planificadas para resolver el problema, el siguiente capítulo pretende dar recomendaciones para la rehabilitación de las

estructuras implantadas y posibles soluciones para estructuras nuevas con el objetivo de que el desempeño térmico mejore, elevando así el bienestar de sus próximos habitantes.

La posibilidad de una estructura que mimetice el pasado vernáculo andino, las exigencias higiénicas de ventilación, luminosidad, espacio confortable y su calefacción por la hoguera típica es un campo que se deja abierto para posibles investigaciones en el futuro. Una estructura moderna, que use materiales propios de la zona y desarrolle sentimientos de apropiación en su población, guardando la herencia cultural que por cientos de años ha sido transmitida entre generaciones ricas en saberes y costumbres, olvidadas por el tipo de desarrollo acostumbrado a la producción en serie fría y calculada sobre simples bases numéricas en las que está envuelta la humanidad.



CAPITULO II

ANÁLISIS DE LA UNIDAD
HABITACIONAL PROMULGADA POR
EL MIDUVI

Para poder conocer y evaluar el comportamiento físico de la unidad habitacional promovida por el Ministerio de Vivienda es necesario develar sus características físicas y de composición, además de conocer su capacidad térmica, aislamiento, permeabilidad, también se pueda tener una idea del comportamiento formal psicológico que proyecta en sus habitantes, como la sensación de abrigo y la relación interior- exterior.

“Cuando se utilizan preferentemente los Sistemas pasivos la casa no es ya una máquina para habitar’, Sino un espacio que se transforma a lo largo de las estaciones y del día, un mismo lugar siempre diferente y constantemente adaptado a las condiciones exteriores. La construcción terminada no es ya un mero objeto estático al cual el usuario se adapta mejor o peor, Sino un objeto vivo que el habitante modifica y transforma según sus necesidades, su experiencia y los sistemas de que dispone”.



Figura 7. Dispersión viviendas unifamiliares en el páramo Andino –Fuente Registro fotográfico Propio

2.1 Orientación al sol y vientos predominantes

Las viviendas del programa de vivienda rural se encuentran construidas en una diversidad infinita de orientaciones, tomando en cuenta que cada una de ellas pudo haber sido orientada de manera correcta para esa zona en la serranía ecuatoriana, primando las aberturas hacia las horas de ganancia térmica y posición solar.

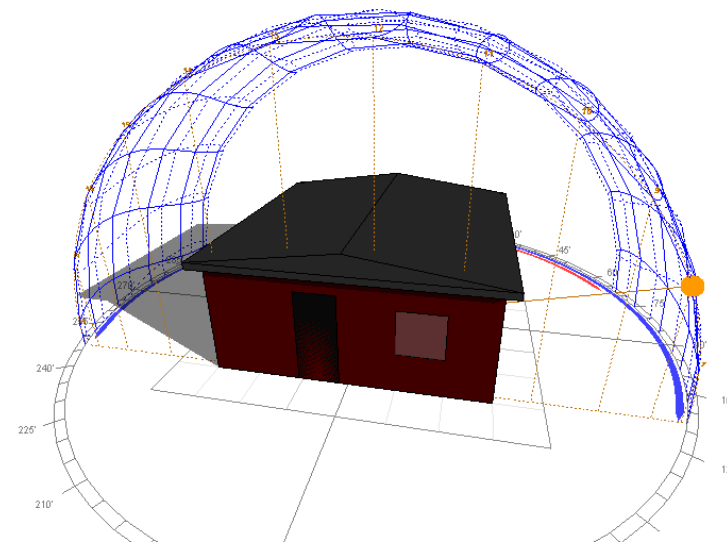


Figura 8 Orientación óptima para la latitud y longitud específica.

Bajo estas condiciones climáticas y orientación optima la Figura 8 presenta las trayectorias solares sobre la estructura a lo largo del año, con una peculiaridad para este caso el sol nace siempre en el Oeste y se oculta al este dejando a las fachadas Norte y Sur con baja o nula exposición a los rayos solares, develando la importancia del techo en esta ubicación geográfica.

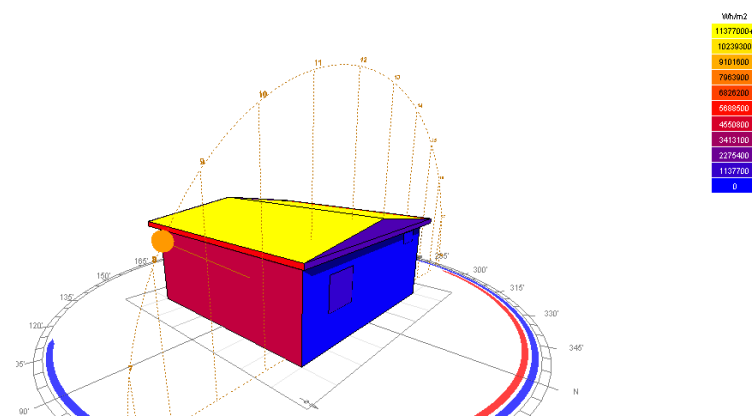


Figura 9 Valores totales de radiación en envolvente en orientación óptima.

Las viviendas al encontrarse dispersas entre las montañas y valles altos de los andes, podrían haber sido sus propietarios con un técnico del Miduvi decidieron la ubicación, en zonas despejadas.

El problema del viento será un factor determinante en la modelación



Figura 10 Requerimiento previo limpieza del terreno MIDUVI –Fuente Registro fotográfico Propio

Las soluciones habitacionales del Programa de Vivienda Rural en la Sierra Ecuatoriana se encuentran dispersas y aisladas unas de otras a lo largo del Páramo Andino, no existen unidades unifamiliares adosadas son estructuras en cierta medida autosuficientes y alejadas unas de otras.

Existen vientos predominantes en los páramos y dependen de la topografía específica de la zona.

2.2 Fachadas y aberturas

Uno de los requerimientos que usualmente se solicita es que la vivienda este ubicada en una planicie, un factor decisivo para un desfavorable desempeño térmico por influencia del viento. La forma global del edificio se presenta en la Figura 12 con cuatro fachadas y elevaciones



Figura.11 FACHADA LATERAL –Fuente Registro fotográfico Propio

Las Aberturas en la fachada

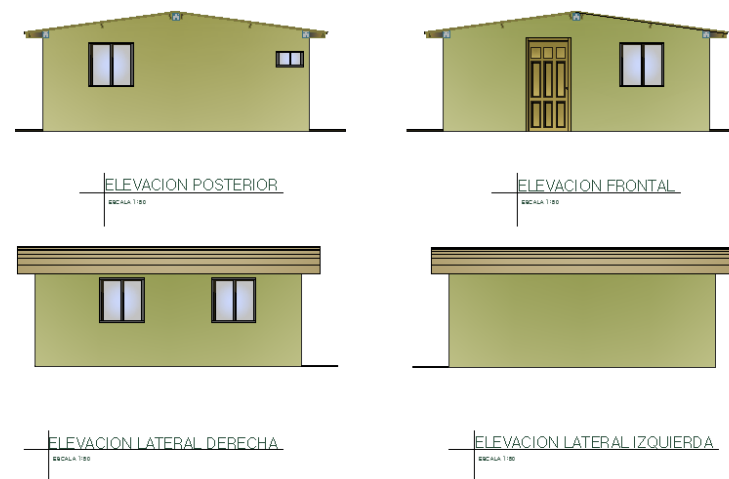


Figura 12. Forma Global Vivienda Rural MIDUVI

2.3 Cimentación y estructura

La estructura se encuentra cimentada sobre el terreno natural con un mejoramiento de suelo con material granular; consta de nueve plintos aislados de hormigón armado de resistencia 210 kg/cm² con una parrilla de varilla de 12 y cadenas de amarre que delimitan el suelo de hormigón y contrapiso existente Figura 13, el piso tiene un masillado de mortero 1:4 con un acabado liso dispuesto a recibir un revestimiento en la mayoría de los casos.



Figura 13. Hormigón en Suelo mejorado y compactado
–Fuente Registro fotográfico Propio

La cimentación consta de plintos aislados de hormigón armado con acero de refuerzo, cimientos hormigón ciclópeo y una cadena perimetral de Hormigón Armado con una viga de estructura ARMEX prefabricada y electrosoldada, este conjunto de vigas se promocionaba en paquete para la construcción de estas viviendas. Columnas, acero en cadenas y vigas

La estructura de la vivienda construida en Hormigón Armado consta de nueve columnas y una viga superior que bordea la mampostería, El hormigón con resistencias de 210 kg/cm² tiene en su interior acero de refuerzo prefabricado



Figura 14. Pilares y fábrica de ladrillo macizo–Fuente
Registro fotográfico Propio

Se complementa la estructura con diferentes tipos de carpinterías, ventanales de aluminio con hojas corredizas y una hoja de vidrio claro estos huecos no tienen persianas exteriores o algún tipo de protección, puertas interiores de madera de laurel contrastando con la puerta principal de ingreso que está hecha de láminas de Acero.



Figura 15. Carpintería Vivienda Unifamiliar –Fuente Registro fotográfico Propia

2.4 Servicios básicos y acabados

Un requisito indispensable para el uso de la vivienda es el acceso a agua potable o agua de recolección, se debe acotar que en esta zona la contaminación de aguas superficiales tiene bajas proporciones, el agua es indispensable para el funcionamiento de una ducha eléctrica incorporada en el cuarto de baño, único sistema para obtener agua caliente en este medio.

La administración del agua generalmente está sujeta a la junta parroquial, la cual asegura su dotación entre sus habitantes. En cuanto a saneamiento se refiere, por la dispersión en la que se encuentran estas viviendas,

el sistema de fosa séptica es el más común donde una estructura hecha de ladrillo es la base de esta fosa, se encuentra ubicada generalmente detrás de la vivienda, siempre alejado de posibles fuentes de agua subterráneas para evitar su contaminación.

Las viviendas cuentan con un sistema de tomas y salidas eléctricas en 110 V, un contador externo controla el consumo que generalmente se deriva del tendido eléctrico general.

Algunos de los nuevos asentamientos contemplan la unificación de las viviendas en zonas planas, donde ya se construyen sistemas de alcantarillado público y estaciones de tratamiento de aguas residuales no convencionales bajo este mismo programa.

No existe ningún tipo de aislamiento térmico o acústico.



Figura 16. Inauguración vivienda en la Comunidad Mercedes Cadena del Páramo Andino –Fuente Registro

fotográfico Propio

La vivienda se entrega al beneficiario en el mayor de los casos, exceptuando ciertos programas dirigidos a discapacitados, sin acabados interiores con respecto a revestimientos de suelo.

La pintura exterior e interior está incluida junto a las piezas de baño, iluminación y accesorios. Las viviendas se entregan sin revestimientos en los suelos, existe revestimiento cerámico en la zona de mesón de cocina y ducha.

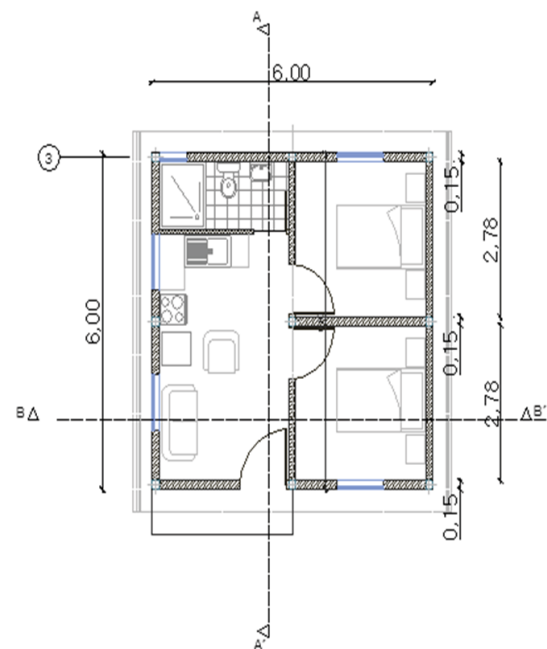
No existe una normativa de color para las estructuras exteriores o interiores, los colores a usarse se deciden sobre la marcha bajo la supervisión del estado.

El blanco, beige, anaranjado y amarillo son los más comunes.

2.5 Diseño interior y particiones

El prototipo sugerido hace referencia a una vivienda unifamiliar de 38 m² aproximadamente, que cuyas particiones dividen el espacio en dos habitaciones adosadas y un ambiente social compartido para la cocina, comedor y sala junto a esta estructura de 36 m² se encuentra el baño completo con ingreso desde el exterior, al no existir servicio de alcantarillado se usa una fosa séptica construida con un brocal de ladrillo enterrada y conectada a la vivienda con tubería de PVC protegida por una loseta de Hormigón Armado.

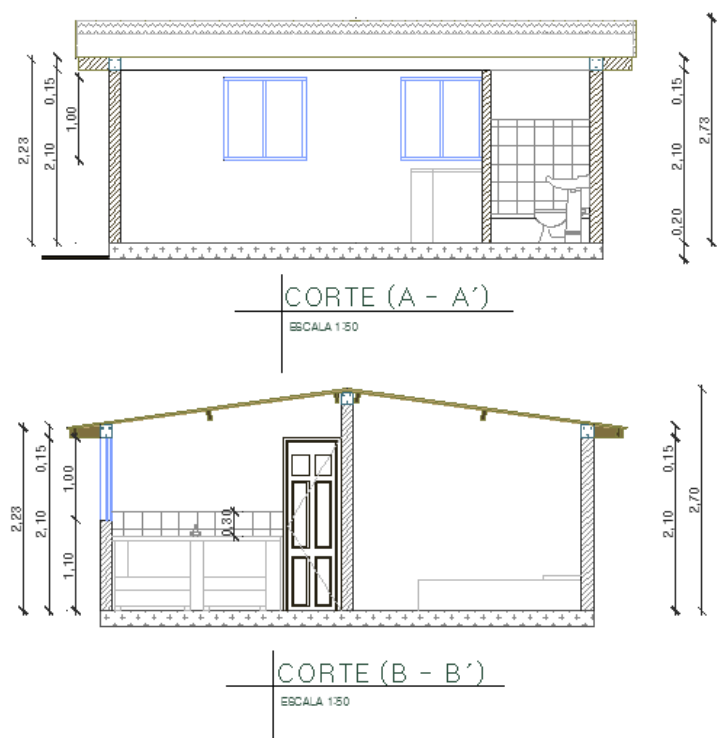
La vivienda unifamiliar es una estructura de forma cuadrangular exacta Figura 17 con un área de construcción de 37 m² distribuidos en dos habitaciones adosadas, un salón abierto compartido con una cocina distribuida en forma de "L" y un baño completo provisto de una ducha eléctrica. Dotada de los servicios básicos que son un requisito indispensable para su construcción como agua potable, una toma de luz eléctrica y un pozo de tratamiento de digestión lenta para la evacuación de aguas residuales, esta vivienda pretende elevar el nivel de Bienestar de la población más desfavorecida.



*Figura 17. Diseño interior y compartimentación
Vivienda Rural MIDUVI*

2.6 Altura, dimensiones, proporciones y escalas

La Figura 18. presenta dos cortes ubicados en los dos ejes perpendiculares del plano anterior.



*Figura 18. Corte alturas, escalas y dimensiones -
Vivienda Rural MIDUVI*

2.7 Envoltente (fábrica de ladrillos)

La envoltente se complementa con paredes (fábrica de ladrillo) de arcilla macizo de una hilada revestido al interior y exterior con un mortero de cemento y arena

(enlucido), sin ningún tipo de aislante térmico exterior o interior.

Los ladrillos cocidos tradicionales en esta zona y provincia, son artesanales con dimensiones irregulares y distintos tipos de tonalidad y cocción son económicos y nada amigables con el ambiente ya que para elaborarlos se utilizan inmensas cantidades de energía y CO2 en un pequeño Cantón cercano a Riobamba.

Se convierten en la mejor opción para desarrollar proyectos por su alta resistencia a la compresión y bajo costo de producción, que si lo comparamos con el bloque prensado tiene esa ventaja competitiva de comercialización.

La envoltente de la estructura está hecha enteramente de mampostería de ladrillo de arcilla cocida amalgamada con un mortero de hormigón y arena en dosificación 1:

La envoltente en paredes consta de una mampostería de ladrillo cocido, revestida a cada lado con mortero de cemento y arena las especificaciones para el proceso constructivo de la mampostería de paredes se presenta a continuación:

I	Mampostería			
1,1	Mampostería ladrillo mampostería	La mampostería se construirá con ladrillo mampostería y se arriostrarán con chichotes de 6 mm de acero de refuerzo (que se incluye dentro de este rubro) a las columnas de hormigón tendrán 60 cm. de largo y espaciadas entre sí a 60 cm. los mismos que deberán coincidir con los ejes de las paredes. Se construirán las mamposterías de acuerdo a los espesores establecidos en los planos arquitectónicos. Será obligación del Contratista, comprobar las resistencias establecidas en estas especificaciones que no serán menores a 35 Kg/cm ² . Todas las hiladas serán perfectamente niveladas, trabadas y aplomadas. Las paredes se rematarán hasta el nivel de las vigas superiores, se dejarán los pasos necesarios para las instalaciones sanitarias y eléctricas que luego serán fundidas con la mampostería a fin de obtener un empotramiento uniforme. Toda la mampostería irá debidamente nivelada a la altura determinada en planos, empleándose un mortero cemento -arena (1:3), que se batirá hasta obtener una composición homogénea, la argamasa será de 1.00 cm. de espesor tanto horizontal como vertical. El pago será por m ²		

Con respecto a su enfoscado o enlucido:

II	Enlucidos	
2,1	Enlucido de paredes finos en puertas, ventanas y corchado de ondas en cubierta	La vivienda, en su exterior en la parte de columnas y vigas, e interiormente los filos de puertas y ventanas; además de los espacios que quedan libres entre las ondas de la cubierta y la viga, serán enlucidos y se realizarán con mortero cemento - arena (1:4). Estos enlucidos tendrán como mínimo 1.5 cm. de espesor, siendo su acabado paletado fino, para recibir el acabado final, dentro de este rubro se incluyen los filos, remates y las fajas. El pago será por ml

2.8 Cubierta

El techo conformado de una viga collar de hormigón armado sobre la cual reposa una estructura de Acero estructural vigas C

IV	Cubierta	
4,1	Correas metálicas	De acuerdo con los planos y especificaciones, la estructura de la cubierta será con correas metálicas tipo G 80x40x15x1.5 ancladas en las cadenas superiores, debidamente recubiertas con pintura anticorrosiva. La unidad de medida será por kg.
4,2	Cubierta de fibrocemento. 1,83x1,10 m.	De acuerdo con los planos y especificaciones, la cubierta será de planchas de fibrocemento con una carga mínima en el ensayo de flexión de 425 kg para 1 m de ancho por 6 pies, fijados con ganchos "J" galvanizados y capuchones. Para la instalación se tomará en cuenta los detalles señalados en los planos y las recomendaciones del fabricante. La unidad de medida será el m ² y el costo unitario el señalado en el contrato.
4,3	Caballetes de fibrocemento	De acuerdo con los planos y especificaciones, los cumbreros de la cubierta será de fibrocemento, fijados con ganchos "J" galvanizados y capuchones. Para la instalación se tomará en cuenta los detalles señalados en los planos y las recomendaciones del fabricante. La unidad de medida será el ml y el costo unitario el señalado en el contrato.

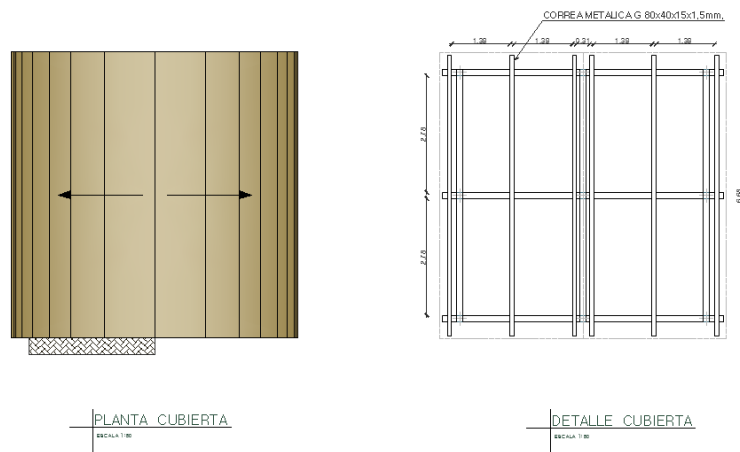


Figura 19 Detalle constructivo Cubierta - Vivienda Rural MIDUVI

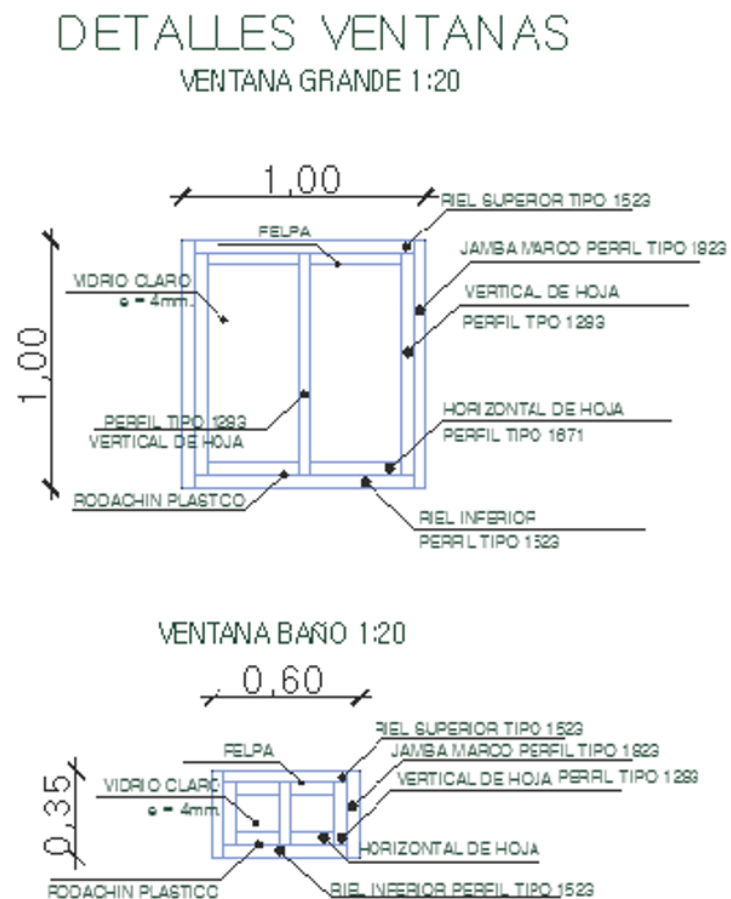
Bordeando los límites superiores de la fábrica de ladrillo se encuentra una estructura con correas metálicas que sirve de soporte para el Techo de Fibrocemento, no existe ningún tipo de falso techo o aislamiento superior. El techo de fibrocemento no tiene un sistema de recolección y canalización de aguas lluvias en el exterior.



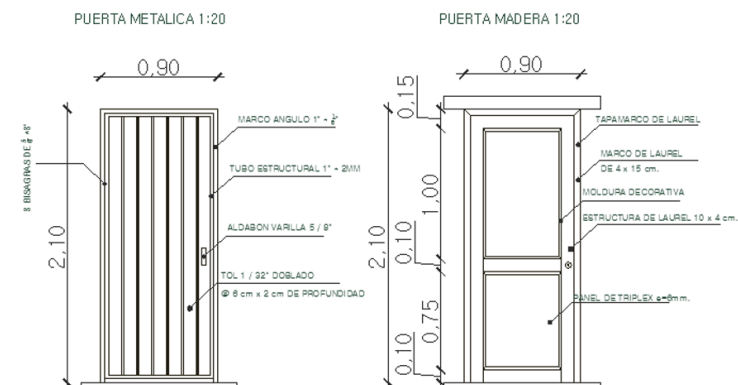
Figura 20 Estructura Metálica y cubierta de Fibrocemento –Fuente Registro fotográfico Propia

2.9 Ventanas y puertas

La estructura presenta una puerta metálica principal y dos puertas interiores de madera representadas en el Figura 21



DETALLES PUERTAS



2.10 Transmitancia térmica en paredes



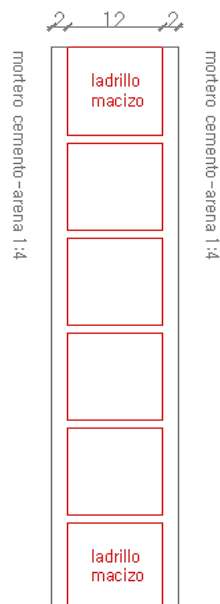
Figura 22. Detalle constructivo envoltente Paredes e=16cm - Vivienda Rural MIDUVI

Los muros de la envolvente o paredes están contruidos con una hilera de ladrillo cocido artesanal,

Este tipo de ladrillo artesanal fabricado en el Cantón Chambo, Provincia de Chimborazo tiene dimensiones distintas pero el espesor oscila entre 12 centímetros promedio.

La mampostería de ladrillo está consolidada con un mortero de cemento-arena de resistencia 1:3, a cada lado de la mampostería se usa un enlucido de mortero de cemento-arena de dosificación 1:4 con un espesor de 2 centímetros.

El espesor global de la mampostería es de 16 centímetros para lo cual analizamos su transmitancia térmica



Determinación del coeficiente de transmitancia térmica "K":

$$K=1/R$$

$$R= (1/\alpha_1 + e_1/\lambda_1 + e_2/\lambda_2 + e_3/\lambda_3 + 1/\alpha_e)$$

Dónde:

$$e_2/\lambda_2 = e_3/\lambda_3 \quad \text{por método constructivo}$$

α_1 = Resistencia Superficial Interna

α_e = Capa de aire superficial externa

Capa de elemento constructivo (Paredes)	Espesor e (m)	Conductividad térmica λ (W/mK)	Resistencia al paso del calor R (W/ m² K)
Resistencia superficial interna	-----	-----	0.17
Revoque interior. Mortero Cemento y arena Dosificación 1:4 (humedad 5g/100g)	0.02	1.10	0.018
Ladrillo Macizo	0.12	1.10	0.11
Revoque exterior Mortero Cemento y arena Dosificación 1:4 (humedad 5g/100g)	0.02	1.10	0.018
Capa de aire superficial externa	-----	-----	0.04
Total	0.16		0.356

Valores de conductividad térmica

El coeficiente de transmitancia térmica "K" para la pared es:

$$K=1/R \quad K= 1/0.356 \text{ [W/ m}^2 \text{ K]}$$

$$K=2.81 \text{ [W/ m}^2 \text{ K]}$$

2.11 Transmitancia térmica en pisos



La estructura del piso esta construida con Hormigón simple de resistencia f_c 210 kg/cm² sobre una capa de subase de suelo compactado enmarcado en cadenas de hormigón armado de 15 por 15 centímetros con estructura de acero prefabricada.

Despues de fundido el piso se ejecuta un masillado de mortero de cemento-arena 1:3 sobre el piso de hormigón. La nivelación del piso es vital para posibles revestimientos ceramicos o de madera.

Se debe acotar que la vivienda estándar entregada

por el Gobierno no contemplaba ningun revestimiento de piso.

CORTE EN CIMENTACION PERIMETRAL

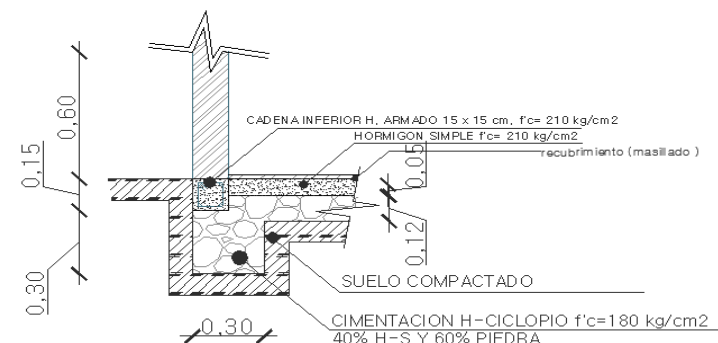


Figura 23 Detalle constructivo Suelos - Vivienda Rural MIDUVI

Determinación del coeficiente de transmitancia térmica "K":

$$K=1/R \quad R= e1/\lambda1+ e2/\lambda2 +e3/\lambda3$$

Capa de elemento constructivo (Suelos)	Espesor e (m)	Conductividad térmica λ (W/mK)	Resistencia al paso del calor R (W/ m ² K)
Agregados Pétreos Densidad aparente 1200 kg/m ³	0.12	0.31	0.38
Suelo de hormigón agregado pétreo Densidad aparente 2200 kg/m ³	0.15	1.40	0.11
Mortero de revoque sobre hormigón de Cemento y Arena Dosificación 1:3 Humedad 6g/100g	0.07	1.13	0.06

Revestimiento	----- --		
Total	0.34		0.55

El coeficiente de transmitancia térmica "K" para el suelo es:

$$K=1/R \quad K= 1/0.55 \text{ [W/ m}^2 \text{ K]}$$

$$K=1.82 \quad \text{W/ m}^2 \text{ K}$$

2.12 Transmitancia térmica en cubierta



Figura 24. Detalle constructivo envolvente - Vivienda Rural MIDUVI Registro Propio

Las planchas de fibrocemento de espesor 0.010 m fabricadas localmente están sostenidas en una cubierta

de perfiles de acero a dos aguas. No se especifica ningún tipo de cielo raso o aislamiento.

Los Componentes para este tipo de fibrocemento se detallan a continuación:

- Cemento: 70%-90%,
- Carbonato de Calcio: 10%-25%,
- Fibras Sintéticas: 1%-4%
- Celulosa: 2%-5%
- Espesor: Mínimo: 5.5 mm
- Tolerancias: Largo: - 5 + 10 mm-
- Ancho: - 5 + 10 mm
- Peso unidad de superficie: 11.4 kg/m²
- Conductividad térmica: 0.87 W/mK

La Teja Ondulada P7 92 está considerada como la mejor y más barata opción de cubierta para todo tipo de aplicaciones en el mercado local, está libre de asbesto además, debido a sus componentes, no contiene elementos metálicos, lo que representa una perfecta resistencia a la humedad y a la salinidad del ambiente.

Cada teja se fija con dos ganchos ubicados en las ondas valle. En zonas de fuertes vientos las tejas se fijan con dos tornillos ubicados en las crestas de las ondas, para evitar que el viento las levante.

Localización de los elementos de fijación Gancho 55, 150 ó 250 mm. de acuerdo con el tipo de estructura

empleada. Transversal 1/4 de onda No. 6 Correa intermedia 1 onda Ganchos 1 2 3 4 Tornillos Teja ondulada Perfil 7 Tirafondo o Ganchos J Gancho de platina Teja ondulada Perfil 10 Teja ondulada Perfil 7 Plus 1 2 3 4

Determinación del coeficiente de transmitancia térmica "K":

$$K=1/R$$

$$R= (1/\alpha_1 + e_1/\lambda_1 + 1/\alpha_e)$$

Dónde:

λ_1 = única cubierta (plancha fibro cemento)

α_1 = Resistencia Superficial Interna

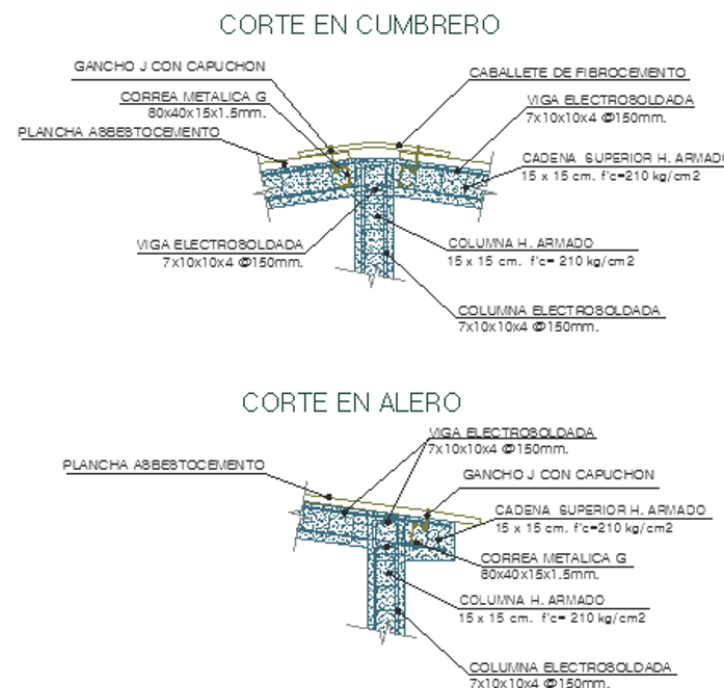
α_e =Capa de aire superficial externa

Capa de elemento constructivo (Techos)	Espesor e (m)	Conductividad térmica λ (W/mK)	Resistencia al paso del calor R (W/ m² K)
Resistencia superficial interna			0.17
Plancha asbesto cemento Densidad aparente 1300	0.010	0.87	0.012
Capa de aire superficial externa			0.04
Total	0.015		0.22

El coeficiente de transmitancia térmica "K" para el techo es:

$$K=1/R \quad K= 1/0.22 \text{ [W/ m}^2 \text{ K]}$$

$$K= 4.54 \text{ [W/ m}^2 \text{ K]}$$



*Figura 25 Detalle constructivo Cumbremos y aleros -
 Vivienda Rural MIDUVI*



CAPITULO III

FACTORES CLIMÁTICOS Y SENSACIÓN DE ABRIGO

Analizar el microclima en el cual se desarrolla la relación entre la infraestructura y los agentes externos del ecosistema de la región Sierra Centro- Norte” que presenta características peculiares nos brinda información y datos exacto para nuestra modelación.

La radiación solar, el viento predominante y la temperatura influyen directamente en el comportamiento térmico de la estructura.

3.1 Radiación solar duración y ciclos

La radiación térmica se define como *“un fenómeno correspondiente a la emisión y transporte de potencia, sin medio material, bajo formas de ondas electromagnéticas o fotones.”*. Una característica del páramo andino es la alta irradiación ultravioleta B (UV-B) a la que el ecosistema está sometido.

A esta altura la capa de atmosfera es delgada y bastante tenue, sobre los páramos actúa como un filtro insuficiente para estos rayos que llegan a ser dañinos para la piel e incluso siendo una de las mayores causas de cáncer de piel. En un recorrido por estas poblaciones es común encontrar a niños y mujeres con sus pómulos enrojecidos y resacos por la combinación de sol abrumador y viento frío.

Los altos niveles de radiación causan daño rápidamente a la piel enrojeciéndola en pocos minutos, pero esta misma radiación da una ventaja en cuanto al rango visible (luz) y la radiación infrarroja (calor) para

esta zona en particular.

Al tener altos niveles la iluminación natural y radiación infrarroja, las estructuras pueden ser diseñadas para un mayor almacenamiento de calor en la envolvente.

Se presenta el “mapa de irradiación global” Figura.26 en el territorio ecuatoriano donde se puede ver que la zona centro- norte de los andes ecuatorianos tiene un color más rojizo, por la mayor incidencia de radiación.

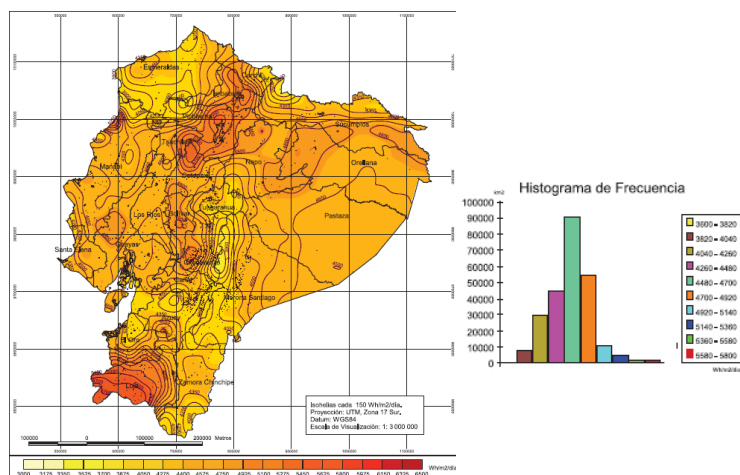


Figura.26 Mapa de irradiación global Ecuador

Se estiman valores de radiación aproximados de 4950 y 5250 {Wh/m²/día}, para la zona centro-norte que abarcan Provincias como Chimborazo, Bolívar, Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha e Imbabura.

Al no existir estaciones anuales, en la Figura Rangos

de Radiación, podemos observar un rango estacional marcado, con un aumento en la radiación para los meses del llamado “Verano Ecuatorial” (Julio, agosto y septiembre) con un ascenso en sus niveles debido a la poca nubosidad y mayor incidencia del Sol.

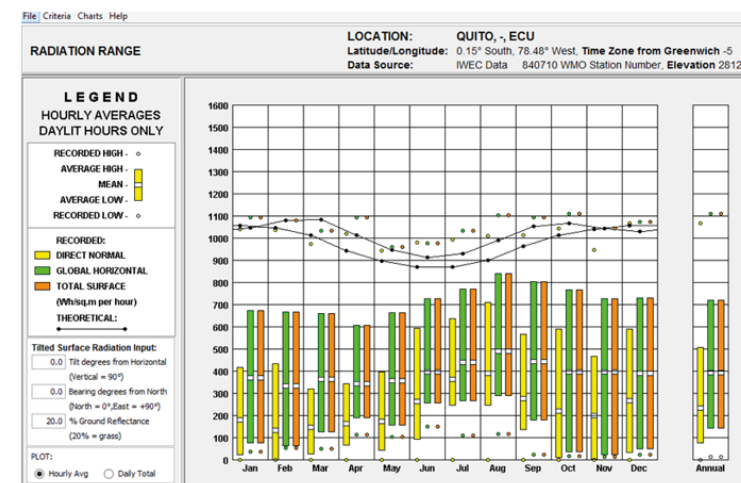


Figura 27 Rangos de Radiación – Climate Consultant 5.0

La importancia entre los valores de la radiación emitida y la capacidad de retención de la envolvente para con la misma, definirá específicamente el nivel de confort alcanzado en el interior de la estancia producido por el intercambio de radiación entre los elementos de la misma y los usuarios. Para comprender el concepto de temperatura radiante media citamos

"La temperatura radiante media tiene en cuenta el calor emitido por radiación de los elementos del entorno. Efectivamente, cada elemento del entorno de un cuerpo humano, emite o absorbe calor en forma de radiación, dependiendo de la diferencia de temperaturas entre el cuerpo y el elemento. Si la temperatura del elemento es más alta que la del cuerpo, este se calienta; si, por el contrario, es menor, este se enfría emitiendo radiación hacia el elemento frío.

M. A. Gálvez Huerta; et al. (2013). Instalaciones y Servicios Técnicos. Madrid: Sección de Instalaciones de Edificios. Escuela Técnica Superior de Arquitectura, U.P.M. ISBN 97-884-9264-1253

El fenómeno en bioclimática conocido como convección detalla este intercambio de temperatura entre el cuerpo humano y objetos cuyas temperaturas se transmiten entre sí

"Dentro de un espacio habitado, cada uno de los elementos (constructivos o mobiliario) que rodea al usuario puede tener temperaturas diferentes, y se define la temperatura radiante media, como la suma de las temperaturas de cada uno de los elementos, multiplicada por la superficie aparente del mismo, vista desde el punto de vista del usuario, dividida por la suma de las superficies aparentes."

La temperatura media radiante tiene una relación directa al bienestar térmico, las superficies interiores se deben encontrar a una temperatura constante y de confort, en definitiva, la media de las radiaciones que recibe la estructura y los materiales conductores radiantes dictara una correcta regulación de la radiación.

El promedio hora de radiación en un día para cada mes del año en este territorio se presenta en la Figura 28 "Promedios hora de Radiación para todos los meses" y la media anual oscila entre los 700 y 800 {Wh/m²}. Si tenemos en cuenta que en la ciudad de Sevilla en un verano de características normales se puede llegar a {1500 Wh/m²} los valores son relativamente bajos.

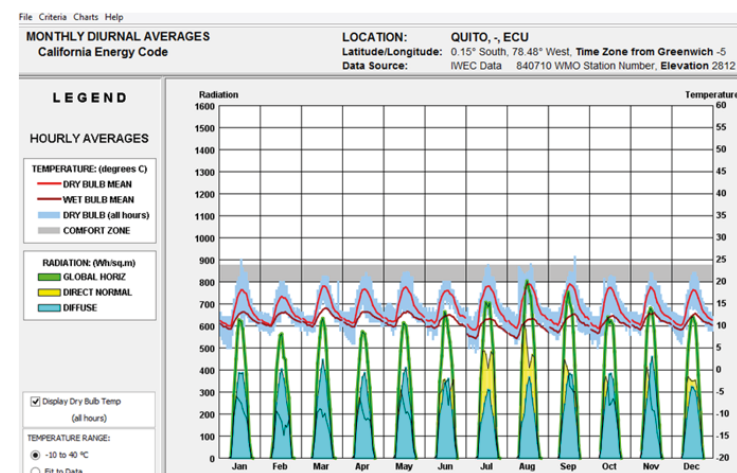


Figura 28 Promedios Hora de radiación para todos los meses– Climate Consultant 5.0

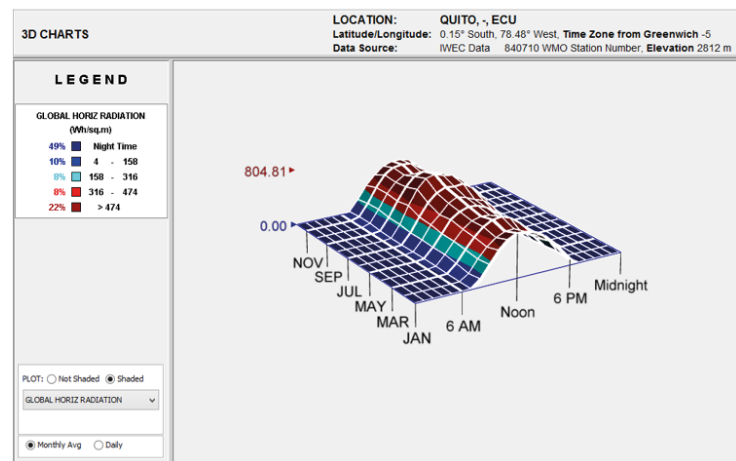


Figura 29 Curva diaria de radiación solar – Climate Consultant 5.0

Radiación solar instantánea medidas de 6 am – 6pm

3.2 Temperaturas extremas y medias

Las tres regiones continentales presentan ecosistemas y realidades térmicas diferentes representadas claramente en el Mapa de Isothermas, La región Costera con las temperaturas altas representadas en tonos más rojizos, la Amazonia por otra parte con tonos de amarillo presentan temperaturas medias altas, y por último la Serranía con tonos de azul y verde que representan temperaturas más bajas.

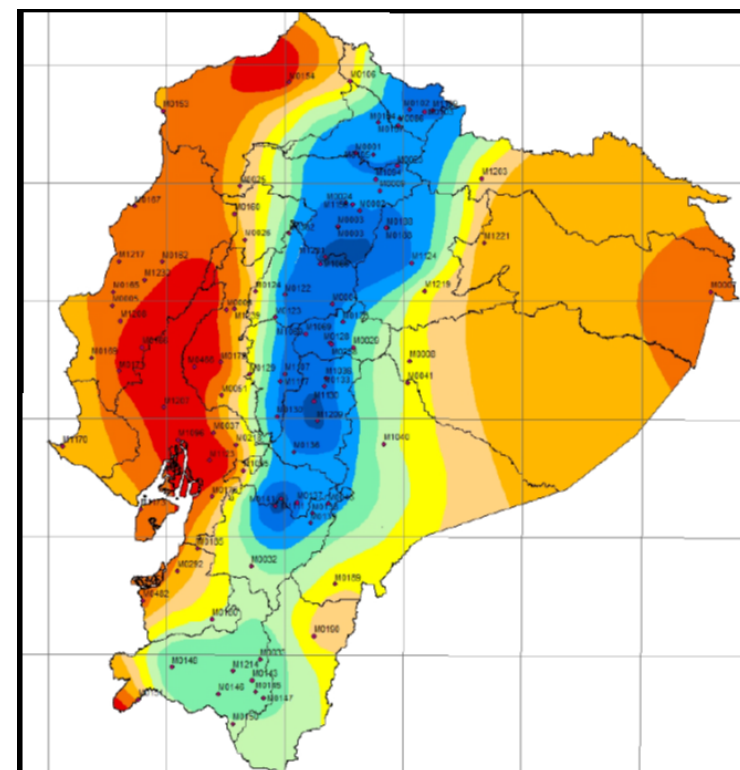


Figura 30 Mapa de Isothermas – Fuente INHAMI

El mapa de isothermas Figura 30 demuestra la uniformidad de características climáticas en el centro y norte del Ecuador, con un tono azul representa en general un entorno frio con las menores temperaturas en el territorio. Si hacemos una comparación entre la estación M0024 que pertenece a INHAMI QUITO y la estación M1036 RIOBAMBA POLITÉCNICA, vemos que se encuentran catalogadas bajo un mismo rango de temperaturas promedio mensuales comprendidas entre

(11 – 14.9) °C sombreados bajo un color azul intermedio.

Si nos remontamos a un histórico de 2011 en la estación de medición M1036 RIOBAMBA POLITÉCNICA presentado en los siguientes cuadros, se constata una media anual de 13.9 °C, valor que está dentro del rango catalogado en el mapa de Isotermas y el software utilizado.

M1036														RIOBAMBA POLITÉCNICA														
MES	HELIOPANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)										HUMEDAD RELATIVA (%)										PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)		Número de días con precipitación		
		ABSOLUTAS										M E D I A S												Suma	Máxima en 24hrs			
		Máxima					Mínima					Máxima					Mínima										Mensual	Máxima en 24hrs
		Máxima	di	Mínima	di	Máxima	Mínima	Máxima	di	Mínima	di	Máxima	Mínima	Máxima	di	Mínima	di											
ENERO		23.6	27	2.0	30	20.8	7.2	13.9							7.7	10.6	44.7	10.4	17	14								
FEBRERO				5.1	26	20.5	8.7	13.9				98	12	38	5	76	9.4	11.8	137.1	23.2	16	14						
MARZO		23.0	3	1.5	3	21.5	6.9	14.1				96	6	31	5	68	7.6	10.6	43.7									
ABRIL						20.0	8.8	13.7				79			79	9.9	12.2	157.5										
MAYO						20.2	8.5	13.8				75			75	8.9	11.5	32.6										
JUNIO						20.7	8.8	13.7				98	23	39	28	74	8.8	11.4	32.1	7.1	29	11						
JULIO		22.8	31	2.6	20	19.4	7.6	12.8				96	1	41	31	75	8.0	10.8	12.4	3.2	12	14						
AGOSTO						21.4	6.8	13.6				70				70	7.8	10.6	14.2									
SEPTIEMBRE						20.9	7.4	13.4				72				72	8.0	10.7	8.4									
OCTUBRE						22.9	7.8	14.7				61				61	6.3	9.8	17.4									
NOVIEMBRE		3.0	21	22.6	8.1	14.5						96	10	23	21	69	8.0	10.9	126.4	21.2	27	15						
DICIEMBRE		6.0	23	20.6	9.6	14.1						77				77	9.9	12.2	67.6	19.3	1	18						
VALOR ANUAL						21.0	8.0	13.9				72				72	8.4	11.1	694.1									

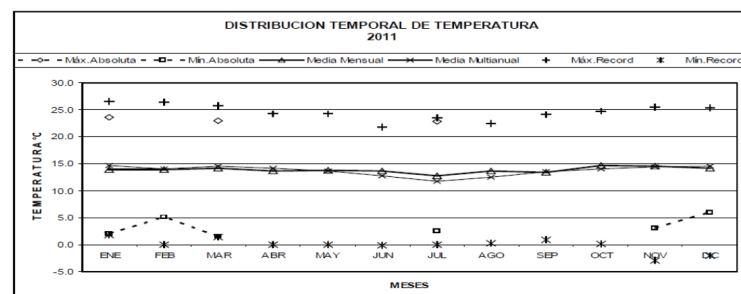


Figura 31. Histórico 2011 Estación Riobamba Politécnica – Fuente: INHAMI ECUADOR

3.3 Humedad relativa

La humedad relativa para este ecosistema presenta tres fases a lo largo del día y constantes en todo el año. La humedad en el día, claramente visible en la Figura 32, con promedios presentados en un rango del 40 al 80 % y el periodo nocturno hasta las horas del amanecer con variaciones que oscilan entre 70 y 90%.

Las variaciones de humedad relativa están representadas en el siguiente cuadro:

Periodo comprendido entre :	Humedad relativa (%)
8 am – 8 pm (día y primeras horas de la noche)	(40-80) %
8 pm – 6 am (noche y madrugada)	(70-90) %
6 am – 8 am (primeras horas de la mañana)	(85-80) %

En el último periodo se llegó casi al 100% de humedad en la madrugada del mes de Febrero (extrema)

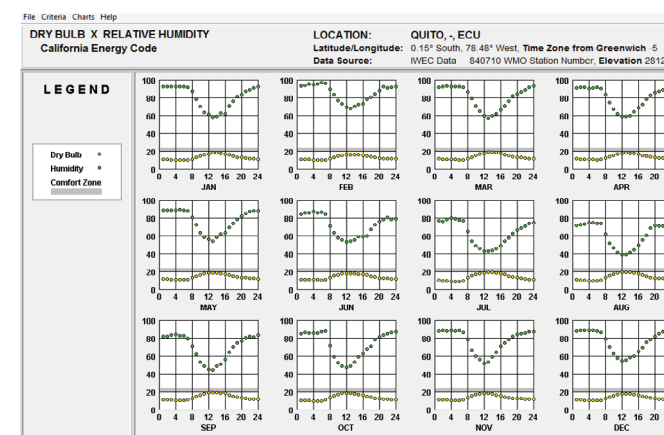


Figura 32 Humedad relativa y bulbo seco – Climate Consultant 5.0

El amanecer ecuatorial en este ecosistema es frío y con mucha humedad, hasta las primeras horas de la mañana (Sunrise) en la Figura 33, la humedad relativa todavía se encuentra en rangos del 80%, al transcurrir el día la humedad disminuye y al atardecer (Sunset) regresa a su estado inicial.

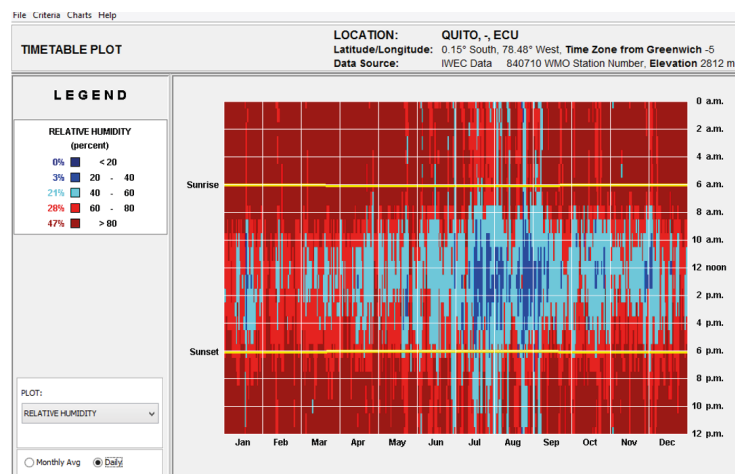


Figura.33. Humedad relativa y bulbo seco - Climate Consultant 5.0

La Figura 33 presenta los porcentajes de humedad relativa Horario Mensual, donde el llamado verano ecuatorial (junio, julio y agosto) con la presencia de mucho sol, cielos despejados y vientos máximos presenta un porcentaje de humedad relativa diaria confortable en estos meses en rangos del 20 al 60%.

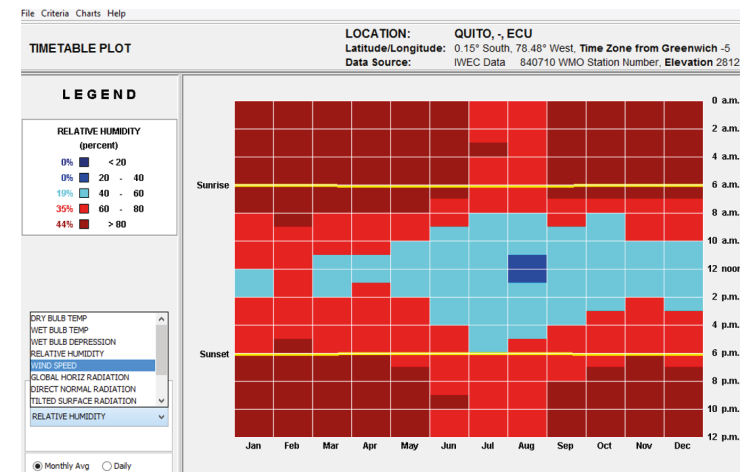


Figura 34 Comportamiento Humedad relativa Horario Mensual - Climate Consultant 5.0

Se debe tener en cuenta que “Las humedades solo son significativas en sus extremos inconfortables, es decir por debajo del 20-30 o por encima del 70-80%”, en este ecosistema el 44% del tiempo total correspondiente a las horas de obscuridad, la humedad relativa se encuentra por sobre el 80%.

3.4 Orientaciones solares

“La radiación solar es una forma de transmisión de calor que puede propagarse a través del vacío.” Esta energía infinita, gratuita y emitida por el sol, puede transmitirse y en muchos de los casos almacenarse para los más diversos usos.

Se denominan “orientaciones solares” a aquellas que en función del recorrido solar reciben radiación solar

directa. La atmosfera delgada del páramo ecuatoriano recepta alta radiación ultravioleta, pero disipa la energía más rápidamente al vacío. Por tal motivo se debe potenciar La absorción atmosférica, aquel fenómeno producido por el ingreso de radiación en los cuerpos, donde la totalidad o parte de ella se transforma en calor aumentando las temperaturas de cuerpos expuestos. Esta es la razón fundamental para que la orientación al momento de implantar la vivienda sea un tema primordial.

Al encontrarse sobre la línea ecuatorial, los recorridos solares y la incidencia de la radiación solar sobre la unidad habitacional son constantes a lo largo del año, las horas de sol son permanentes durante los 365 días del ciclo anual.

El movimiento del sol, como en la mayor parte del planeta, está sujeto a la geometría solar, es decir el movimiento aparente del sol y las representaciones gráficas que para la ejecución de estrategias solares nos posibilita a su máximo aprovechamiento en los momentos que sean necesarios con el objetivo de obtener el confort térmico o evitarla si ese fuese el caso.

Para comprender los efectos del sol sobre la estructura específica, se asume a la tierra inmóvil y que el sol hace un arco por sobre el objeto. Las coordenadas angulares terrestres como la latitud dados por los paralelos se toman con respecto al ecuador (0 grados), presentan

para esta zona (0° 15" SOUTH) por su ubicación en una zona muy cercana bajo la línea ecuatorial.

La longitud por otra parte determinada por los planos perpendiculares al ecuador presenta (78° 48" WEST) con referencia al meridiano de Greenwich para esta zona las coordenadas celestes, además la altura solar y el azimut se pueden fácilmente obtener en el Reloj Solar.

El Ecuador al encontrarse sobre la línea ecuatorial resalta en su perpendicularidad del azimut, casi a 90 °, el sol nace y aparece en el este directamente casi sin ángulo sube por la cubierta de la estructura y desaparece en el oeste perpendicularmente. Este movimiento exacto develara de manera idónea la orientación de las próximas estructuras a construirse.

Es importante conocer la realidad ecuatoriana y su entorno, este país al estar ubicado en el ecuador meridional tiene una particularidad, las horas de sol y oscuridad se dividen equilibradamente en el día y noche, con 12 horas en cada periodo a lo largo de todo el año, en la Figura 35. Reloj Solar Horizontal se dibuja un diábolo perfecto con una forma regular demuestra este tipo de comportamiento con horarios estables de luz y oscuridad.

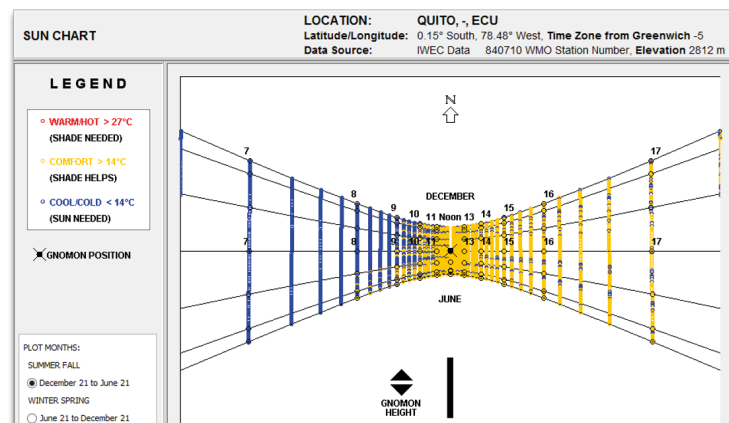


Figura 35 Reloj Solar Horizontal (Zona Centro-Norte, Sierra Ecuatoriana) - Climate Consultant 5.0

El diagrama de trayectoria solar en proyección cilíndrica para la zona centro-norte de la serranía se detalla en la Figura 36. No establecemos periodos de obstrucción al ingreso de radiación solar por las aberturas por que dependemos de un tipo de clima constante durante todo el año y deseamos aprovechar al máximo en esta vivienda el soleamiento para la calefacción natural de los ambientes en la unidad habitacional.

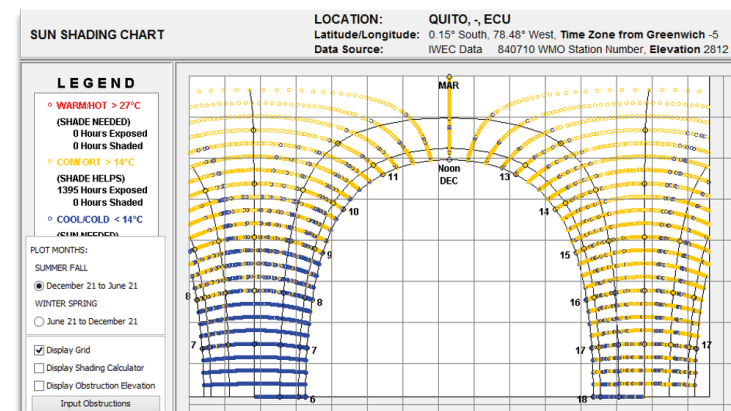


Figura.36 Diagrama de trayectoria solar en proyección cilíndrica desarrollado para Quito, Ecuador (Zona Centro-Norte, Sierra Ecuatoriana. - Climate Consultant 5.0

Al no ser requeridas protecciones solares no usaremos el método de superposición entre los diagramas de trayectoria solar y el de visión de bóveda celeste para obtener los ángulos requeridos para las obstrucciones.

Es así que la Figura 37 presenta la orientación del ciclo solar en Ecuador, información importante al momento de orientar las nuevas estructuras que serán construidas en el futuro próximo, las que favorecerán las orientaciones Este y Oeste para una mayor ganancia solar y sobre todo dando principal énfasis al techo con mayor número de horas expuesto al sol.

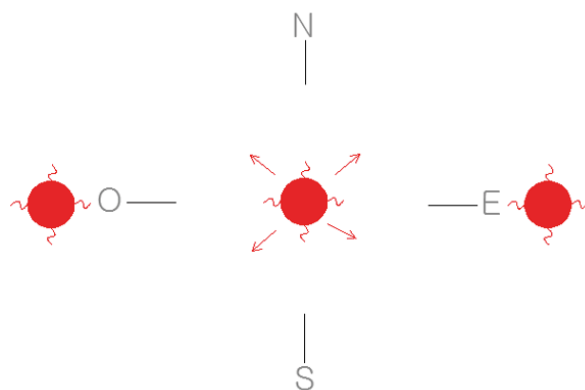


Figura 37. Orientación del Ciclo Solar en Serranía de Ecuador

3.5 Vientos y brisas

El viento y su relación con la arquitectura además del efecto mecánico que ejerce sobre los edificios, tiene un aspecto directamente relacionado con el confort dentro de la estructura.

La región de la sierra central al encontrarse en la Cordillera de los Andes, por sobre los 2500 metros de altura tiene velocidades promedio máximas mensuales entre los rangos de 4.5 y 7 (m/s) presentados en la Figura 38 Rangos de velocidad del viento, velocidades que se ajustan a la escala presentada en el estudio de Gandemer (1978) sobre el “efecto apreciable de in confort sobre peatones” donde:

Velocidad del viento (m/s)	Efecto apreciable
4.5 a 7	El polvo y los papeles se elevan, los cabellos son netamente despeinados.

Estos valores bajo la escala de vientos de Beaufort Figura 37, con valores cercanos a los 25 [km/h] se denomina brisa moderada con características parecidas a lo experimentado en el tiempo de trabajo en campo.

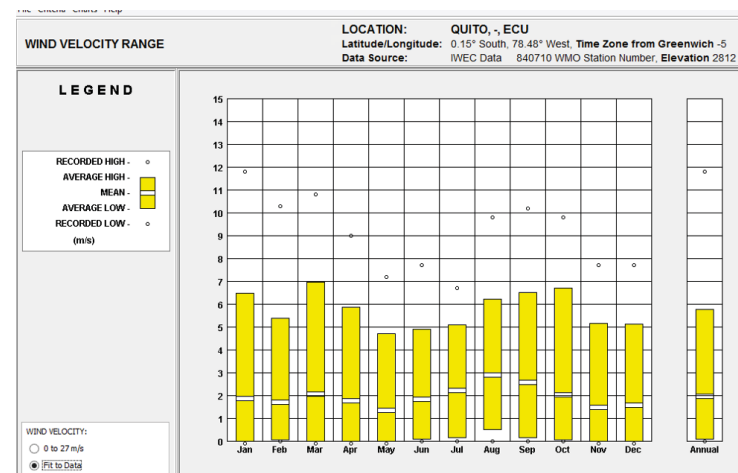


Figura 38 Rango de Velocidad del Viento - Climate Consultant 5.0

N	Viento	Efectos perceptibles del viento	vel. (km/h)
0	Calma	Calma el humo se eleva vertical	0
1	Aire ligero	La dirección del viento es indicada por las columnas de humo pero no por veletas	1.5 – 5
2	Soplo ligero	Se nota el viento en el rostro, las hojas producen sonido, la veleta se mueve	6 – 11
3	Brisa ligera	Las hojas y ramas delgadas se dejan oír su rumor, una bandera se extiende al viento	12 – 19

4	Brisa moderada	El viento levanta polvareda y se mueven ramas, vuelan hojas de papel	20 – 29
5	Brisa viva	Los árboles corpulentos se tambalean, se forman pequeñas olas en lagos	30 – 39
6	Brisa fuerte	Las ramas gruesas se mueven es difícil sostener el paraguas	40 – 50
7	Viento vivo	Los árboles son sacudidos dificultad para caminar	51 – 61
8	Gran viento	Las ramas son arrancadas de los árboles, se impide caminar	62 – 74
9	Viento violento	Comienzan los daños en las viviendas	75 – 87
10	Viento de tempestad	Son frecuentes árboles arrancados, daños graves	88 – 101
11	Fuerte tempestad	Mucha destrucción se produce raras veces	102 – 116
12	Huracán	Región desbastada viento excepcional	117 – 132

Figura 39 Escala de vientos Beaufort.

La agencia del Estado Ecuatoriano INHAMI para el mismo período presenta en la Figura 40 similitudes casi exactas de velocidades entre enero y abril con las obtenidas en el software utilizado, a más de coincidir en el valor de la velocidad Media Anual igual a 2 (m/s).

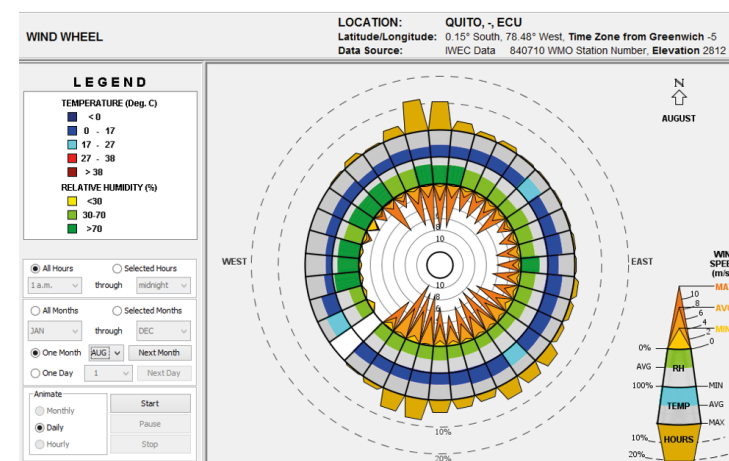
MES	EVAPORACIÓN (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO																Vel Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)				
	Suma Mensual	Máxima en 24hrs - día		N		NE		E		SE		S		SW		W		NW				CALMA		Nro OBS	Nro DIR
				N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW						
ENERO	101.8	7	7	2.0	2	2.0	28	2.3	12	1.9	43	0.0	0	1.0	2	0.0	0	1.4	5	8	93	6.0	SE	2.3	
FEBRERO	133.1	6	7	0.0	0	2.3	20	1.5	23	1.4	42	0.0	0	1.0	1	0.0	0	2.0	4	11	84	6.0	NE	1.8	
MARZO	92.5	7	7																					2.4	
ABRIL	108.0	7	7																					1.9	
MAYO	113.8	7	7	0.0	0	2.6	36	2.3	13	1.9	29	1.8	6	0.0	0	0.0	0	1.0	7	10	90	7.0	NE	2.7	
JUNIO	104.1	7	7	1.0	1	2.3	25	1.7	23	1.8	39	0.0	0	1.0	1	0.0	0	1.2	5	7	93	6.0	NE	2.6	
JULIO		7	7																					3.3	
AGOSTO		7	7																					2.8	
SEPTIEMBRE		7	7																					2.9	
OCTUBRE		7	7																					2.3	
NOVIEMBRE		7	7	1.0	4	1.9	23	1.9	17	1.6	21	1.3	3	1.0	8	1.0	1	1.2	10	12	90	7.0	SE	2.3	
DICIEMBRE	118.2	7	7																					2.3	
VALOR ANUAL		7	7																					2.0	

*Figura 40 Rango de Velocidades Estación INHAMI
- ECUADOR*

Los datos expuestos por el Instituto Nacional de Meteorología presentan la dirección de los vientos que

predominan que coinciden siempre en la orientación Sur-este y Nord-este en mayor frecuencia y valores más altos.

Si lo comparamos con la rosa de los vientos para dos meses representativos presentados en la Figura 41. Agosto con la mayor presencia de vientos y Figura 42 enero con la menor intensidad, la orientación siempre concuerda en Orientación Nord-Este y Sur-Este.



*Figura 41 Rosa de los Vientos (agosto) Sierra
Ecuador - Climate Consultant 5.0*

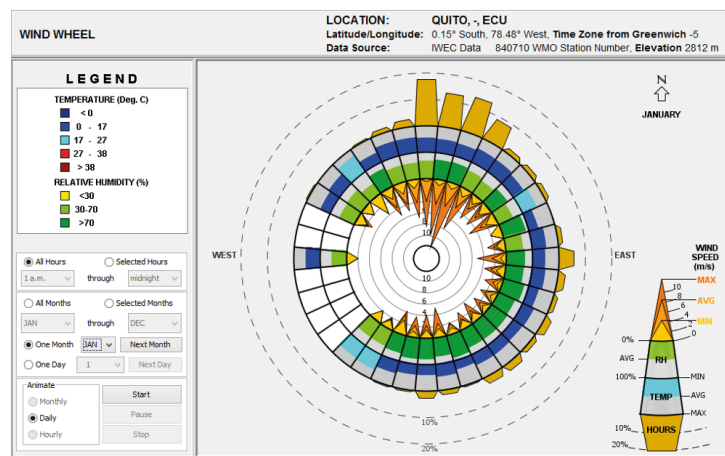


Figura 42 Rosa de los vientos (enero) Sierra Ecuador
- Climate Consultant 5.0

3.6 Diagrama psicrométrico y límites de confort

Se puede encontrar distintas características de una masa de aire, y partiendo del conocimiento de dos de ellas, El diagrama psicrométrico está formado por las **temperaturas de bulbo seco** en las abscisas y los valores de **humedad absoluta** en el eje de las ordenadas.

Hay que recordar que las temperaturas de bulbo seco representan la temperatura que marca un termómetro común y la temperatura húmeda cuya medición se realiza mediante termómetros de bulbo húmedo.

En un diagrama psicrométrico las líneas curvas que cruzan el diagrama representan los valores de **humedad relativa** y sobre la línea del 100 % de humedad relativa (%) se encuentran en una escala de cada cinco unidades los valores de **temperaturas de bulbo húmedo**.

Las dos temperaturas pueden determinarse mediante el psicómetro.

Tener claro el concepto de humedad relativa que en definición “es el porcentaje de humedad que tiene el aire en comparación con la que tendría ese mismo aire a igual temperatura de bulbo seco, si estuviera saturado de humedad. “ Nos da una comprensión más cercana a esta Figura y la importancia de los parámetros. La Figura 42 el diagrama Psicométrico válido para la zona centro norte del Ecuador, contempla datos específicos para el ecosistema bajo la Norma ASHRAE HANDBOOK OF FUNDAMENTALS CONFORT MODEL 2005 detallados en la Figura 3.28.

Para delimitar la zona de confort en este clima se ha tomado en cuenta los Límites del Confort (12 y 24)°C, además se han tomado en cuenta valores de “clo” correspondientes para ropa de invierno para espacios interiores de vivienda. Los datos obtenidos de “Clo” corresponden a la vestimenta usada por los pueblos originarios cuando se despojan del “poncho” permaneciendo en pantalones largos y sweater cuyo valor es cercano a 1.0 “Clo”, además de un valor de Met=1.1 “un Nivel de Actividad diaria correspondiente a estar sentado o leyendo es decir en reposo”. Temperaturas máximas y mínimas de bulbo seco, punto de rocío y límites máximos entre temperaturas exteriores e interiores.

Figura 3.28 Cuadro de datos Diagrama Psicométrico

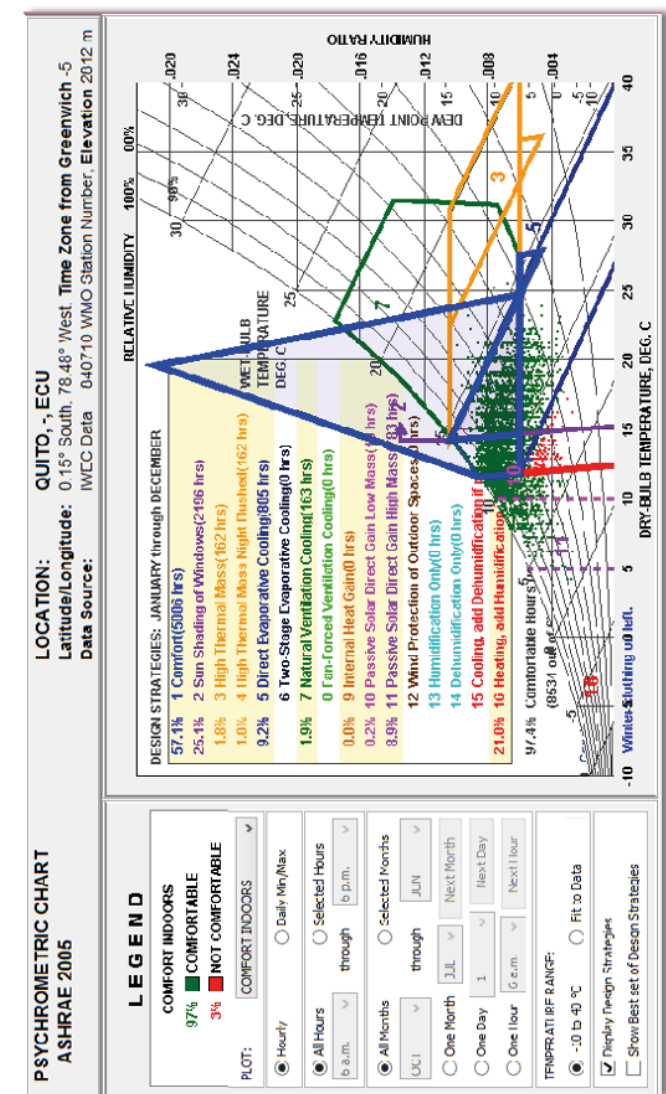


Figura 3.29 Diagrama Psicométrico Centro – Norte Ecuador Norma ASHRAE HANDBOOK OF FUNDAMENTALS CONFORT MODEL 2005

La zona 1 "Confort o bienestar" tiene casi el 60% de horas totales en las que se está en los rangos permitidos

Se detallan áreas en las que se puede alcanzar el confort ejecutando recomendaciones bioclimáticas como: Ganancia de Masa térmica (Zona 3 y 4), Enfriamiento por Ventilación natural (Zona 5), Ganancias internas y masas de ganancia directa solar pasivas (Zona 9,10,11).

Lo que se interpreta en el diagrama revela que durante casi el 60% de horas totales a lo largo del año se encuentra en niveles de confort, para las horas restantes serán necesarias las estrategias bioclimáticas, además de posible calentamiento mecánico o alguna fuente de calor alternativa (Biomasa).

Límites del Confort (12 y 24) °C

3.7 Aspectos estéticos culturales

Si analizamos la estructura desde el punto de vista estético y su relación con la cultura encontramos que la conformación del espacio habitable no guarda relación con las tecnologías constructivas heredadas a lo largo de cientos de años. El análisis de volúmenes y masas del aspecto cuadrangular de la vivienda contrasta con aquella vivienda circular con techo cónico, a la cual estos pueblos asumen como vivienda o lugar de refugio, el concepto de "Nuca Llacta " queda en entredicho en su percepción.

La estructura no tiene elementos simbólicos representativos como la hoguera, que representa el corazón de la vivienda, el ritual en que se ha convertido el momento de compartir el alimento, no existen elementos ornamentales y decorativos.

En cuanto a simetrías la unidad cuadrangular reparte sus espacios en habitaciones contiguas una derivación común de la arquitectura occidental separando el espacio de descanso del calor de su hoguera común.

Las fachadas se derivan de la solución occidental de vivienda en serie promulgada a lo largo y ancho de Latinoamérica, techo a dos aguas formas rectilíneas y cuadrangulares, la no existencia de uso de materiales como estera para revestir los suelos. Los patios contiguos son parte del entorno natural comúnmente protegidos con vegetación propia no contemplan la ubicación normada de otro actor importante en la vida de estas poblaciones, sus animales de granja.

Así como los páramos guardan similitudes en cuanto a condiciones atmosféricas, los pueblos que habitan estas provincias tienen características comunes entre sí. Su estructura comunitaria, sus métodos de impartir justicia y hasta las fiestas populares son similares, los pueblos de la Sierra centro Norte comparten su lengua, costumbres y tradiciones.

Las historias de estos pueblos se remontan a tiempos de la conquista, al ser despojados de las planicies fértiles

ubicadas en los valles bajos y templados, encontraron refugio en las tierras altas donde por cientos de años se adaptaron a su nuevo hábitat, alimento y vestimenta.

El frío del páramo, la mala nutrición y duras condiciones laborales mermaron su población, casi olvidados transcurrió el tiempo y por más quinientos años fueron privados de servicios básicos y derechos irrenunciables que un estado soberano debe garantizar en tiempos de libertad y democracia.

Hoy por hoy, su legado, idioma y costumbres son protegidos y a manera de una rectificación y deuda histórica el estado implementa políticas dirigidas a su protección y desarrollo.

La cosmovisión y formas de vivir de estas poblaciones difiere en gran medida a las del mundo occidental, sus costumbres se remontan desde tiempos inmemoriales y su riqueza cultural ha sobrevivido al paso de los lustros.

Sus círculos afectivos familiares dominan las relaciones interpersonales, tienden siempre a vivir en círculos cercanos donde todos comparten ascendencia en común. Forman grupos familiares a temprana edad y conciben descendencia rápidamente es uno de los factores por los cuales la falta de un espacio habitable es más notoria en estas regiones. Las familias jóvenes acompañadas siempre con niños en edad de lactancia son acogidas por familiares cercanos provocando hacinamiento y por ende una baja calidad de vida dentro

de sus estructuras.

Entre las obligaciones de las mujeres esta la agricultura, mientras ejecutan sus tareas diarias en el campo abierto es común encontrarlas con bultos en sus espaldas, envueltos en un tipo de tejido en forma de túnica denominado "chalina" dentro de estos tejidos se encuentran niños pequeños en edad de lactancia.

3.8 Bienestar térmico y abrigo

Dentro de los parámetros personales existe uno que tiene importancia preponderante en lo referido a aspectos higrotérmicos y es sin duda para este caso el arropamiento. Para poder develar este parámetro debemos remontarnos a un accesorio que ha sobrevivido al paso del tiempo en estos pueblos y nacionalidades a pesar de la injerencia directa de la occidentalización y la consecuente pérdida de identidad.

El poncho andino ha sobrevivido al cambio de siglo con la colonización y el desplazamiento de estos pueblos a tierras altas se introdujeron el pantalón y la túnica paso a ser el Poncho.

El poncho es la vestimenta originaria en la cultura andina de América del Sur, la cordillera de los Andes extiende su uso desde el sur de Colombia hasta el norte de Argentina y Chile, en todos estos territorios ha tenido siempre como principales componentes la lana de oveja, vicuña y alpaca



Figura 43 El poncho andino en la Sierra Centro ecuatoriana - Fuente: <http://patriciavbravoespinozaute.blogspot.com.es/>

Con variaciones en colores y formas el sistema siempre es el mismo, el pelaje interno del poncho le da éxito en su diseño protegiendo sus cuerpos del intenso frío del páramo y por este motivo es una pieza fundamental en las actividades de estas poblaciones que por cientos de años se dedicaron a pastar ovejas, llamas, alpacas o vicuñas. Todos ellos adaptados específicamente a un ecosistema en común el páramo andino.

3.9 El Poncho

El confeccionar un poncho es un arte y los conocimientos para su fabricación son heredados de

padres a hijos de generación en generación, sobreviven así a los capítulos oscuros en la pérdida de identidad y costumbres. Estas prendas son exportadas a países donde existen inviernos intensos como Inglaterra, Japón, Francia o Estados Unidos teniendo un éxito de ventas grande por su buen desempeño como protección térmica.

El poncho andino es un símbolo de identidad entre estas nacionalidades, cada pueblo a lo largo del territorio se diferencia entre otras cosas por el poncho, los colores, texturas y prendas complementarias han sido adaptados a sus microclimas y zonas climáticas específicas.

1) "OTAVALO" 2) "PILAHUIN" 3) "SARAGURO"



Figura 44 El poncho andino en la Sierra Centro ecuatoriana - Fuente:

1) <https://www.flickr.com/photos/romulofotos/sets/72157604988986788/detail/?page=4>

2) <http://aldobe84.blogspot.com.es/2013/12/el-futbol-sudamericano-tendra-sobrados.html>

3) <http://guailasfer.wordpress.com/2011/03/30/ropa-de-los-saraguros/>

3.10 Cálculo de "Clo"

Para poder analizar las prendas usadas por estas nacionalidades, se cuantifica su número de prendas y equivalencia en "Clo" Figura 45, ya que la sensación de calor es una función de la vestimenta y el número de prendas "La vestimenta se mide con coeficientes de transmisión térmica la unidad para el arropamiento es el clo (clothing), un clo equivale a una resistencia térmica de 0,15 m². C/w"

HOMBRE		MUJER	
PRENDA	CLO	PRENDA	CLO
BOTAS	0.10	BOTAS	0.10
PANTALONES GRUESOS	0.28	Falda (ligera de verano) Anaco interno	0.15
CAMISETA DE MANGAS CORTAS	0.09	Falda (gruesa de invierno) Anaco exterior	0.25
BUZO (JERSEY GRUESO)	0.35	Blusa Gruesa con manga Larga	0.30
PONCHO	1.8	BUZO (JERSEY GRUESO)	0.35
		PONCHO	1.8
TOTAL	2.62	TOTAL	2.95

Figura 45. Detalle de prendas usadas por la nacionalidad Quichua - elaboración Propia

Se realizó el cálculo total de clo para la fórmula de Olesen (1985)

$$I_{CL} = \sum CL_{PRENDA}$$

Al trabajar en este estudio con un grupo de personas no uniformadas, aunque el 99 % de estos individuos usan la misma vestimenta, se ha optado por el método de los

niveles o método de Homogeneización el cual establece cuatro niveles

		Medio	Rango
NIVEL 0	Desnudos	(0 clo)	0 a 0.3 clo
NIVEL 1	Ropa Ligera	(0.5 clo)	0.3 a 0.7 clo
NIVEL 2	Ropa Media	(1 clo)	0.7 a 1.3 clo
NIVEL 3	Ropa Pe- sada	(1.5 clo)	Más de 1.3 clo

El nivel seleccionado para el desarrollo es el NIVEL 3 ROPA PESADA más de 1.3 Clo.

Según la (Commission of the European Communities, 1986) en su cuadro de equivalencia de unidades CLO, estos datos arrojados por el detalle de prendas de vestir se asemejan a 3 CLO, que detallan ROPA DE ALTA MONTANA O ROPA DE CAMA CONSISTENTE EN PIJAMA DE INVIERNO.

Es decir, en estas poblaciones la vestimenta juega un papel diferente en la sensación de confort frente al frío inclemente en estado natural del ecosistema en el exterior, al momento de descansar o pernoctar y al despojarse de su Poncho o vestimenta más significativa en términos de protección ambiental tienen la percepción de frío no confortable, por tal motivo muchos de los habitantes de estas viviendas han decidido abandonarlas al momento de dormir o permanecer en la madrugada que es el donde las temperaturas bajan y se registran topes mínimos durante todo el día.

Es común, observar muchas de estas viviendas ser usadas como bodegas de almacenamiento, en casos extremos como refugio de animales de granja.



CAPITULO IV

ANÁLISIS COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO (TÉRMICO) DE LA ESTRUCTURA

La metodología de este análisis pretende no perder de vista ningún aspecto parcial de la totalidad de lo analizado, poniendo en relación todos los factores a base de retroalimentación apoyado en un diagnóstico ejecutado con varios Softwares especializados que analizan la hipótesis de la falta de confort térmico en estas unidades habitacionales y muestran posibles caminos de intervención, para después realizar un aporte real con soluciones teóricas prácticas para el mejoramiento en su confort térmico con criterios pasivos no descartando incluir algún sistema activo acorde a la realidad social y geográfica de la región o el uso de materiales específicos encontrados en el entorno próximo del PARAMO ecuatoriano.

La modelación de la estructura se ejecuta con software especializados y datos específicos para la zona en mención, los materiales usados, capacidad de w se han cargado y correlacionado para obtener cifras cercanas a la realidad

4.1 Climate Consultant

Desarrollado por la Universidad de California es un software de base gráfica que ayuda a constructores, arquitectos y estudiantes a entender su clima local.

Normado por el departamento de Energía de EEUU, usa miles de estaciones climáticas alrededor del mundo. Climate consultant transfiere estos rangos de datos en docenas de presentaciones graficas de fácil comprensión

las cuales las usaremos más adelante.

Organiza datos climáticos, representa esta información en graficas de rápida comprensión, para ayudar a los usuarios a crear energía eficiente y estructuras sostenibles en lugares con características específicas en el mundo.

El mapa psicométrico es uno de los gráficos más avanzados disponibles en Climate consultant, representa temperaturas y humedad de cada una de las 8760 horas del año. diferentes estrategias pasivas de calentamiento o enfriamiento están representadas por zonas específicas en esta carta.

Para nuestro caso, se debe acotar, que la estación climática escogida para la modelación está en la zona de Pichincha, que hace parte de la Sierra Centro-Norte con temperaturas y características similares para esta zona. Estos datos han sido entrelazados a otro software de modelación que lo presentamos a continuación.



Figura Climate Consultant 6.0:

4.2 Autodesk Ecotect Analysis

ECOTECH es un software de diseño de edificios sostenibles, se convierte en una herramienta completa para el análisis de diseño de estructuras Green, provee una alta simulación medioambiental visual del rendimiento de la estructura ofreciendo funcionalidad del análisis de la energía del edificio pudiendo mejorar el funcionamiento de estructuras existentes y nuevas.

ECOTECH hace un cálculo de consumo de energía y emisiones de CO2 en modelizaciones anuales, mensuales, diarias y por horas, conectado a la base de datos de clima como lo es CLIMATE CONSULTANT. Modeliza la calefacción y refrigeración del edificio analizando los efectos de la ocupación, ganancias internas, pérdidas de calor y equipamiento.

ECOTECH ANALYSIS visualiza la radiación solar en ventanas y superficies del edificio tan necesarias en zonas de frío o calor intenso, calculando factores de luz y niveles de iluminación en los diferentes puntos.

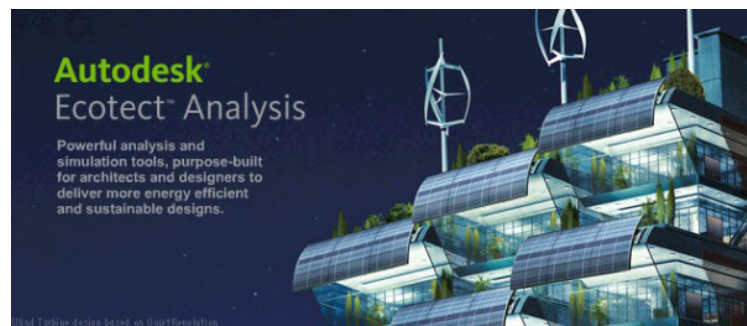


Figura Autodesk Ecotect Analysis

MODELACIÓN

4.3 Orientación Optima

Toda la información detallada de ubicación geográfica, clima (Climate Consultant 6.0), formas constructivas, materiales, dimensiones y procesos constructivos se han ingresado en el software "Ecotect Analysis".

Para la modelación se usó la herramienta de optima orientación con datos de localización y clima ubicados en Pichincha perteneciente a la Sierra Centro –Norte

Las estructuras construidas a lo largo y ancho de la región se encuentran en una diversidad incalculable de orientaciones ya que en su planificación nunca se tomó

en cuenta la dirección del sol, la herramienta "Optimum Orientation" encuentra la mejor ubicación posible para una estructura en esta latitud y longitud.

Para el análisis del comportamiento térmico asumiremos la Optima Orientación posible

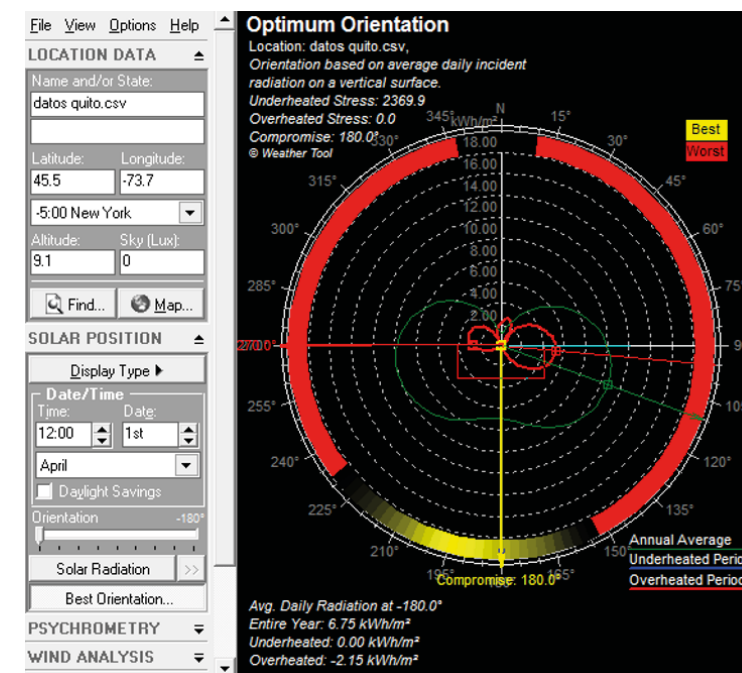


Figura 46 Orientación óptima para la latitud y longitud específica.

La Figura 46 presenta la mejor orientación a 180° desde el Norte o 0° desde el Sur para esta localización.

La solución habitacional del Ministerio de Desarrollo

Urbano y Vivienda del Ecuador ha sido analizada direccionada en su óptima orientación, esto ha develado el comportamiento térmico de la estructura para su mejor desempeño.

La Figura 47 presenta en recuadros rojos, el ingreso de datos climáticos para la zona específica y orientación optima del proyecto develado en la herramienta anterior, a más de la altitud del proyecto y el emplazamiento en la zona rural.

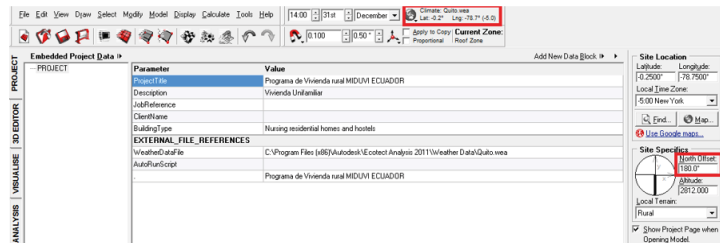


Figura 47 Orientación óptima para la latitud y longitud específica.

4.4 Radiación en la envolvente

La captación de radiación en las distintas zonas de la envolvente y sus valores totales recibidos en la orientación óptima se presenta en la Figura 48.

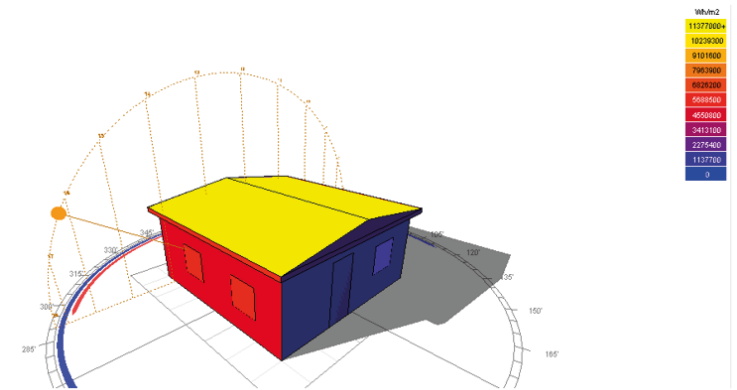


Figura 48 Valores totales de radiación en envolvente en orientación óptima.

Las fachadas Norte y Sur reciben bajas o nulas cantidades de radiación, no así las fachadas Este y Oeste con radiación media – alta por la trayectoria solar.

El techo que con su perpendicularidad de la posición del sol al encontrarnos en Ecuador recibe el mayor nivel de radiación por metro cuadrado de la estructura develándonos un posible componente importante para una rehabilitación.

4.5 Porcentaje de ocupación y uso

El porcentaje de ocupación y el valor de (Clo) resultan de un estudio detallado de las formas de vida y vestimenta que tienen estas poblaciones, desarrollados en el capítulo anterior resultan de experiencias de trabajo de campo en el paramo Andino y el conocimiento de costumbres, horarios y alimentación.

Valores de humedad óptima para el confort, velocidad interna del aire y niveles de luminosidad aceptables. Estos datos arrojados por el detalle de prendas de vestir se asemejan a 1.5 CLO, que detallan ROPA DE ALTA MONTANA O ROPA DE CAMA CONSISTENTE EN PIJAMA DE INVIERNO.

NIVEL 3	Ropa Pesada	(1.5 clo)
---------	-------------	-----------

Para el ingreso de datos

figura 49 Ingreso de datos en software

El ingreso de datos para la modelación contempla datos de CLO definidos en capítulos anteriores, niveles de luminosidad, humedad, rangos de velocidad de viento internos y externos.

En referencia a ocupación de la vivienda, se ha tomado en cuenta una media de cuatro personas por familia con actividades de cocción dentro de la misma.

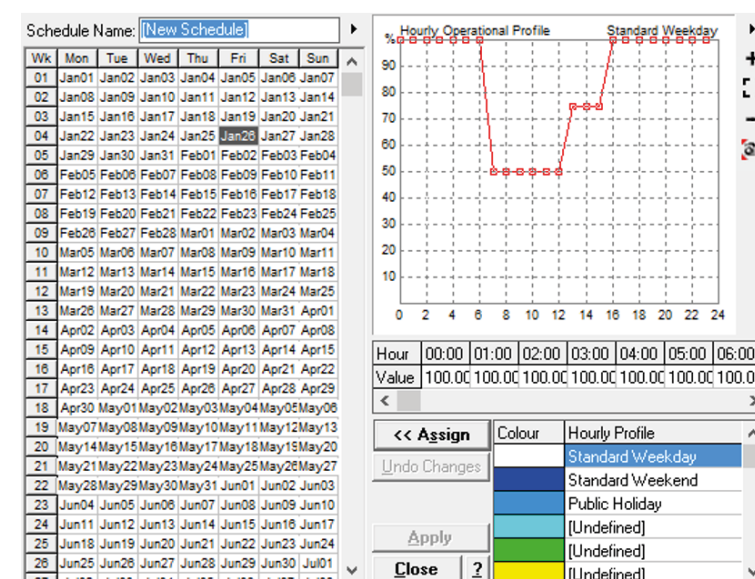
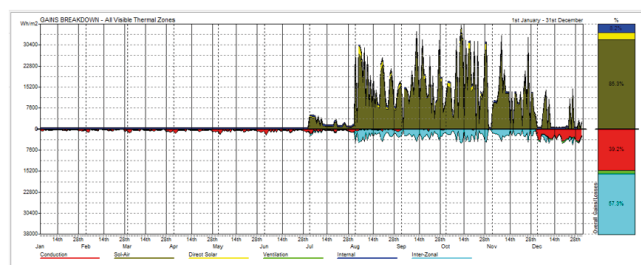


Figura 50 Valores principales y porcentajes de ocupación y uso de la estructura.

4.6 Resultados De Modelacion (As Built)

4.6.1 Pérdidas y ganancias del techo y mampostería de ladrillos (envolvente global) en orientación optima

La Figura 51 presenta valores porcentuales de pérdidas y ganancias respecto al total de radiación disponible y el comportamiento global de la estructura. La correcta orientación hace que las ganancias por (Sol-Air) sean de 85%. Las pérdidas por la fábrica o envolvente llegan al 39.2% generadas por conducción en los materiales de cerramiento.

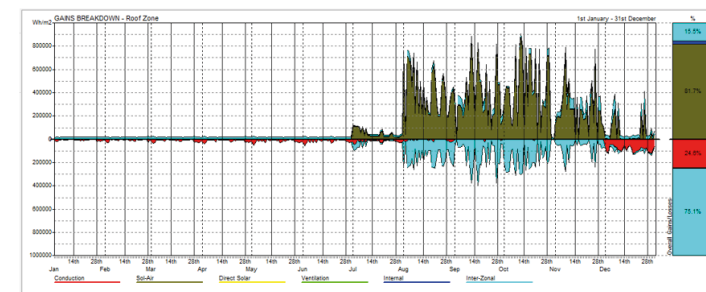


Categoría	Pérdidas	Ganancias
Fabrica	39.2%	0.0%
Sol-Air	0.0%	85.3%
Solar	0.0%	6.2%
Ventilación	3.5%	0.0%
Internal	0.0%	8.2%
Inter- Zonal	57.3%	0.2%

Figura 51 GANANCIAS Y PERDIDAS GLOBALES DE ESTRUCTURA – Todas las zonas de la estructura Vivienda MIDUVI

4.6.2 Pérdidas y ganancias del techo (Fibrocemento) en orientación óptima

Si analizamos el comportamiento específico del techo, devela que, aunque las ganancias son altas las pérdidas represe {Untan el 25% por la falta de aislamiento térmico o acústico. En la llamada Inter Zona, ubicada entre el techo y la estructura de ladrillo, se disipa o pierde el 75.1% de las ganancias solares.



Categoría	Pérdidas	Ganancias
Fabrica	24.6%	0.0%
Sol-Air	0.0%	81.7%
Solar	0.0%	0.0 %
Ventilación	0.3%	0.0%
Interna	0.0%	2.8%
Inter- Zonal	75.1%	15.5%

Figura 52 GANANCIAS Y PERDIDAS TECHO – Estructura del techo Vivienda MIDUVI

4.6.3 Pérdidas y ganancias de envolvente (Mampostería de ladrillo y aberturas) en orientación óptima

El 50% de ganancias en esta zona se deben por Sol-Air y un 12 % por ganancia solar directa por ventanales, sin embargo el equivalente a esta ganancia la estructura pierde un 11.5 % rápidamente por conducción o transferencia por la mampostería representado en la Figura 53 en rojo

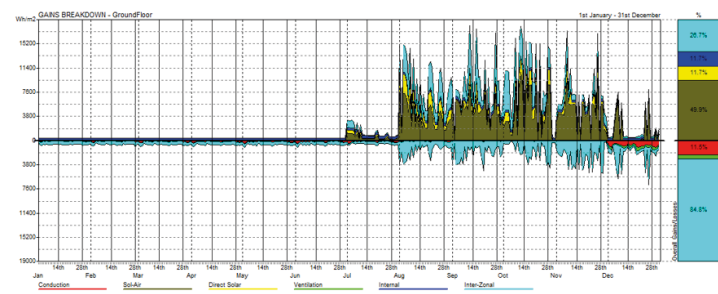


Figura 53 GANANCIAS Y PERDIDAS FABRICA –
Mampostería y Ventanas Vivienda MIDUVI

4.7 Resultados de Modelación con Reformas Pasivas

4.7.1 Reformas pasivas asumidas para modelación

Las reformas asumidas para la nueva modelación se idearon bajo criterios de disponibilidad de materiales, bajo costo y facilidad de instalación.

- Con los resultados preliminares se entiende que la estructura del techo tiene las mayores pérdidas por lo que se propone un techo falso interno construido con un armazón de madera y recubierto con estera, creando así una cámara de aire en el techo que regulará las pérdidas y ganancias durante el día y la noche.
- La nueva modelación incluye valores referentes a fibras naturales como la estera, tanto en el techo como en el piso. Las rollizas de estera sobre revestimientos cerámicos se asume mantendrán la temperatura en el interior por sobre las piezas cerámicas.
- El sellado de aberturas existentes, producto de la deficiente mano de obra en instalación de ventanas de acero y puertas, con el uso de cartuchos de Silicón transparente.
- El uso del ladrillo cocido de dimensiones descritas anteriormente en esta zona es común, la posibilidad de usar doble mampostería perimetral podría mejorar

el comportamiento de la envolvente de Ladrillos, pero no es funcional por el costo que significaría en el presupuesto total de la vivienda nueva y dificultades en el trabajo en obra de una posible rehabilitación de viviendas existentes.

4.7.2 Pérdidas y ganancias globales (envolvente-estructura) reformas pasivas

Después de los cambios referidos anteriormente en el modelo podemos presentar resultados y concluir que:

✓ Ejecutando las reformas pasivas detalladas, las pérdidas por la envolvente de la estructura se reducen en 9%, disminuyen del 39.2% al 31.2%, mientras que la ganancia solar se incrementa en 7% llegando a valores de 91.4% en la Figura 54

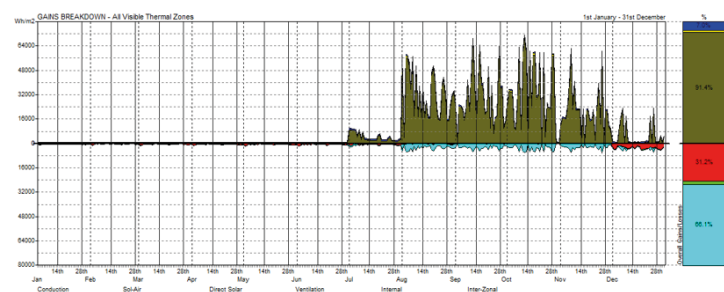
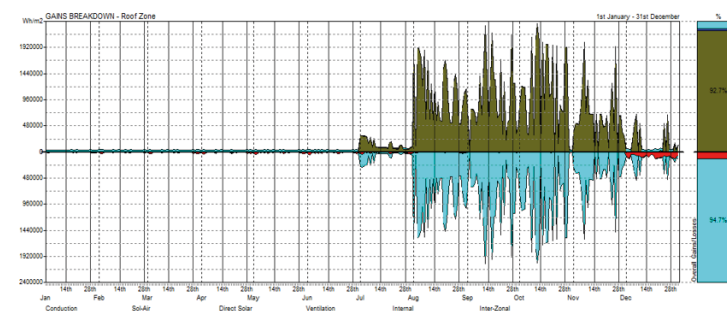


Figura 54 Comportamiento térmico después de intervención pasiva – todas las zonas de la estructura

✓ El uso de cortinas de estera y un sistema activo de hoguera o de transferencia Indirecta por invernadero incrementaran considerablemente la sensación de confort.

4.7.3 Pérdidas y ganancias del techo (fibrocemento) reformas pasivas

El aislamiento con estructura de madera, estera y cámara de aire en el techo han hecho que las pérdidas disminuyan desde 24.6% a menos de 6%. La Figura 55 presenta en color rojo pérdidas del 5%, esta se convierte en la disminución más significativa de pérdidas de la intervención en toda la estructura. El color del techo como el gris opaco han influido en el aumento de ganancia solar que se incrementa del 81.7 % al 92.7%.



Categoría	Pérdidas	Ganancias
Fabrica	5.3%	0.0%
Sol-Air	0.0%	93.1%
Solar	0.0%	0.0%
Ventilación	0.1%	0.0%
Internal	0.0%	1.5%
Inter- Zonal	94.6%	5.3%

Figura 55 GANANCIAS Y PERDIDAS TECHO
DESPUES DE INTERVENCION – Estructura de techo
Vivienda MIDUVI

- Con la mejor orientación posible (Optimum Orientation) las fachadas Norte y Sur no aportan en nada a la ganancia y acumulación de energía calórica, mientras que las fachadas Este y Oeste con muy pocas horas de exposición al sol no logran acumular suficiente energía durante el día; con la perpendicularidad del sol en esta latitud el techo es la principal estructura para obtener ganancia térmica y poder mantenerla.
- El techo falso hecho de estera actúa como una cámara que no permite que el aire frío barra el calor acumulado durante el día, evitando perdidas mayores por la envolvente.

4.7.4 Doble mampostería

- Una doble piel de mampostería y doble piel de vidrio en la carpintería de aluminio disminuyen las pérdidas por conducción de 11.5% a 9.2% Figura 56 Esta ganancia casi insignificante refuerza la importancia del tratamiento de la estructura del techo como objetivo principal y la inversión no resulta económicamente rentable para el beneficio obtenido en cuanto a mejoras en condiciones de confort.

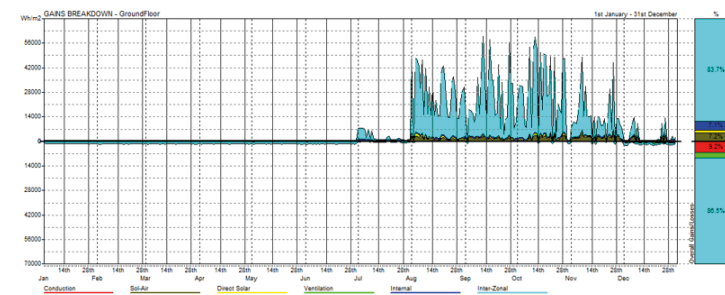


Figura 56 GANANCIAS Y PERDIDAS FABRICA DESPUES DE INTERVENCION – Estructura de envolvente Vivienda MIDUVI

- El uso de una doble mampostería en el cerramiento perimetral disminuiría las pérdidas por puentes térmicos en casi un 40% de su valor si se usaría solo una hilada en el cerramiento de ladrillo, una disminución significativa de la transmitancia lineal de 1.10 a 0.6545 [W/m K].

4.8 Temperatura interior

Las Figuras 57 y 58 presentan las temperaturas durante las 24 horas en el día más desfavorable del año que para este caso es el sábado 29 de diciembre. Las dos Figuras comparan la temperatura interior de la cámara de las dos estructuras analizadas, la primera la vivienda sin reformas (As built) Figura 57 y la Figura 58 con posibles reformas Pasivas descritas en el apartado anterior.

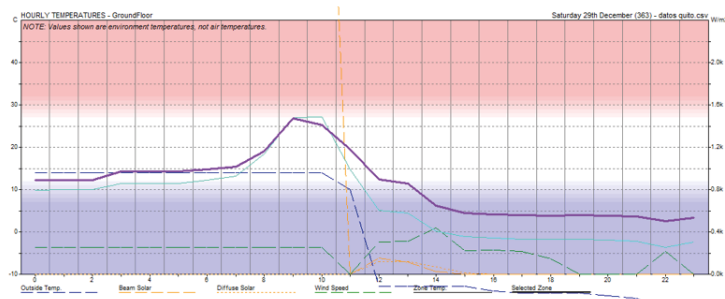


Figura 57 Temperaturas por hora en el día más frío del año – Vivienda sin reforma pasiva

La línea punteada en azul representa temperatura exterior del día mas frio en todo el año; las líneas sólidas purpura y celeste corresponden con los valores de temperatura internas de la fábrica de ladrillos y techo respectivamente.

- La Figura 57 (Asbuilt) presenta el comportamiento de la fábrica de mampostería en color purpura con temperaturas próximas a los 3 grados en las horas más desfavorables en la envolvente, la temperatura de la zona del techo no tiene un comportamiento similar (línea celeste). El pico más alto se registra muy temprano en la mañana donde su poca capacidad de retención hace que dé inicio a una pérdida inmediata de la energía calórica. La temperatura del techo cae y no presenta un comportamiento uniforme acorde con la temperatura de la estructura, es decir el techo de fibrocemento funciona como un papel de cartulina en la estructura.

- Por otra parte, la Figura 58 muestra que en

la estructura con reforma pasiva la temperatura interna de la vivienda y techo, durante las 24 horas del día es considerablemente mayor a la exterior. Su pico más alto se retarda a las 11 horas, momento en que el sol se encuentra casi perpendicular al plano de cubierta, funcionando como un gran colector sin posibilidad de disipar la energía acumulada.

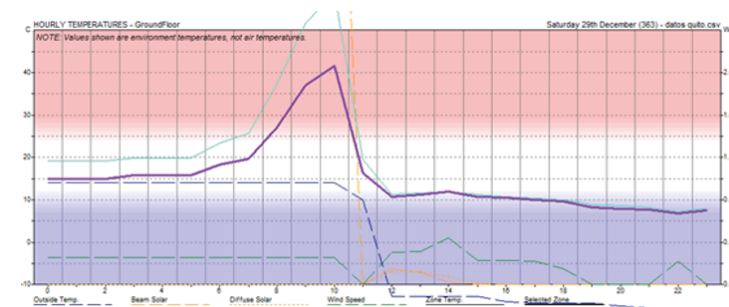


Figura 58 Temperaturas por hora en el día más frío del año – Vivienda con reforma pasiva

- En las horas desfavorables las temperaturas del techo y la fábrica presentan un comportamiento constante gracias a su mayor inercia térmica, esta propiedad se puede observar claramente en el corrimiento del pico térmico de dos horas con respecto a la Figura 57, que devela su mejor capacidad de aislación y conservación del calor generado.

- Durante el periodo frío el comportamiento del techo es muy similar al de la fábrica, existe una mayor estabilidad de las temperaturas internas de la cámara en el Techo. Aquí la estanqueidad de la cámara es un

potencial, puesto que no permite que el aire frío barra el calor acumulado durante el día, a diferencia con la Figura 57, el techo y la fábrica de mampostería tienen un comportamiento similar y equilibrado con temperaturas más altas en las horas desfavorables cercanas a los 8°C.

4.9 Ganancias y pérdidas horarias

La Figura 59 presenta en color rojo continuo las ganancias a lo largo del día en la vivienda sin reformas pasivas (As Built)

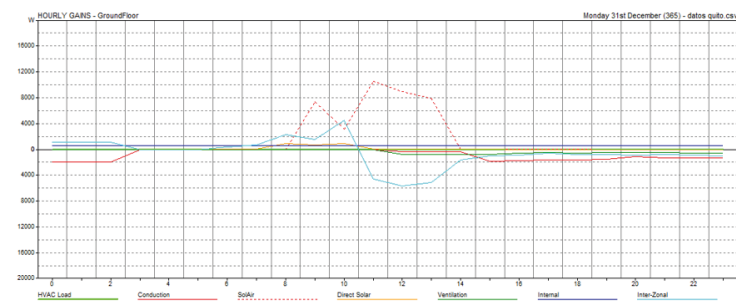


Figura 59 Ganancia y pérdidas horarias – Vivienda sin reforma pasiva (As Built)

- La línea entrecortada en rojo sitúa la ganancia solar en un periodo entre las 08h00 y 14h00 horas, a pesar de que el sol permanece en el horizonte hasta las 18h00. Los picos irregulares representan la poca capacidad de retención de la energía acumulada que tiene la estructura.

La ganancia y conservación del calor generado por conducción en la envolvente a lo largo de las horas

durante el día en la vivienda con reformas pasivas se representa en la Figura 60 en líneas rojas continuas.

✓ Las líneas rojas entrecortadas a diferencia del gráfico anterior muestran un comportamiento estable de ganancia durante el día desde las 08h00 a 18h00 y la consecuente pérdida casi insignificante en horas de la madrugada. No existen picos inestables de pérdidas y ganancias.

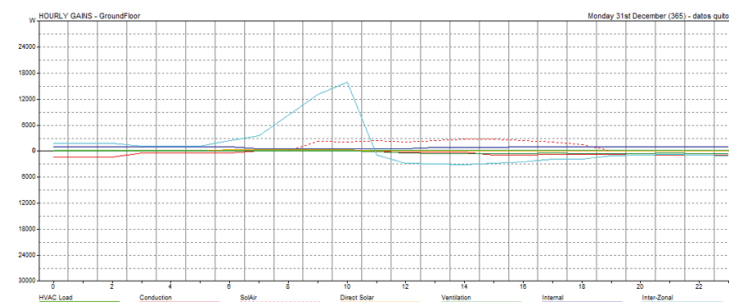


Figura 60 Ganancia y pérdidas horarias – Vivienda con reformas pasivas

✓ La Figura 61 presenta el Comportamiento horario de Ganancias y Pérdidas para el día más Frio del periodo anual, el balance energético positivo que enmarca la Ganancia Solar, Ganancias Internas por ocupación y tipo de actividad, pérdidas por transmisión en la envolvente o fábrica y ventanales se presentan favorables en el comportamiento global de la estructura, la estructura con reformas pasivas tiene ganancias en la Fábrica en el balance diario.

HOURLY GAINS - Saturday 29th December (363)

Zone: GroundFloor

HOUR	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL	
	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
00	0	-1524	0	0	1100	1714	
01	0	-1496	0	0	1100	1699	
02	0	-1496	0	0	1100	1699	
03	0	-403	0	0	1100	1139	
04	0	-403	0	0	1100	1140	
05	0	-393	0	0	1100	1135	
06	0	-393	396	0	1100	2407	
07	0	0	396	0	550	3588	
08	0	0	452	0	550	8626	
09	0	2382	368	0	550	13547	
10	0	2314	438	0	550	16679	
11	0	2631	0	-30	550	-406	
12	0	1963	61	-584	550	-3445	
13	0	2303	66	-878	825	-3693	
14	0	2504	36	-939	825	-3996	
15	0	1498	8	-830	825	-3485	
16	0	1169	0	-1160	1100	-3566	
17	0	734	0	-1172	1100	-3448	
18	0	182	0	-1106	1100	-3203	
19	0	-1550	0	-784	1100	-2357	
20	0	-1920	0	-802	1100	-2269	
21	0	-1921	0	-820	1100	-2362	
22	0	-1981	0	-1371	1100	-2833	
23	0	-2002	0	-835	1100	-2420	
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
TOTAL	0	2197	2221	-11310	22275	15889	

Figura.61 Balance energético diario Ganancias y pérdidas horarias – Vivienda con reformas pasivas

4.10 Horas de confort

La Figura 62 distribución anual de temperatura presenta las horas de confort dentro de la vivienda a lo largo del día.

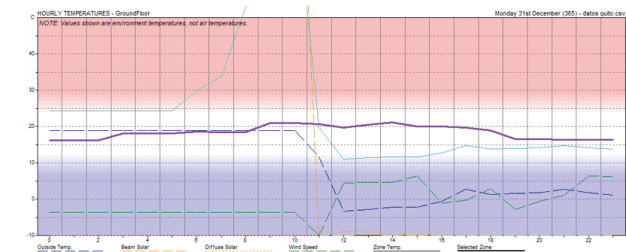


Figura 62 Comportamiento térmico diario – HORAS DE CONFORT ANUALES (Vivienda con reformas pasivas)

✓ Con la rehabilitación pasiva las horas de confort al interior de la estructura se incrementaron del 78.1% a 84.6% del total de horas al año, en una banda de confort entre 12.0 y 24.0 °C. La temperatura interior representada en color púrpura se mantiene en rangos aceptables entre los 12 y 21 °C, aunque la temperatura exterior caiga a niveles mucho más bajos cercanos con promedios de 4 °C.

María aquella mujer octogenaria continúa habitando su choza cálida, viviendo de sus cultivos y sus animales, aunque toda la información y cuadros develados en esta entrega no resuelven el problema que tiene en su vivienda convertida en una bodega, nos genera luces claras para su intervención y mejora térmica.

La futura intervención requiere de un manual claro y conciso de fácil interpretación y ejecución por parte de los propios pobladores de estas viviendas, que con su mano de obra y materiales cercanos podrán desarrollar la rehabilitación al menor costo posible.

El uso de materiales cercanos como la estera, con un bajo costo y disponibilidad inmediata en estas zonas con características específicas y requerimientos en común de poblaciones enclavadas en los Andes Ecuatorianos, pueden lograr cambios significativos en la calidad de vida de estas familias.

Esta historia no termina aquí, los datos obtenidos dejan abierta la puerta para una nueva producción en la que se ejecute la intervención física integral de este prototipo de vivienda bajo los lineamientos de un manual de mejora producido y diseñado para una fácil interpretación, donde el material modelado " la estera andina juegue un papel importante en el desarrollo y mejora de las estructuras alrededor de la Sierra Centro norte del Ecuador.

La medición de temperatura interna real de una vivienda intervenida revelará la validez de los estudios previos, pero todo esto será el objeto de una siguiente entrega, con la única finalidad de que María habite su vivienda dotada de servicios básicos, pero por sobre todo que tenga noches placenteras bajo la calidez de un techo digno al que por fin lo llame hogar.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ballespí i Lladonosa, Arnau. (2010). "Diseño de una vivienda bioclimática para la sierra andina peruana". Ph.D. diss., Universitat Politècnica de Catalunya.
2. Bardou, Patrick, and Arzoumanian, Varoujan. (1980). "Sol y arquitectura". Barcelona: Gustavo Gili.
3. Butera, Federico. (1972). "Energía e tecnologia fra uomo e ambiente: complementi di fisica tecnica per architetti". Milano: Città Studi.
4. Cabeza Laínez, José M. (2010). Fundamentos de transferencia radiante luminosa: o La verdadera naturaleza del factor de forma y sus modelos de cálculo. Oleiro La Coruña: Netbiblo.
5. Ceresuela Puche, Antonio. 1985. Rehabilitación ambiental con métodos tradicionales. Madrid: Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.
6. Edwards, Brian, and Hyett, Paul. 2004. Guía básica de la sostenibilidad. 2ª rev y amp ed. Barcelona: Gustavo Gili.
7. Evans, Martin -. d. S., Silvia., ed. 1991. Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar. Universidad de Buenos Aires ed. Buenos Aires: Ediciones Previas.
8. Gonzalo, Guillermo E., and Nota, Viviana M. 2003. Manual de arquitectura bioclimática. Buenos Aires: Nobuko etc.

9. Granados Menéndez, Helena. 2012. Rehabilitación energética de edificios. Madrid: Tornapunta.

10. López de Asiaín, Jaime. 1996. Vivienda social bioclimática: un nuevo barrio en Osuna y 38 viviendas en Arboleas proyectados y construídos desde el enfoque bioclimático. Vol. 4. Sevilla: Escuela Técnica Superior de Arquitectura etc.

11. Minke, Gernot. Manual de construcción en tierra: la tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual / G. Minke. Montevideo, Uruguay: Nordan Comunidad, 2001.

12. Neila González, Francisco J. 2004. Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible. Vol. 4. Madrid: Munilla-Lería.

13. Neila González, Francisco J. 2004. Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible. Vol. 4. Madrid: Munilla-Lería.

14. Neila González, Francisco J., and Acha Román, Consuelo. 2009. Arquitectura bioclimática y construcción sostenible. Pamplona: DAPP Publicaciones Jurídicas.

15. Neila González, Francisco J., and Bedoya Frutos, César. 1997. Técnicas arquitectónicas y constructivas de acondicionamiento ambiental. 2ª ed. Vol. 1. Madrid: Munilla-Lería.

16. Olgyay, Víctor. 2004. Arquitectura y clima: manual

de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. 1a, 3a tirada ed. Barcelona etc.: Gustavo Gili.

17. Ramón, Fernando. 1980. Ropa, sudor y arquitecturas. Madrid: Blume.

18. Sánchez-Montañés Macías, Benito. 2009. Fundamentos arquitectónicos para un turismo sostenible. Sevilla: Arte-facto.

19. Serra, Rafael. 2006. Arquitectura y climas. 1a, 5a tirada ed. Barcelona: Gustavo Gili.

20. Van Lengen, Johan. 2011. Manual del arquitecto descalzo. México: Pax.

21. Vegas, Fernando, and Mileto, Camila. 2011. Aprendiendo a restaurar: un manual de restauración de la arquitectura tradicional de la Comunidad Valenciana. Valencia: Col·legi d' Arquitectes de la Comunitat Valenciana.

22. Watson, Donald -, Kenneth., ed. 1983. Climatic Design, Energy Efficient Building Principles and Practices. New York: McGraw Hill.

23. Weber, Willi, and Yannas, Simos. 2014. Lessons from vernacular architecture. New York: Routledge.

24. Yáñez Parareda, Guillermo. 1988. Arquitectura solar: aspectos pasivos, bioclimatismo e iluminación natural. Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Secretaría General Técnica, Centro de

Publicaciones.

25. Zeas S., Pedro, and Marco Flores E. (1982). "Hacia el conocimiento de la arquitectura rural andina: caso alta montaña cañar". Universidad de Cuenca.