

**ESTUDIO Y VIABILIDAD DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL RURAL
SOSTENIBLE EN LA REGIÓN DEL VALLE DE TENZA, PROVINCIA DE ORIENTE.
DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

CESAR OSWALDO GONZÁLEZ DÍAZ

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA - FAEDIS
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
OPCIÓN DE GRADO
BOGOTÁ D.C.
2016**

**ESTUDIO Y VIABILIDAD DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL RURAL
SOSTENIBLE EN LA REGIÓN DEL VALLE DE TENZA, PROVINCIA DE ORIENTE.
DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

CESAR OSWALDO GONZÁLEZ DÍAZ

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil

**Director
MARÍA ANTONIETA HOYOS GUTIÉRREZ
Ingeniera Civil**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA - FAEDIS
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
OPCIÓN DE GRADO
BOGOTÁ D.C.
2016**

**ESTUDIO Y VIABILIDAD DE LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL RURAL
SOSTENIBLE EN LA REGIÓN DEL VALLE DE TENZA, PROVINCIA DE ORIENTE.
DEPARTAMENTO DE BOYACÁ**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C., 2016

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios que es mi fortaleza, en él doy gracias por darme la vida y los triunfos.

**A mis padres Facundo González y Neyla Díaz,
Por su apoyo incondicional, en la búsqueda de consolidar una familia firme y de bienestar,
Dios los bendiga por siempre.**

A mis hijos Mercy, Luciana y Manuel; que son el motivo de mi lucha diaria y superación para darles una vida mejor a Emilce mi Esposa, que con paciencia a sabido entender que el tiempo es valioso para conseguir el éxito.

A mis hermanos Yenith, Mona, Alejandra, Helmer, Nestor; que siempre estuvieron pendiente de mi lucha incansable en la búsqueda de un horizonte de prosperidad.

A toda mi familia gracias.....

César Oswaldo González Díaz

AGRADECIMIENTOS.

**Le agradezco a Dios por haberme dado la vida para poder emprender el trabajo
inmenso de culminar mi carrera.**

**Le doy gracias a mis padres Facundo González Y Neyla Díaz por apoyarme en todo
momento, a mis hermanos, mis sobrinos, primos, tíos por ser parte importante de mi
vida y representar la unidad familiar.**

**Le agradezco la confianza, apoyo y dedicación a mis profesores: Ing. Carol Arévalo, Ing.
Luis Ángel, a la Ing. María Antonieta, Por haber compartido conmigo sus conocimientos.**

**A todos mis compañeros de la administración municipal de mi querido Somondoco por
su amistad y compañerismo.**

**.A la universidad Militar Nueva Granada, facultad de Ingeniería Civil en especial a la
Decana de la facultad de ingeniería, Ing. Carol Eugenia Arévalo. Quien fue mi
orientadora en todos los aspectos de mi carrera de ingeniería civil.**

Resumen

La investigación muestra que la construcción de la vivienda rural en la región del Valle de Tenza ha solucionado en gran medida los problemas de habitabilidad en la comunidad campesina. Los gobiernos municipales gracias a su gestión buscan recursos de la nación para invertir y cubrir estas necesidades básicas mejorando la calidad de vida de esta población que por su nivel socioeconómico es indispensable darles una vivienda digna y cómoda.

A partir del análisis situacional de la construcción de vivienda de interés social rural en Colombia, se toma como muestra la región del valle de Tenza, Provincia de Oriente, Departamento de Boyacá para el estudio donde se tendrá en cuenta los efectos que se generan y las consideraciones ambientales las cuales han perdido importancia en el afán de solucionar las muchas necesidades de vivienda de los habitantes de las regiones de Colombia.

En la construcción de vivienda tradicional se utilizan materiales de construcción como cemento, ladrillo, hierro, arenas, agregados, madera, vidrio, pinturas, cerámicas, elementos esenciales en la conformación de las viviendas y que para la fabricación de estos materiales se utilizan materias primas extraídas de la naturaleza, las cuales han generado beneficios para la economía del país y efectos negativos para los recursos naturales que día tras día aumentan debilitando los recursos naturales.

Los impactos negativos generados sobre el medio ambiente por la construcción tradicional se presentan a nivel regional, por esto el estudio de la construcción de vivienda rural tradicional en la Región del Valle de Tenza nos ayuda para analizar estos impactos para que junto con una planificación eficiente y políticas de implementación tendientes a la recuperación de los recursos naturales afectados se busque un equilibrio ambiental y la necesidad de habitabilidad rural.

El equilibrio entre la construcción de vivienda y el medio ambiente afectado por esta actividad, ofrece una herramienta fundamental para que se haga conciencia de los efectos negativos que la construcción tradicional genera sobre el medio ambiente y la posible solución con la implementación de nuevos métodos constructivos utilizando materiales de construcción amigables que para su transformación generen el mínimo daño al medio ambiente y la naturaleza.

De acuerdo a lo anterior se puede al final cuantificar los contaminantes que la construcción tradicional emite al medio ambiente con respecto a la construcción de la vivienda sostenible, proceso concluyente de la investigación para realizar un comparativo entre estas dos alternativas y dar al final una conclusión satisfactoria que tenga las mínimas exigencias pero amigables con el medio ambiente.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
Antecedentes	17
Generalidades Región del Valle de Tenza	20
Aspectos geográficos y de localización	20
Geología	22
Municipios de la Región del Valle de Tenza, Provincia de Oriente	23
Municipio de Guateque	23
Municipio de Sutatenza	24
Municipio de Tenza	25
Municipio de la capilla	26
Municipio de Guayatá	27
Municipio de Somondoco	28
Municipio de Almeida	29
Municipio de Chivor	30
Aspectos geológicos.	31
Justificación	32
Planteamiento del problema	34
Objetivos	35
MARCO TEÓRICO	36
Componente social	37
Vivienda tradicional en la región del Valle de Tenza.	38

Síntesis ambiental y la construcción de vivienda tradicional	..	.	39
Materiales	.	.	41
Vivienda tipo. Construcción tradicional	.	.	44
Análisis de datos	.	..	50
Construcción de vivienda sostenible	..	.	50
Generalidades	.	.	53
Materiales	.	.	53
PROCESO CONSTRUCTIVO VIVIENDA SOSTENIBLE	.	..	55
Desarrollo proyectual	.	.	55
Aspecto arquitectónico	.	.	55
Aspecto bioclimático y ambiental	.	.	55
Materiales	.	.	56
RESULTADO PROYECTUAL	.	.	57
Síntesis de la construcción de la vivienda	.	.	57
Propuesta	.	.	57
Materiales	.	.	60
Piedra	.	.	60
Arenas y gravas	.	.	61
Cemento	.	.	62
Madera	.	.	62
Proceso constructivo	.	.	62
Cimentación	.	.	62
Mampostería	.	.	63

Carpintería en madera	65
Reforzamiento vertical y horizontal	65
Cubierta	67
Pisos	67
Acabados	68
Cantidades de materiales en obra para proyecto de vivienda sostenible.	68
ANÁLISIS DE RESULTADOS	70
Materiales	70
Estimación de la energía incorporada y emisión de co2 de los materiales deconstrucción utilizados en cada uno de los proyectos de vivienda	72
429 Viviendas, construcción tradicional	72
429 Viviendas, construcción sostenible	72
Comparativo de resultados	74
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	78
REFLEXIONES	79
BIBLIOGRAFÍA	80

Lista de tablas

Tabla 1. Mapa Provincia de Oriente	39
Tabla 2. Energía incorporada en la producción de materiales	43
Tabla 3. Cantidades de obra. Vivienda tradicional	46
Tabla 4. Algunas cantidades de materiales en obra para 429 soluciones de vivienda	49
Tabla 5. Materiales recomendados	54
Tabla 6. Relación de materiales para la vivienda sostenible.	69
Tabla 7. Materiales vivienda tradicional	71
Tabla 8. Materiales vivienda sostenible	72
Tabla 9. Energía incorporada vs emisión de CO2	73
Tabla 10. Energía incorporada vs emisión de CO2	74
Tabla 11. Comparativo contaminación construcción tradicional vs sostenible	74

Lista de figuras

FIGURA 1. Departamento de Boyacá	20
FIGURA 2. Provincia de Oriente	21
FIGURA 3. Municipio de Guateque	23
FIGURA 4. Municipio de Sutatenza	24
FIGURA 5. Municipio de Tenza	25
FIGURA 6. Municipio de La Capilla	26
FIGURA 7. Municipio de Guayatá	27
FIGURA 8. Municipio de Somondoco	28
FIGURA 9. Municipio de Almeida	39
FIGURA 10. Municipio de Chivor	30
Figura 11. Situación social. Niveles de pobreza	38
FIGURA 12. Paisaje natural. Provincia de Oriente	40
FIGURA 13. Contaminación ambiental y destrucción de recursos naturales	41
FIGURA 14. Cantera, explotación a cielo abierto	42
FIGURA 15. Diseño arquitectónico, construcción tradicional. Vivienda tipo	44
FIGURA 16. Diseño arquitectónico, construcción tradicional. Fachada lateral.	45
FIGURA 17. Construcción de vivienda sostenible en piedra	52
FIGURA 18. Planta general. Diseño arquitectónico vivienda sostenible	58
FIGURA 19. Fachada lateral	59
FIGURA 20. Fachada principal	59
FIGURA 21. Extracción de piedra. Vereda Boya II	60

FIGURA 22. Explotación de arenas y gravas	61
FIGURA 23. Cimentación	63
FIGURA 24. Muro en piedra	64
FIGURA 25. Detalle confinamiento y amarre sobrecimiento	66
FIGURA 26. Detalle cubierta	67
FIGURA 24. Detalle pisos	68

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

La vivienda es una necesidad humana y vital para el ser humano que busca mejorar la calidad de vida. Para los gobiernos es una política pública de igualdad para todos los colombianos. Es un derecho consagrado en la constitución política de Colombia, artículo 51; que dice: *“Todos los colombianos tienen derecho a vivienda digna. El Estado fijará las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho y promoverá planes de vivienda de interés social, sistemas adecuados de financiación a largo plazo y formas asociativas de ejecución de estos programas de vivienda”*¹.

En Colombia la construcción de vivienda tradicional rural junto con las tareas de traslado de materiales y la ejecución de las obras han generado daños al paisaje natural, cobertura vegetal y reservas naturales; sin que se exija las tareas de conservación del medio ambiente que busquen retribuirle la protección necesaria buscando siempre un equilibrio ambiental en el sector.

La vivienda rural sostenible debe ser distinta a la construcción tradicional (ladrillo y cemento) ya que estas requieren materiales costosos y en su manufactura se utilizan materias primas que son extraídas de la naturaleza, elevado consumo de energía generando daños ecológicos y grandes contaminantes que afectan el medio ambiente natural, razón por la cual se debe tener mayor atención a esta actividad, la cual viene afectando al paisaje natural y ambiental en donde se ha visto el agotamiento en los recursos naturales que son la vida de la naturaleza misma.

¹ *Tomado de la CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA.*

Los países desarrollados hoy buscan construir viviendas más ecológicas donde se involucren construcciones amigables para el medio ambiente y sobre todo buscar reducir el consumo de energía para lograr un equilibrio ecológico en donde la naturaleza siempre se conserve con todos sus aspectos naturales y ambientales, que la tierra no se contamine y que para la humanidad sea el recurso vital para la vida y las generaciones futuras.

Capítulo 2

Antecedentes

Desde nuestros antepasados se viene trabajando arduamente en la búsqueda de mejorar la calidad de vida de los colombianos con vivienda digna para suplir necesidades buscando espacios más confortables, por eso la arquitectura es una de las más preciadas expresiones de la cultura y de la historia de una humanidad. El gobierno nacional ha dictado políticas para que la población más vulnerable acceda a la vivienda digna.

A partir de la constitución política de Colombia en su artículo 51. Dice: *“Todos los colombianos tienen derecho a vivienda digna. El Estado fijará las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho y promoverá planes de vivienda de interés social, sistemas adecuados de financiación a largo plazo y formas asociativas de ejecución de estos programas de vivienda”*¹.

El gobierno nacional ha emitido normas legales para regular las condiciones y reglamentaciones en la adjudicación de vivienda gratuita o subsidiada de acuerdo a la ley **1537 DE 2012** en donde señala las competencias, responsabilidades y funciones de las entidades nacionales, territoriales y la confluencia del sector privado en el desarrollo de los proyectos de vivienda de interés social rural y de interés prioritario destinados a las familias de escasos recursos, la promoción del desarrollo territorial, así como incentivar el sistema especializado de financiación de vivienda.

¹ *Tomado de la CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA.*

Dentro de la normatividad amplia para acceder a la vivienda de interés social rural y en su construcción se presentan falencias en el cumplir de la norma ambiental por parte de las empresas constructoras donde se omiten tareas tendientes a retribuirle al medio ambiente los daños ocasionados por la contaminación y la generación de residuos sólidos; los órganos de control en su función de hacer cumplir la norma coadyuva a la conservación del medio ambiente, el entorno para que se busque siempre un equilibrio natural.

El Estado necesariamente debe concebir que el ser humano es quien debe cuidar y conservar el medio buscando un equilibrio ambiental. Es importante deducir dos aspectos que se deben tener en cuenta a la hora del cuidado y la conservación del entorno natural cuando de la ejecución del proyecto de vivienda y el disfrutar de una vivienda digna y de un ambiente sano con viviendas sostenibles se refiere.

La vivienda rural sostenible debe ser distinta a las construcciones tradicionales (ladrillo y cemento), así como se relaciono anteriormente donde el paisaje natural, ambiental y las reservas naturales se conserven, dándole al medio ambiente el cuidado y la conservación.

La aplicación de políticas de construcción de vivienda sostenible es novedoso para algunas regiones del país, pues sabemos que en otros sectores se ha venido trabajando con el apoyo de los gobiernos locales obteniendo buenos resultados en la conservación del medio ambiente y equilibrio natural buscando siempre hábitos sanos y beneficios económicos, ambientales, humanos en nuestro país.

Los países desarrollados hoy buscan construir viviendas más ecológicas donde se involucren construcciones amigables para el medio ambiente y sobre todo buscar reducir el consumo de energía para lograr un equilibrio ecológico.

Capítulo 3

Generalidades. Región del Valle de Tenza

Aspectos geográficos y de localización

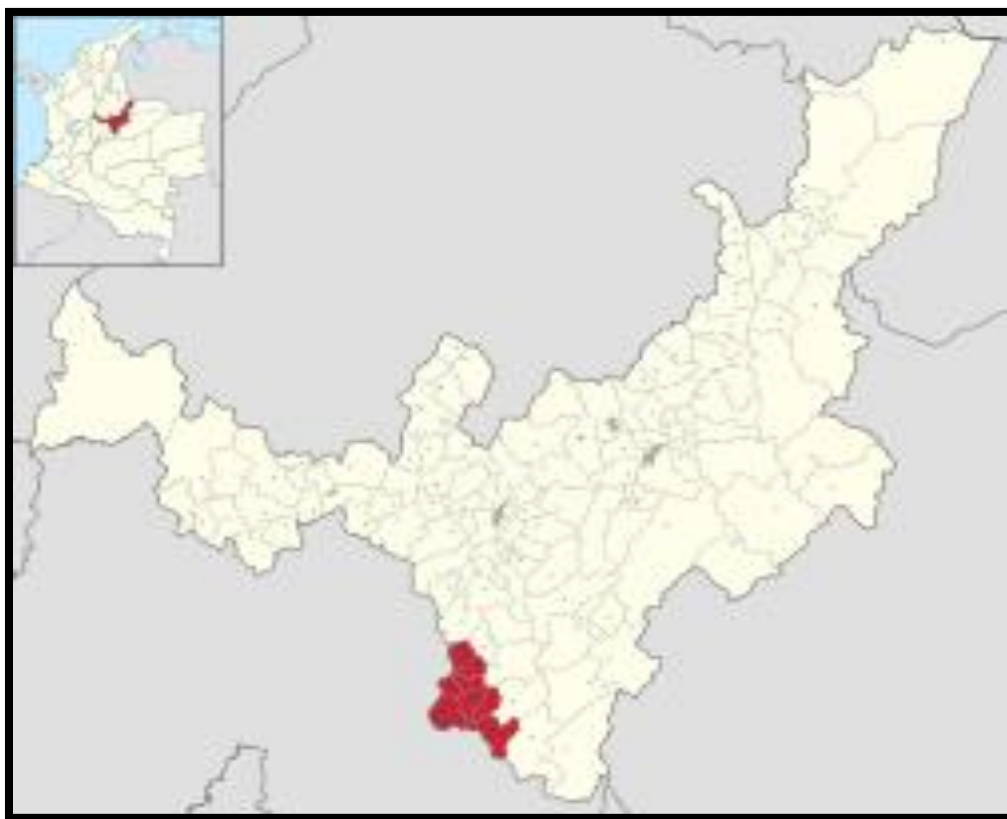


FIGURA 1. Departamento de Boyacá. Fuente: www.boyaca.gov.co

La Región del Valle de Tenza está ubicada en el extremo sur del Departamento de Boyacá, provincia de Oriente, Departamento de Boyacá, limitada por los departamentos de Cundinamarca y Casanare, surcada por la Cordillera Oriental, terreno de ladera y altiplanicies, variedad de climas que van desde el templado , cálido y caliente (piedemonte llanero), rico en fauna y flora, el total es de 5478,47 Km². Considerada como de tesoros naturales y energéticos de Colombia, esta región es bañada por el Embalse La Esmeralda

(Represa de Chivor) estructura generadora de energía importante del centro del país que aporta para el país energía de consumo.

El área está enmarcada por el sector de la cuencas hidrográfica del río Súnuba y Garagoa. Por la variedad de la topografía y un gradiente altitudinal entre los 300 msnm hasta los 3000 msnm origina diversos pisos térmicos y bioclimáticos que están entre 8 y 25°C. Conserva una gran variedad de climas, formas de vida y comunidades humanas, constituyendo un potencial de gran riqueza ecológica e hídrica.



FIGURA 2. Provincia de Oriente. Fuente: Propia

La temperatura promedio de esta región está por los 22°C, bañada por el río Súnuba y Garagoa principales afluentes. Es claro afirmar que el uso de suelo está cambiando y la cobertura se está transformando por las actividades del hombre, el uso de suelo para las actividades agropecuarias predomina, presenta una escasa cobertura natural, la cobertura

boscosa es escasa a causa de degradación por apertura de vías, transporte vehicular, explotación minera.

Geología. Regionalmente la zona está enmarcada dentro de la tectónica de la Cordillera Oriental de Colombia, sobre la región del Sinclinorio de la Sabana de Bogotá, caracterizada por fallas y pliegues con dirección predominante hacia el noreste, siendo las principales estructuras el Sinclinal de Peña Laura, el Anticlinal de Zetaquíra, el Sinclinal de Mama Pacha, el Anticlinal de Garagoa, el Sinclinal de Umbita y las fallas regionales como la de Tibaná y la prolongación sur de la falla de Boyacá.

Igualmente en el área se observan de occidente a oriente desde el municipio de Garagoa estructuras como el Anticlinal de Garagoa, el Sinclinal de Mama Pacha y el Anticlinal de San Marcos cuya dirección predominante es hacia el noreste. Por otra parte el río Cienagano es controlado por dos fallas de dirección NW-SE y EN-SW, fallas de tipo normal que afectan las formaciones Fόμεque y Une.

Morfológicamente se presentan valles en "V" muy profundos, rectos con pendientes elevadas, (alrededor de los 60°) producto de la fuerte diferencia de competitividad de las rocas del sector. Estas fuertes pendientes han facilitado la inestabilidad de los taludes de las vías, Presentándose en el sector frecuentes deslizamientos de tipo planar y circular simple: el primero por estar en sentido estructural de las capas rocosas a favor del talud y el segundo por la pobre planificación de los trazos de las vías.

La red de drenaje es de tipo dendrítico y subparalelo, con buen desarrollo de los suelos y las estructuras generadas por el tectonismo son tan marcadas que controlan, por lo menos localmente los cauces de algunos ríos y quebradas.

Municipios pertenecientes a la región del Valle de Tenza, Provincia de Oriente. Esta región es reconocida por su riqueza natural, agropecuaria, minera, turismo y gastronomía; a lo largo de la región se ubican poblaciones hermosas de antepasados y arquitectura colonial como: Guateque, Sutatenza, Tenza, La capilla, Guayatá, Somondoco, Almeida, Chivor.

Municipio de Guateque.



FIGURA 3. Municipio de Guateque. Fuente: www.findeter.gov.co/publicaciones/

Ubicado en las estribaciones del Cordillera Oriental, Provincia de Oriente, Departamento de Boyacá, siempre se destaca por la capital de la provincia. Limita por el oriente con Somondoco, Por el norte con Sutatenza, Tenza y la Capilla, por el occidente con Tibirita, departamento de Cundinamarca y por el sur con el municipio de Guayatá. Posee un área de 36Km², la cabecera municipal se encuentra a 1815 m.s.n.m. y una temperatura media de 20° C.

Municipio de Sutatenza



FIGURA 4. Municipio de Sutatenza. Fuente: www.periodicoeldiario.com/articulos

Ubicado en las estribaciones de la Cordillera Oriental, Provincia de Oriente, perteneciente al Departamento de Boyacá, limita con los municipios de Somondoco, Guateque, Tenza y Garagoa, su extensión municipal es de 41,26 Km². La altitud de la cabecera municipal es de 1.890 metros sobre el nivel del mar, y cuenta con una temperatura media de 17,3°C

Municipio de Tenza.



FIGURA 5. Municipio de Tenza. Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Tenza>

Ubicado en las estribaciones de la Cordillera Oriental, Provincia de Oriente, perteneciente al Departamento de Boyacá. El área municipal es de 51Km². Limita por el norte con la Capilla y Pachavita, por el Este con Garagoa, por el Sur con Sutatenza y por el Oeste con el departamento de Cundinamarca, los pisos térmicos presentados son templados y fríos. Temperatura 20°C Altitud 1543 m.s.n.m.

Municipio de La Capilla.



FIGURA 6. Municipio de La Capilla. Fuente:

www.colombiaturismoweb.com/departamentos/boyaca/municipios

Ubicado en las estribaciones de la Cordillera Oriental, Provincia de Oriente, perteneciente al Departamento de Boyacá, se destaca por su clima, su paisaje, su cultura, la diversidad de escenarios eco-turísticos, sus fortalezas agropecuarias y su estadía pacífica. Estas fortalezas constituyen una gran alternativa para cooperar con su desarrollo económico y el desarrollo local. Altura: 1700 msnm, posee un área de 57.26 Km², límites. Norte: Con los municipios de Umbita, Villapinzón (Cundinamarca). Sur: Con el municipio de Tenza. Oriente: Con los municipios de Pachavita, Tenza. Occidente: Con los municipio de Tibirita (Cundinamarca).

Municipio de Guayatá



FIGURA 7. Municipio de Guayatá. Fuente: www.sochaquirastereo.net

Ubicado en las estribaciones de la Cordillera Oriental, Provincia de Oriente, perteneciente al Departamento de Boyacá, a una altura de 1.803 metros sobre el nivel del mar, cuenta con una extensión aproximada de 112 Km², su temperatura promedio es de 18°C, y con una densidad de 53.8 habitantes por km². Sus límites, por el norte con Guateque Por el Oriente con Somondoco y Chivor Por el Occidente con Manta, Por el Sur con Gachetá y Ubalá Cundinamarca. El clima es tropical pero está afectado por las variaciones de altura de tal forma que las montañas determinan la condición climática y por la lluvia anual. La Temperatura oscila entre 15° C y 17° C durante el periodo de invierno y 20° C durante el periodo de verano.

Municipio de Somondoco



FIGURA 8. Municipio de Somondoco. Fuente: Propia

Ubicado en las estribaciones de la Cordillera Oriental, Provincia de Oriente, perteneciente al Departamento de Boyacá; con una altura media sobre el nivel del mar de 1.670 m; temperatura promedio de 19°C y precipitación media anual de 1.245 mm.

El área del territorio es de 58,7 km² y se ubica en la provincia de oriente del departamento de Boyacá; pertenece al Valle de Tenza, limita por el norte con Guateque y Sutatenza; por el oriente con Almeida y por el sur Occidente con Guayatá.

Municipio de Almeida



FIGURA 9. Municipio de Almeida. Fuente: www.viajaporcolombia.com/imagenes/iglesias

Ubicado en las estribaciones de la Cordillera Oriental, Provincia de Oriente, perteneciente al Departamento de Boyacá. Hace parte de la cuenta hidrográfica del río Garagoa y una porción se encuentra inundada por el embalse de La Esmeralda; su altitud es de 1860 msnm. Límites: Por el norte con los municipios de Garagoa y Macanal, por el sur con los municipios de Chivor y Guayatá y Ubalá, departamento de Cundinamarca, por el oriente con los municipios de Macanal y Santa María, por el occidente, con el municipio de Somondoco. Su temperatura promedio es de 19° Área territorial 57,98 Km².

Municipio de Chivor



FIGURA 10. Municipio de Chivor. Fuente: <http://www.boyacaradio.com/noticia>.

Ubicado en las estribaciones de la Cordillera Oriental, Provincia de Oriente, perteneciente al Departamento de Boyacá. Se encuentra a una altura de 1800 m.s.n.m. y tiene un área de 111 Km². Limita por el sur con el municipio de Ubalá (Cundinamarca), al norte con el municipio de Macanal, al Oriente con el municipio de Santa María, al occidente con los municipios de Almeida y Guayatá, de clima lluvioso, alta nubosidad. Las precipitaciones bajas se presentan en el mes de enero. La temperatura promedio es de 16.6 °C y por su característica geográfica el Municipio presenta todos los pisos térmicos.

Aspectos geológicos. La región está compuesta por las formaciones geológicas de Une, Villeta, Socha y Bogotá pertenecientes a las eras Mesozoica y Cenozoica. La región es rica en rocas sedimentarias que incluyen arcillas, esquistos arcillosos, calizas y lutitas de color gris oscuro, pardas y rojizas. Se caracteriza por presentar rocas del Paleógeno y Neógeno, dentro de las cuales son visibles restos de pliegues anticlinales y sinclinales totalmente segmentados, limitados o distorsionados por las fallas.

Capítulo 3

Justificación

Existen situaciones de orden normativo y de construcción en el ejercicio de la de la vivienda tradicional que ofrece el gobierno nacional para satisfacer las necesidades y mejorar la calidad de vida de los colombianos. Esta actividad se ha cumplido de acuerdo a metas plasmadas en el Plan de desarrollo Nacional con algunos compromisos meramente políticos, dejando de lado una planificación seria con relación al sostenimiento del medio ambiente enfatizando en los aspectos ambientales, económicos, culturales importantes en la conservación de los recursos naturales y tradiciones culturales de las comunidades rurales.

La vivienda de interés social rural sostenible es viable en todos los aspectos si de acuerdo con políticas serias de conservación del medio ambiente y de los recursos naturales el gobierno nacional exige esta normatividad en la ejecuciones de proyectos habitacionales que tenga prioridad en igualdad condiciones con el medio natural. Con esto se busca reducir la emisión de contaminantes a la atmosfera, se conserve los ecosistemas y reservas hídricas, se fortalezca la cobertura vegetal y que se aporte desde Colombia un granito de arena para que la tierra y la naturaleza vuelvan a ser elementos de vida sana y brinden a la humanidad recursos renovables que ayuden a conservar una vida saludable para las generaciones futuras.

La producción de carbón en Colombia ha registrado crecimientos permanentes año tras año gracias al aumento en la economía de la construcción, esto debido a la utilización de energía para transformar materias primas para producir materiales de

construcción; sin embargo gran parte de estos residuos generados por esta actividad son depositados en botaderos a campo abierto aumentando los problemas de contaminación al medio ambiente.

Planteamiento del problema

La construcción tradicional de viviendas de interés social rural genera contaminación ambiental y destrucción de los recursos naturales; estos problemas ambientales vienen aumentando junto con la destrucción de cauces de los ríos, la explotación de materiales de aluvión (agregados finos y gruesos), la apertura de vías destruyendo reservas naturales, paisaje natural, capa vegetal y generando emisión de gases a la atmosfera por fabricación de materiales de construcción en grandes proporciones, explotación indiscriminada de materiales de canteras y aumento en el consumo energético.

Dentro de la variedad de materiales de construcción producidos en el mundo está el cemento, material de construcción muy contaminante en el proceso de producción, ya que se deben utilizar combustibles y grandes consumos de energía (carbón mineral y agua).

De acuerdo con lo anterior es urgente y necesario construir viviendas rurales sostenibles que garanticen un equilibrio ambiental, utilizando materiales de construcción obtenidos naturalmente y que no afecten los recursos naturales.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar una vivienda de interés social sostenible en el Valle de Tenza, Provincia de Oriente, Departamento de Boyacá; como respuesta a la búsqueda de un equilibrio ambiental.

Objetivos específicos

- Analizar y comparar los lineamientos constructivos en términos de interés social tradicional y la construcción sostenible para establecer condiciones ambientales y de recursos naturales de la zona de estudio para considerar parámetros de diseño arquitectónico sostenible.
- Proponer el diseño final de la vivienda de interés social rural sostenible basados en el estudio de alternativas que nos ofrezcan al medio ambiente un equilibrio natural.
- Describir el proceso constructivo de la vivienda sostenible, la utilización de materiales de construcción transformados con el mínimo de utilización de energía y tener en cuenta el manejo de residuos y escombros los cuales no determinan impactos negativos fuertes al medio.

Marco teórico

La construcción sostenible es un sistema constructivo que presenta alteraciones de conciencia en la conservación del entorno y en las necesidades de habitación y uso de espacios para el hombre.

Una construcción sostenible debe garantizar al medio ambiente una conservación óptima, para lo cual se debe tener especial atención en:

- Consumir una mínima cantidad de energía y agua en la construcción de la vivienda y a lo largo de su vida útil.
- Utilizar en su gran mayoría materiales de construcción obtenidos naturalmente.
- Al construir la vivienda sostenible se debe tener especial atención en reducir en gran medida la generación de residuos sólidos y contaminación al entorno natural evitando los impactos negativos al paisaje natural.

En algunas regiones del país la construcción de vivienda sostenible se ha venido realizando gracias en su mayoría a programas locales por parte de las administraciones municipales y departamentales. El incremento de la construcción tradicional genera cada día más contaminación ambiental y aumento de emisión de gases tóxicos a la atmósfera en la transformación de materias primas para obtener los materiales de construcción, actividades que día a día aumentan debido a la oferta de habitabilidad y la demanda de la necesidad.

En el Departamento de Boyacá más aún en la región del Valle de Tenza la construcción de vivienda tradicional ha venido aumentando en grandes proporciones; el gobierno nacional dando cumplimiento al plan de desarrollo “Prosperidad para todos” ha venido entregando a los municipios subsidios para la construcción de viviendas rurales con recursos del Ministerio de Agricultura por intermedio del Banco Agrario de Colombia, para solucionar la problemática de déficit habitacional en la región buscando una calidad de vida para los más necesitados, con esto se busca erradicar la pobreza extrema olvidando de primera mano mitigar los daños ecológicos que por esta actividad se presenta a nivel mundial.

Algunos municipios de esta región del Valle de Tenza beneficiados con este programa del gobierno se han visto afectados por la destrucción del medio ambiente natural de su entorno por la apertura de vías dentro de reservas naturales que a la postre son utilizadas para el transporte de materiales.

Componente social.

La tenencia de tierras en la región del Valle de Tenza está relacionado con los niveles de pobreza y miseria; estas condiciones las encontramos en un nivel del 42%, de acuerdo con esto, la economía desarrollada en la región se presenta en minifundios por lo que la generación de ingresos es muy escasa, y las necesidades básicas insatisfechas son altas.



Figura 11. Situación social Región del Valle de Tenza. Fuente: Propia.

Vivienda tradicional en la región del Valle de Tenza.

El déficit habitacional rural en la región del valle de Tenza es alto, la carencia de servicios vitales es bajo, su economía resulta de las actividades en minifundio, por ende los terrenos van direccionados a parcelas pequeñas en donde las familias realizan sus actividades económicas y de sostenimiento alimentario. Estas comunidades en el afán de adquirir vivienda para mejorar su calidad de vida buscan en los gobiernos municipales, departamentales y nacionales la oportunidad de tener vivienda digna.

La Región del Valle de Tenza tiene dentro de la infinidad de riquezas paisajes naturales hermosos formados por una geografía accidentada que combinada con el verde de sus cultivos y reservas naturales crean una región turística y amigable con el medio ambiente.

La construcción tradicional de viviendas de interés social rural en el Valle de Tenza se ha fortalecido en los últimos 15 años, los municipios vienen entregando soluciones de

vivienda digna a familias de bajos recursos que gracias a la gestión han encontrado en el gobierno central un apoyo económico para suplir esta necesidad.

A continuación se presenta un estimativo de viviendas construidas por cada uno de los municipios pertenecientes a la Provincia de Oriente, región del Valle de Tenza en los últimos ocho años y que más adelante tomaremos como base para realizar un análisis de la construcción y las afectaciones que por esta actividad el medio ambiente del sector se ha venido afectando.

TABLA 1. Provincia de Oriente. Fuente: Secretarías de Planeación municipal

MUNICIPIO	# VIVIENDA
CHIVOR	45
ALMEIDA	84
SOMONDOCO	7
GUAYATA	76
GUATEQUE	66
SUTATENZA	86
TENZA	45
LA CAPILLA	20
TOTAL	429

Síntesis ambiental y la construcción de vivienda tradicional.

El área está enmarcada por el sector de las cuencas hidrográficas del río Súnuba y Garagoa, por la topografía quebrada y un gradiente altitudinal entre los 300 msnm hasta los 3000 msnm origina diversos pisos térmicos y bioclimáticos que están entre 8 y 25°C.

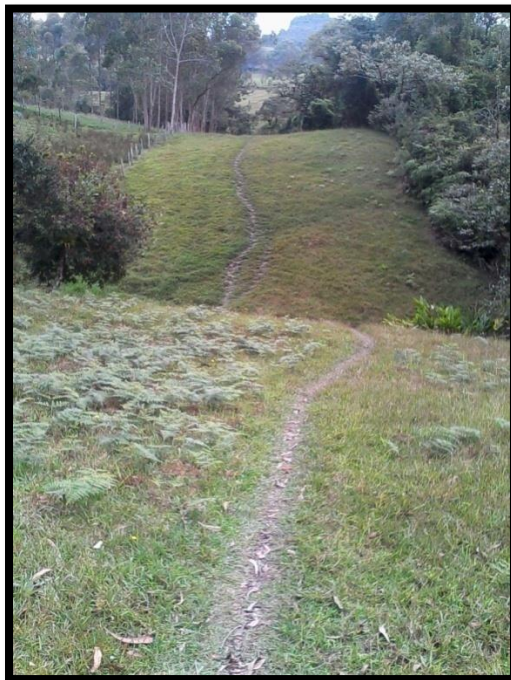


FIGURA 12.Paisaje natural, municipio de Chivor. Fuente: Propia

El uso del suelo en la región está cambiando, la cobertura vegetal se está transformando de acuerdo con las actividades del hombre y los cambios climáticos, las actividades agropecuarias predomina, el suelo presenta una escasa cobertura vegetal y boscosa a causa de la degradación por apertura de vías, transporte vehicular, extracción de materiales de aluvión y pétreos a cielo abierto y en los cauces hídricos.

Dichas actividades marcan un impacto negativo en la estructura ecológica natural, el funcionamiento de los ecosistemas, en el ciclo del agua que finalmente son los aspectos más afectados para la vida de la humanidad y la naturaleza.



FIGURA 13. Contaminación ambiental y de recursos naturales. Fuente: Propia

La construcción tradicional de viviendas de interés social rural en el Valle de Tenza ha generado contaminación ambiental y destrucción de los recursos naturales; estos problemas ambientales vienen aumentando junto con la destrucción de los cauces naturales de los ríos, quebradas, nacimientos de agua, con la explotación de materiales de aluvión (agregados finos y gruesos), la apertura de vías destruyendo reservas naturales, paisaje natural y capa vegetal, emisión de gases a la atmosfera en la obtención y fabricación de materiales de construcción en grandes proporciones, aumento en el consumo energético y en el transporte de materiales.

Materiales. La mitad de las materias primas para la fabricación de los materiales de construcción usados en la construcción a nivel mundial son extraídos de la corteza terrestre, produciendo millones de toneladas de residuos contaminantes y la utilización

exagerada de energía para su transformación, de acuerdo a lo anterior se debe atender con responsabilidad estas medidas que bien es cierto son dañinas al medio ambiente y que vienen agotando los recursos naturales de una manera acelerada.



FIGURA 14. Cantera, explotación a cielo abierto. Fuente: Propia

Las actividades relacionadas a la construcción tradicional es una de las principales formas de contaminación y agotamiento de los recursos naturales y un gran causante de efectos negativos tales como la contaminación del suelo, agua y aire; generación de desechos sólidos y tóxicos y el calentamiento global.

El proceso para la fabricación de materiales de construcción incide sobre el medio ambiente de acuerdo con su ciclo de vida, presentando fases de extracción de las materias primas, pasando por su fabricación y terminando con la vida útil de las construcciones. De acuerdo a lo anterior; la extracción y procesamiento de materias primas constituye la etapa más impactante, dado que la extracción de rocas y minerales se hace a cielo abierto generando

impactos negativos al paisaje natural; la producción o fabricación de los materiales de construcción representa abundantes repercusiones medioambientales.

Lo cierto es que en este proceso los materiales de construcción generan gran cantidad de materiales pulverulentos y es donde más se utiliza energía para la transformación, el empleo o uso racional de los materiales de construcción inciden en el medio ambiente y la salud. Los contaminantes y toxinas más habituales en ambientes interiores por combustión generan gases como ozono y radón, monóxido de carbono, etc.

A continuación se observa un estimativo de la energía utilizada en la transformación de materias primas para obtener materiales de construcción y la emisión de contaminantes.

Tabla 2. Energía incorporada en la producción de materiales y emisión de gases.
Fuente: www.terraecuador.net

Estimación de la energía incorporada y emisión de CO2 de algunos materiales		
material	energía incorporada (kw/Ton)	emisión de CO2 (Ton/Ton)
adobe	0,001	insignificante
madera	1 200	0,45
ladrillo	2 560	0,82
concreto	3 200	1,00
plástico	3 800	1,20
vidrio	8 950	2,80
acero	15 300	4,80
aluminio	85 500	27,00

Vivienda tipo. Construcción tradicional.

A continuación se presenta información detallada de la vivienda tipo construida en los 8 municipios del Valle de Tenza, su diseño arquitectónico, cantidades de material por unidad de vivienda y para las 429 soluciones, peso aproximado de materiales utilizados; para más adelante cuantificar la generación de contaminantes en la producción de estos materiales con los utilizados en la construcción sostenible.

En la figura siguiente encontrara el diseño arquitectónico de la vivienda tipo construida en los 8 municipios pertenecientes a la Región del Valle de Tenza.

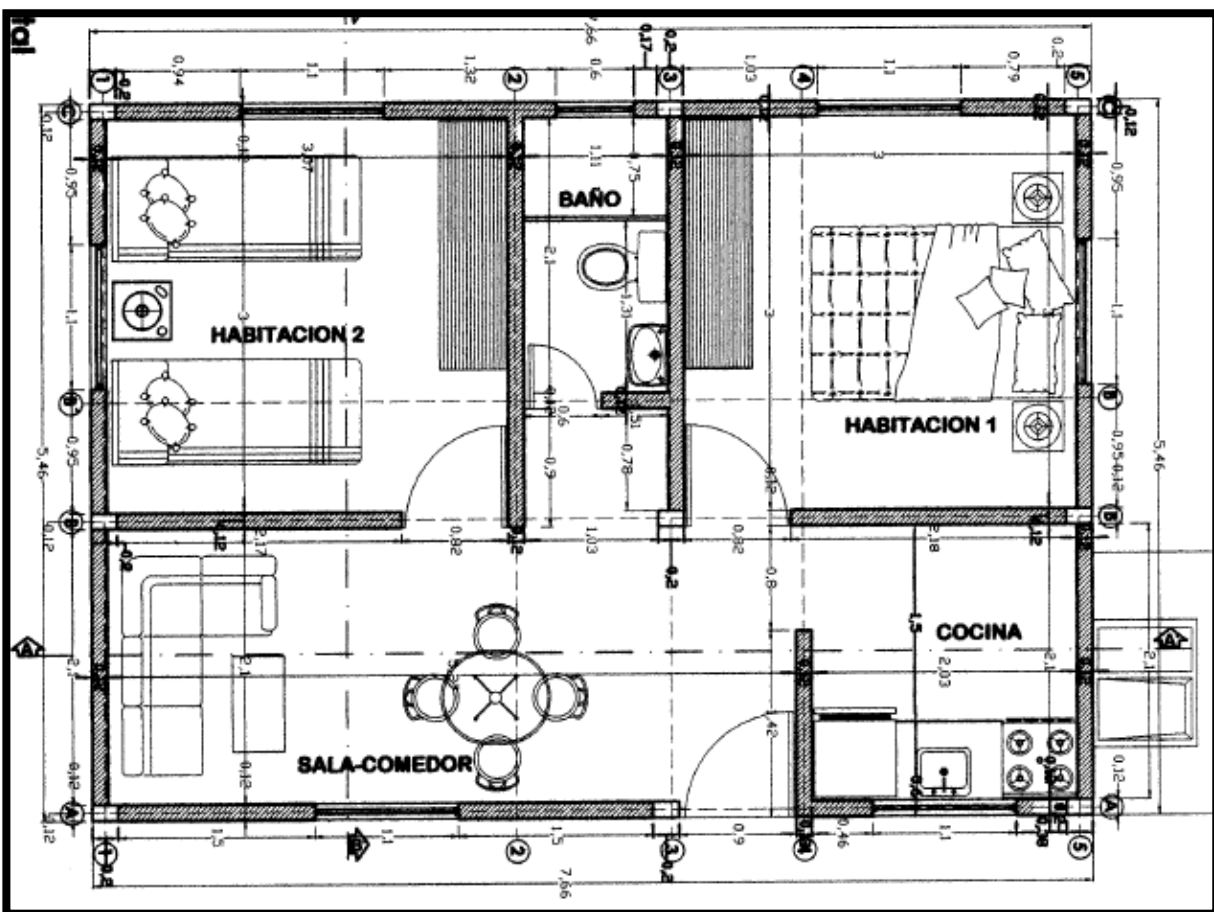


FIGURA 15. Diseño arquitectónico. Vivienda tipo. Fuente: FEDECAJAS

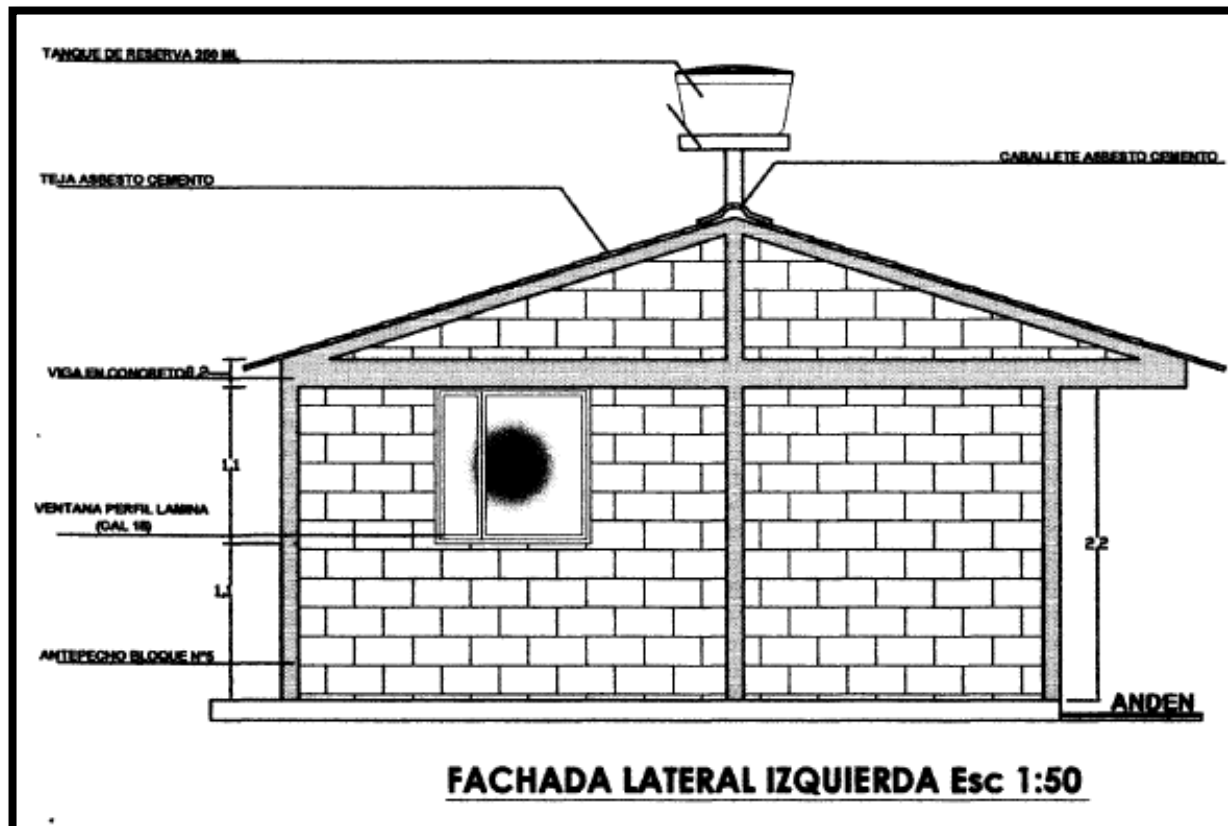


FIGURA 16. Diseño arquitectónico. Fachada lateral. Fuente: FEDECAJAS

En la figura siguiente encontrara la cantidad de materiales de obra de la vivienda tipo.

TABLA 3. Cantidades de obra. Vivienda tradicional. Fuente: FEDECAJAS



Arq. WALTER YESID MORENO ARIAS
M.P A15182003-7172944

ARQUITECTURA – CONSULTORIA - CONSTRUCCION

CANTIDADES DE OBRA *VIVIENDA A EJECUTAR

M2 A CONSTRUIR POR VIVIENDA	41.82 M2
-----------------------------	----------

ACTIVIDADES	UND	CANT * UNID VIVIEND	CANT *16 VIVIEND
01 OBRAS PRELIMINARES			
		ESPECIFICACIONES	
DESCAPOTE A MANO	M2	41,82	669,12
NIVELACIÓN Y/O ADECUACIÓN TERRENO A MANO	M2	41,82	669,12
REPLANTEO	M2	41,75	669,12
02 CIMENTACIÓN			
		ESPECIFICACIONES	
EXCAVACIÓN A MANO	M3	7,35	117,60
CIMIENTO CICLOPEO (60/40), (30cm X 30cm)	M3	4,00	64,00
SOBRECIMIENTO (25cm x 15cm)	M3	1,55	24,80
Otros (especifique)	M3	2,78	44,48
03 ESTRUCTURA EN CONCRETO			
		ESPECIFICACIONES	
VIGA AEREA DE CONCRETO (20cm x 10 cm)	M	1,32	21,12
VIGA DE CORONACIÓN o CUCHILLA o CINTA(15cm X 10cm)	M3	0,30	4,80
COLUMNAS DE CONCRETO (20cm x 15cm)	M	0,54	8,64
Hierro A - 37	KG	645,60	10.317,44
Hierro N° A - 60	KG	627,91	10.044,64
SOPORTE TANQUE AGUA (detallar en anexo)	UN	1,00	16,00
DINTELES O VANOS (cm x cm)	M	1,21	64,00
COLUMNETAS CONCRETO 3000 PSI DE ,15",15	M3	0,56	8,96
04 MAMPOSTERIA			
		ESPECIFICACIONES	

Correo electrónico: wyma16@yahoo.com
Calle 78ª N°0-03Int. 301 Tunja - Calle 26C N°17-24 Int 202, Paipa Boyacá
3202720010 - 3124187188



Arq. WALTER YESID MORENO ARIAS

M.P A15182003-7172944

ARQUITECTURA – CONSULTORIA - CONSTRUCCION

MAMPOSTERÍA BLOQUE ARCILLA E= 12 cm	BLOQUE EN ARCILLA DE ESPESOR DE 12CMS	M2	84,46	1.351,36
PAÑETE, REPELLO o REVOQUE (e= cm)	PAÑETE DE 1:4 PEGA	M2	10,07	161,12
MESON PARA COCINA (detallar en anexo)	MESON DE COCINA DE 2500 PSI E: 0,08 INCLUYE REFUERZO CON DOS PLACAS	UN	1,00	16,00
05 PISOS	ESPECIFICACIONES			
PLACA DE CONCRETO (e= 10 cm)	PLACA EN CONCRETO DE 2500 PSI E: 10 CMS	M2	37,00	592,00
PISO EN MORTERO AFINADO (E= 8 cm)	ALISTADO DE PISO EN MORTERO AFINADO E:010	M2	37,00	592,00
06 CUBIERTA	ESPECIFICACIONES			
ENTRAMADO EN PERFILERÍA (long., calibre y figurado de la lámina)	PERFIL 4*8	M2	45,24	723,84
CUBIERTA EN TEJA DE A.C. y accesorios	TEJA DE FIBRO CEMENTO-NUMERO 8	M2	59,76	956,16
Otros (especifique)	CABALLETE ONDULADO ASBESTO - CEMENTO	ML	7,00	112,00
07 INSTALACIONES HIDRAULICAS	ESPECIFICACIONES			
PUNTO HIDRÁULICO (muro) con accesorios	SALIDAS HIDRAULICAS PVC DE 1/2" AGUA FRIA	PTO	5,00	80,00
RED HIDRAULICA piso (indicar material y diam)	RED DE SUMINISTRO TUBERIA PVC DE 1/2"	ML	11,00	176,00
ACOMETIDA PARCIAL HIDRÁULICA	RED DE SUMINISTRO PVC RDE 9	ML	5,05	80,80
LAVADERO PREFABRICADO	LAVADERO PREFABRICADO EN CONCRETO DE ,65 PROFUNDO ,65 ALTO BASE EN CONCRETO	UN	1,00	16,00
TANQUE DE RESERVA DE AGUA Y ACCESORIOS (capac. y material)	TANQUE DE RESRVA DE 500 LITROS CON ACCESORIO E INSTALACION	UN	1,00	16,00
RED DE SUMINISTRO DE 3/4"	RED DE SUMINISTRO DE 3/4"	UN	7,70	123,20
08 INSTALACIONES ELECTRICAS	ESPECIFICACIONES			
ACOMETIDA PARCIAL y accesorios (material y diam)	Suministro e instalación de acometida parcial de 2m en 1N8+1N8 EN DUCTO PVC DE 3/4	UN	1,00	16,00
CAJA DE CIRCUITOS	TABLERO PARCIAL DE 4 CIRCUITOS	UN	1,00	16,00
PUNTO ELÉCTRICO y accesorios	SALIDA LAMPARA PVC COMPLETA	PTO	3,00	48,00
TOMA CORRIENTE DOBLE	toma corriente doble en tubería pvc de 1/2" tipo pesado cable de cu n. 12	UN	6,00	96,00
TOMA CORRIENTE DOBLE GFCI EN TUBERIA	CORRIENTE DOBLE GFCI EN TUBERIA PVC DE 1/2" TIPO PESADO CABLE DE CU	UN	2,00	32,00
09 INSTALACIONES SANITARIAS	ESPECIFICACIONES			

Correo electrónico; wyma16@yahoo.com

Calle 78ª N°0-03Int. 301 Tunja - Calle 26C N°17-24 Int 202, Paipa Boyacá
3202720010 - 3124187188



Arq. WALTER YESID MORENO ARIAS

M.P A15182003-7172944

ARQUITECTURA – CONSULTORIA - CONSTRUCCION

PUNTO SANITARIO DE 2" y accesorios	INSTALACIONES SANITARIAS	PTO	5,00	80,00
PUNTO SANITARIO DE 4" y accesorios	INSTALACIONES SANITARIAS EN 4"	PTO	1,00	16,00
RED SANITARIA PISO (indicar material gress o pvc y diám)	TUBERIA SANITARIA PVC RDE DE 4"	M	4,00	64,00
CAJA DE INSPECCIÓN Y TAPA (60cm x 60cm x 50cm)	CAJA DE INSPECCION EN LADRILLO	UN	1,00	16,00
SANITARIO (especificación=) y accesorios	SANITARIO BEINS CON ASIENTO	UN	1,00	16,00
LAVAMANOS CERAMICA (especificaciones=) y accesorios	LAVAMANOS EN CERAMICA BEINS CON GRIFERIA	UN	1,00	16,00
JUEGO DE INCRUSTACIONES (especifique)	INCRUSTACIONES 4 PIEZAS ACUACER O CORONA	UN	1,00	16,00
TUBERIA PVC DE 3"	TUBERIA PVC DE 3#	ML	5,50	88,00
10 ACABADOS	ESPECIFICACIONES			
ENCHAPE DE MUROS (indicar material)	ENCHAPE ZONA HUMEDA	M2	6,00	96,00
ENCHAPE MESON DE LA COCINA (indicar material)	ENCHAPE MESON SALPICADERO	UN	3,00	48,00
Otros (especifique)	rejillas con sosco	UN	2,00	32,00
REGISTRO DE DUCHA	REGISTRO DE DUCHA	UN	1,00	16,00
INSTALACION DE DUCHA	DUCHA	UN	1,00	16,00
LAVAPLATOS INOXIDABLE	Lavaplatos inoxidable	UN	1,00	16,00
11 CARPINTERIAS	ESPECIFICACIONES			
PUERTA Y MARCO METALICOS (0,90m x 2m) incluye pasador	PUERTA Y MARCO METALICO CON ANTICORROSIVO	UN	1,00	16,00
PUERTA MADERA Y MARCO (0,65m x 2m) incluye cerradura	PUERTA EN TRIPLEX TAMBOREADA	UN	1,00	16,00
VENTANA METALICA (1,2m x 1m)	VENTANA METALICA DE 1,20*1,20	UN	6,00	96,00
VENTANA BAÑO DE ,60*,40	VENTANA BAÑO DE ,60*,40	M2	0,24	3,84
12 OTROS	ESPECIFICACIONES			
VIDRIOS	VIDRIOS 4MM	M2	7,26	116,16
13 POZO SÉPTICO	ESPECIFICACIONES			
POZO SEPTICO SIST. ARTESANAL (especificar) incluye conexión	POZO SEPTICO	UN	1,00	16,00
TRAMPA DE GRASAS y tapa (50cm x 70cm x 60cm)	TRAMPA DE GRASAS	UN	1,00	16,00

Correo electrónico: wyma16@yahoo.com

Calle 78ª N°0-03Int. 301 Tunja - Calle 26C N° 17-24 Int 202, Paipa Boyacá
3202720010 - 3124187188

Teniendo como base los datos anteriores se puede llevar a cabo un análisis para cuantificar la cantidad de materiales utilizados en este proyecto y el volumen de los mismos.

A continuación se presenta un resumen aproximado de los materiales más utilizados en el proyecto de construcción para las 429 viviendas de interés social rural tradicional en el Valle de Tenza.

TABLA 4. Algunas cantidades de materiales en obra para 429 soluciones de vivienda. FUENTE: FEDECAJAS

DETALLE	UN	MATERIALES	CANT.	TOTAL * 429 VIVIENDAS
Obras preliminares	M2	Descapote	42,00	18.018,00
Cimentaciones	blt	Cemento	120,00	51.480,00
	M3	Mixto	21,00	9.009,00
	M3	Piedra rajón	2,40	1.029,60
Estructura en concreto	blt	Cemento	34,00	14.586,00
	M3	Mixto	5,20	2.230,80
	kg	Acero	1.273,00	546.117,00
Pañete y reboque	M3	Arena	0,60	257,40
	blt	Cemento	17,56	7.533,24
Mampostería	un	Bloque	1.200,00	514.800,00
	un	Ladrillo	750,00	321.750,00
Mortero 1:4	kg	Cemento	6,00	2.574,00
	M3	Arena	1,00	429,00
Pisos	kg	Cemento	28,00	12.012,00
	M3	Mixto	4,80	2.059,20
Cubierta	un	Teja #8	20,00	8.580,00
	un	Caballote	7,00	3.003,00
Acero	kg	Laminas	57,60	24.710,40
acabados	kg	Enchape	108,00	46.332,00
Vidrio	kg		12,60	5.405,40

Análisis de datos. En la ejecución de las obras para la construcción de las 429 soluciones de vivienda de interés social rural tradicional en la región del Valle de Tenza se utilizaron alrededor de 86658 bultos de cemento, 13300 m³ de material de cantera (mixto), 1030 m³ de piedra rajón, 546117 kg de acero de refuerzo, 687 m³ de arena de peña, 514800 unidades de bloque en arcilla #5, 321750 unidades de ladrillo de arcilla, 8580 tejas de asbesto cemento, 3000 caballetes, 24710 kg de lámina K=18 para ornamentación, 46332 kg de enchape eso es 3860 m² de enchape, 3115 m² de vidrio; unos 31145 kg.

Con las cantidades anteriormente determinadas se puede estimar la cantidad de energía utilizada para la fabricación de estos materiales de construcción y la emisión de gases por esta actividad.

Construcción de vivienda sostenible

La crisis ambiental en Colombia, la destrucción de los recursos naturales debido a la fabricación de materiales de construcción y las actividades mismas, generan cambios en el pensamiento del hombre referente a la conservación de la naturaleza y al medio natural, siendo necesario reconocer la importancia de la construcción de vivienda sostenible rural, para iniciar con un proceso arduo de retribuirle al medio recursos para su renovación y crear una sostenibilidad ambiental a la hora de ejercer actividades de construcción con materias primas que se transforman con poco consumo de energía y baja emisión de gases al medio.

Es urgente tomar medidas para conservar y mejorar la calidad de los recursos naturales que nos brinda la naturaleza y el medio ambiente, hoy en un contexto de consumo y

producción de la mano con la eficiencia en la utilización de estos recursos se le retribuye al medio ambiente su recuperación, su equilibrio y sostenimiento logrando así parar el agotamiento natural que la tierra nos brinda.

Existen algunas tradiciones arquitectónicas de nuestros antepasados que se deben traer al presente para iniciar con un trabajo arduo y complejo de conservar el medio ambiente buscando un equilibrio natural entre el hombre y el medio; reduciendo la utilización de materiales de construcción que para su transformación requiere el consumo de muchos recursos naturales y abundante consumo de energía las cuales atentan negativamente al medio natural.

Las tradiciones antiguas de construcción hoy han tomado fuerza en el afán de devolverle al medio ambiente vida para que la tierra se renueve fortaleciendo las actividades amigables al medio buscando un equilibrio ecológico y sostenible. La explotación de los recursos naturales junto con la constante evolución del hombre, ha ido menguando la salud del planeta en el que vivimos. De hecho la contaminación provocada por el hombre ha causado en él daños irreversibles. Para disminuir estos fenómenos generados por el hombre al medio ambiente surgen la idea de la construcción rural sostenible.

Con la construcción sostenible se intenta conseguir que se utilice menor energía, menos recursos naturales y produzca al medio natural recursos renovables. Es tal el interés en el tema, que para las construcciones sostenibles se deben poner en práctica aspectos de diseño y funcionalidad para utilizar menos energía; estos aspectos pueden ser físicos, económicos, biológicos, climáticos, ecológicos, arquitectónicos y la búsqueda de materias

primas amigables al medio y al entorno natural para obtener de primera mano una arquitectura ecológica, siempre con un objetivo común, el desarrollo sostenible en el mundo de la construcción.



FIGURA17. Construcción de viviendas en piedra. Fuente: Propia

Generalidades. Para el diseño y construcción de una vivienda sostenible se debe tener en cuenta:

a. Aprovechar las condiciones naturales para disminuir en gran medida las necesidades energéticas.

b. Aprovechar la energía calórica que nos proporciona el sol, por lo anterior se deben ubicar ventanales amplios.

c. En cuanto a la salud humana es importante que la vivienda proporcione temperatura, ventilación eficiente.

d. Los materiales y el sistema constructivo deben responder a la identidad cultural de la región, teniendo en cuenta la mitigación los efectos e impactos negativos que se puedan generar a medio natural.

e. Es recomendable emplear en su construcción recursos renovables, de preferencia producidos en la región.

Materiales. Los materiales utilizados en la construcción rural sostenible son aquellos que se usan en las obras arquitectónicas y estructurales, independientemente de su naturaleza, entre estos están en su orden de importancia de acuerdo a su funcionalidad; estructurales: piedra, concretos, madera y metales; los aglomerantes son los que sirven para unir entre sí los materiales de funcionalidad estructural, entre estos están: el barro, la cal, el cemento, etc; los otros materiales son los que brinda a las construcciones los acabados finales; entre estos están: la pintura, vidrios, estucos, cielo rasos, cerámicas, enchapes, etc.

Estos materiales en su manufactura, fabricación, colocación y utilización en lo posible deben ser de la zona y deben actuar con un bajo impacto ambiental y natural, entre estos están; la piedra, madera, guadua, bambú, etc. De acuerdo con lo anterior se puede conseguir una construcción sostenible donde la utilización de materiales amigables con el medio ambiente ayuda a conservar y mantener un equilibrio ecológico y natural.

A continuación se presentan algunos materiales de construcción recomendados en las construcciones sostenibles y que para la Región del Valle de Tenza se encuentra en la zona de manera natural y otros manufacturados utilizados por nuestros antepasados y que hoy se utilizan en beneficio de la conservación y recuperación del medio ambiente.

Tabla 5. Materiales recomendados. Fuente: www.minambiente.gov.co

ACTIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN	CLIMA TEMPLADO
MUROS	Esterilla con barro
	Piedra, Adobe
CUBIERTAS	Estructura en madera
	Teja de zinc
PISOS	Madera
VENTANAS	Madera con basculantes verticales

Para el diseño de la vivienda sostenible en la región del Valle de Tenza se van a tener en cuenta algunos materiales relacionados anteriormente, complementados con otros recomendados para establecer unas construcciones sostenibles y de equilibrio ecológico.

Capítulo 6

Proceso constructivo de la vivienda sostenible

Para el diseño de la vivienda sostenible se tendrá en cuenta los mismos diseños arquitectónicos de la vivienda tradicional construida en la región, para al final realizar una síntesis entre vivienda tradicional, vivienda sostenible y equilibrio ambiental.

Desarrollo proyectual

Aspecto arquitectónico. La vivienda sostenible se debe diseñar priorizando los materiales de construcción de la región para darle características ecológicas, de privacidad y comodidad. La tipología de la vivienda debe ser funcionable, con espacios sociales confortables con el resto de la vivienda. Las habitaciones deben tener un área apropiada para albergar por lo menos dos personas y su mobiliario (Closet). La cocina debe tener condiciones adecuadas de iluminación y ventilación y amplitud relacionando el mesón y la estufa que ocupan un espacio considerable. El área del comedor se hace con el fin de proporcionar una zona amplia para entrelazarla con una zona común donde se ubicara cierto mobiliario para que los habitantes no utilicen otros espacios de la vivienda cuando la función de este espacio es el social. El baño tendrá área determinada para relacionar las zonas húmedas con la parte sanitaria y en la parte alta se ubicara una estructura que genere privacidad en todas las direcciones.

Aspecto bioclimático y ambiental. La vivienda sostenible debe estar orientada en dirección al mayor flujo de viento para encontrar la mejor ventilación interior ya

que la Región del Valle de Tenza presenta clima cálido – caliente, por lo que es importante que las zonas habitacionales y las sociales se ventilen de manera rápida con ayuda de cubiertas elevadas y paso de aire en la parte interior de las culatas, esto permite que el paso del viento sea mayor y rápido.

La radiación solar se analiza de acuerdo a las épocas del año, de ahí en adelante se puede determinar la ubicación y dirección de la vivienda. En épocas de verano la radiación se ubicara en la parte trasera de la vivienda sector habitacional para que en épocas de invierno se tenga un nivel de temperatura media. En los sectores sociales la radiación solar se ubicara en la fachada de la vivienda y con ayuda de los vientos que ingresan por la fachada la vivienda obtendrá buena ventilación e iluminación natural en la mayor parte del día.

Materiales. Dentro de la investigación realizada se encontró que los materiales son favorables para la construcción sostenible, los cuales son producidos con la menor utilización de energía y explotación de recursos naturales, por ende la construcción de la vivienda sostenible ayuda a la conservación del medio ambiente de la región.

Para el clima cálido-húmedo presente en la Región del Valle de Tenza, Departamento de Boyacá, Provincia de Oriente, los materiales adecuados y disponibles naturalmente son: la piedra, agua, arena, la guadua, madera; otros como la teja (zinc, barro o asbesto cemento), cemento , hierro, agregados; relacionados entre sí se obtiene una cimentación reforzada, pisos en tabla burra cepillada y tratada, las zonas húmedas de la cocina y el baño en acabados con mortero, los muros de espesores adecuados para conseguir una estructura

resistente y estable, puertas y ventanas en madera, todo esto junto ayudan a obtener una construcción sismo resistente y sostenible.

Resultado proyectual

Síntesis de la construcción de la vivienda sostenible. Desde el punto de vista de la sostenibilidad, la vivienda debe tener un ambiente sano en relación con el medio ambiente y con la salud de quien la habita. La construcción de la vivienda se basa en unos principios relacionados con el medio ambiente los cuales son: La conservación de los recursos naturales, la creación de un ambiente sano dentro y fuera de la vivienda, utilización de recursos renovables. El diseño de la vivienda y su construcción deben ser acordes con la reducción de consumo de energía para la protección al medio ambiente.

Las materias primas para la obtención de los materiales de construcción utilizados para la conformación de la vivienda debe ofrecer al final de la actividad menor emisión de contaminantes, menos residuos sólidos y emisión de gases tóxicos, resaltando siempre la conservación de los recursos naturales, la biodiversidad y la vida.

Propuesta. Se diseñara una vivienda sostenible que genere equilibrio ambiental entre los materiales utilizados, el aprovechamiento de los recursos bioclimáticos y el medio ambiente, teniendo en cuenta las recomendaciones de estabilidad y resistencia desde la cimentación, muros y cubierta.

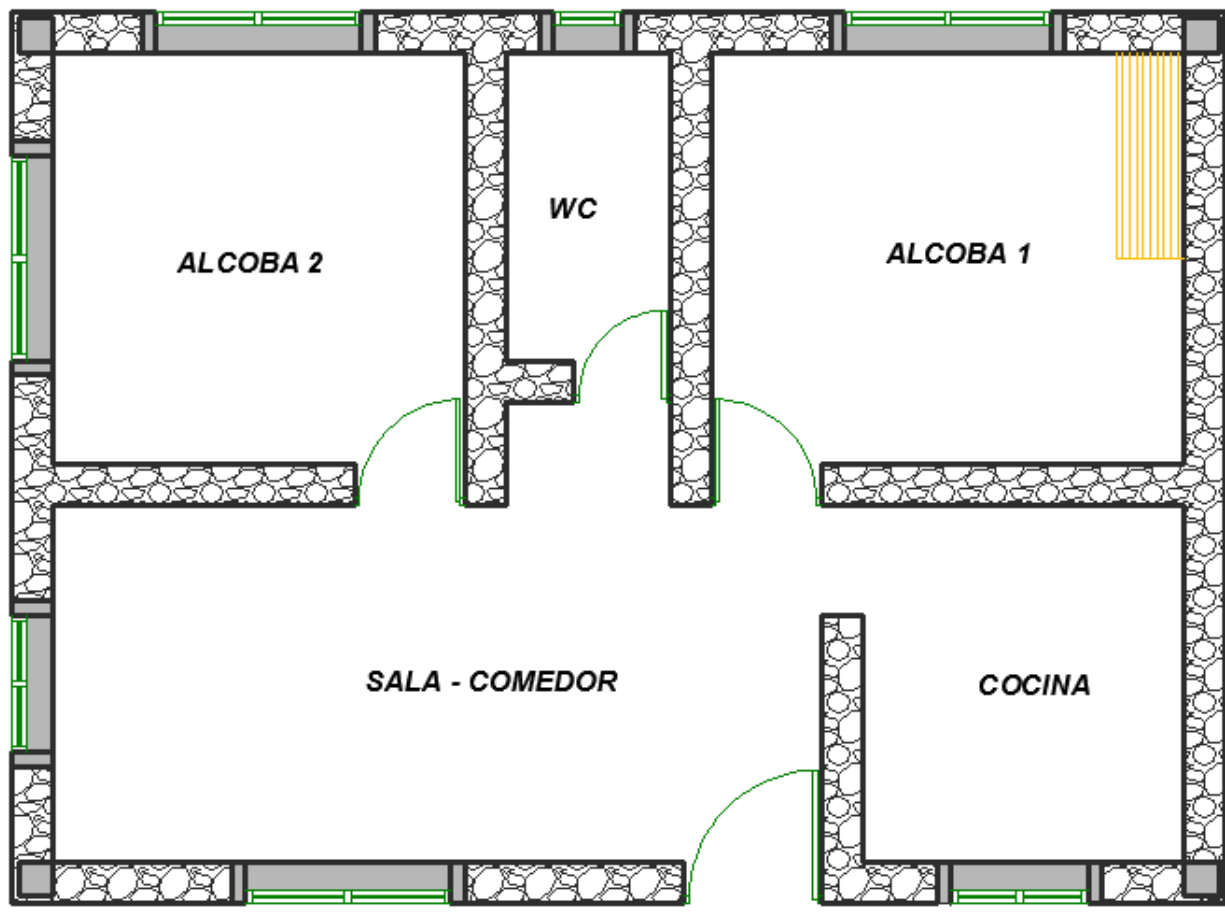


FIGURA 18. Planta general. Diseño arquitectónico vivienda sostenible. Fuente: Propia.

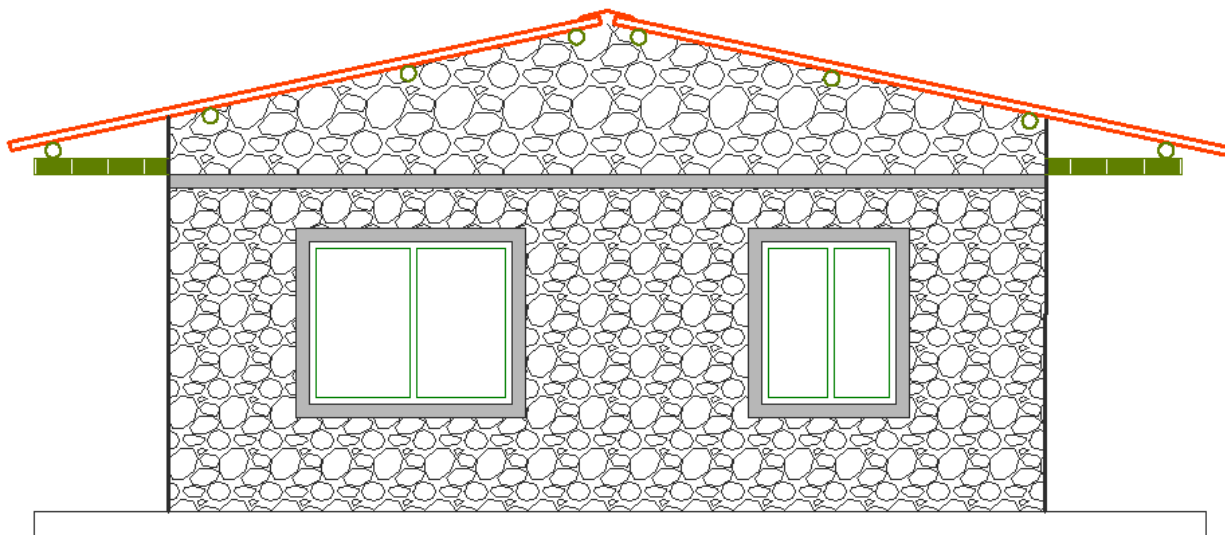


FIGURA 19. Fachada lateral. Fuente: Propia.

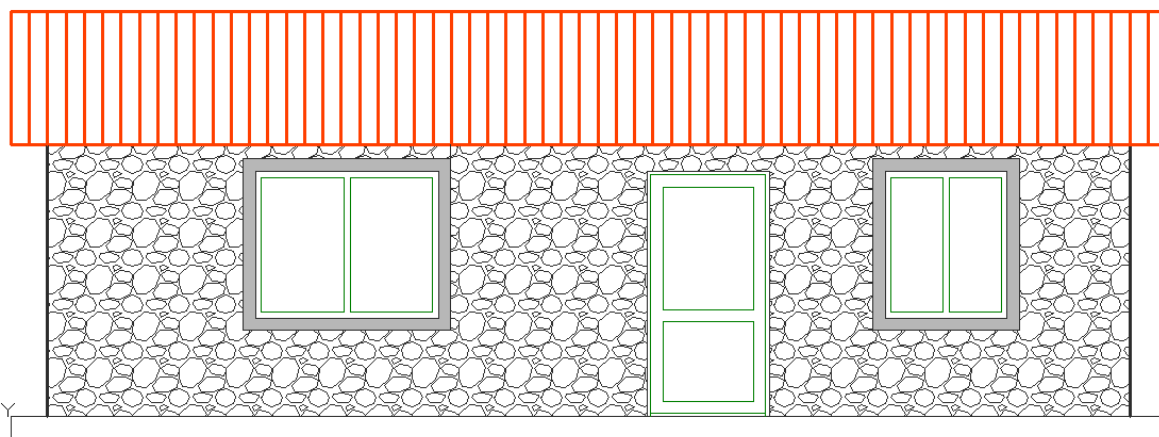


FIGURA 20. Fachada principal. Fuente: Propia.

Materiales

Piedra. Este material abunda en la Región del Valle de Tenza en su estado natural solo necesitamos de la extracción para inmediatamente utilizarlo en la construcción.



FIGURA 21. Extracción de piedra. Vereda de Boya II. Somondoco. Fuente: Propia.

El tipo de piedra que se encuentra en mayores cantidades es la piedra caliza, roca sedimentaria abundante en el mundo y recomendada para la construcción por sus propiedades físicas y químicas como su estructura, densidad, dureza, durabilidad, resistencia a la cargas, es un elemento resistente y decorativo para el caso de la conformación de cimentación y muros se utilizara una granulometría entre 4" y 12" fracturada.

Arenas y gravas: Así como la piedra se encuentra en grandes masas en la región, los agregados y arenas manufacturadas también se encuentra en abundancia y con granulometría acorde con la necesidad gracias a trituradoras transforman la piedra caliza en materiales más finos y de alto grado de calidad.



**FIGURA 22. Explotación de arenas y gravas. Vereda de Boya II. Somondoco.
Fuente: Propia.**

Estos agregados son denominados pétreos donde se incluyen las gravas y arenas, son minerales comunes encontrados naturalmente en formaciones rocosas sedimentarias y se obtienen a partir de la trituración de la roca y piedra natural en canteras. La diferencia entre arenas y gravas es el tamaño del grano. Comúnmente la granulometría para las arenas es de 1/16 a 5mm y las gravas de 5mm en adelante estos son utilizados en la fabricación de mezclas de concreto, morteros, asfalto, bases y sub bases para vías, filtros, drenajes, etc.

Cemento: En la Región del Valle de Tenza comercialmente se encuentra variedad de marcas de cemento, producto conformado por mezclas de caliza y arcilla calcinadas y molidas, junto con yeso para que al contacto con el agua se endurezca, de igual forma al agregarle arenas o gravas y agua forman una mezcla uniforme que al fraguar adquiere una dureza y resistencia como la roca natural llamada roca artificial u hormigón o concreto.

Madera: En la región del Valle de Tenza se encuentra grandes plantaciones de pino y eucalipto que hoy se explota de manera legal y comercial utilizada en la ebanistería, carpintería, construcción, creación de artesanías, postes y para la fabricación de papel e instrumentos musicales.

Proceso constructivo.

Cimentación: Con antelación a esta actividades se realizar la localización y replanteo que no es más que localizar horizontal y verticalmente el proyecto dejando elementos de referencia permanente en el terreno. Realizada dicha actividad se continua con las excavaciones para iniciar con la colocación de la cimentación de la vivienda con un cimiento en concreto ciclópeo relación 60/40 con dimensiones de 0.5m*0.5m, en todas las direcciones conformando en planta una estructura homogénea y continua para que transmita al suelo las cargas generas por los muros, un sobrecimiento en concreto reforzado o viga de amarre de 0.35m*0.15m con refuerzo longitudinal de 4 barras 5/8" y refuerzo transversal de 3/8 espaciados cada 10cm entre la luz de la viga y los anclajes de las columnas.

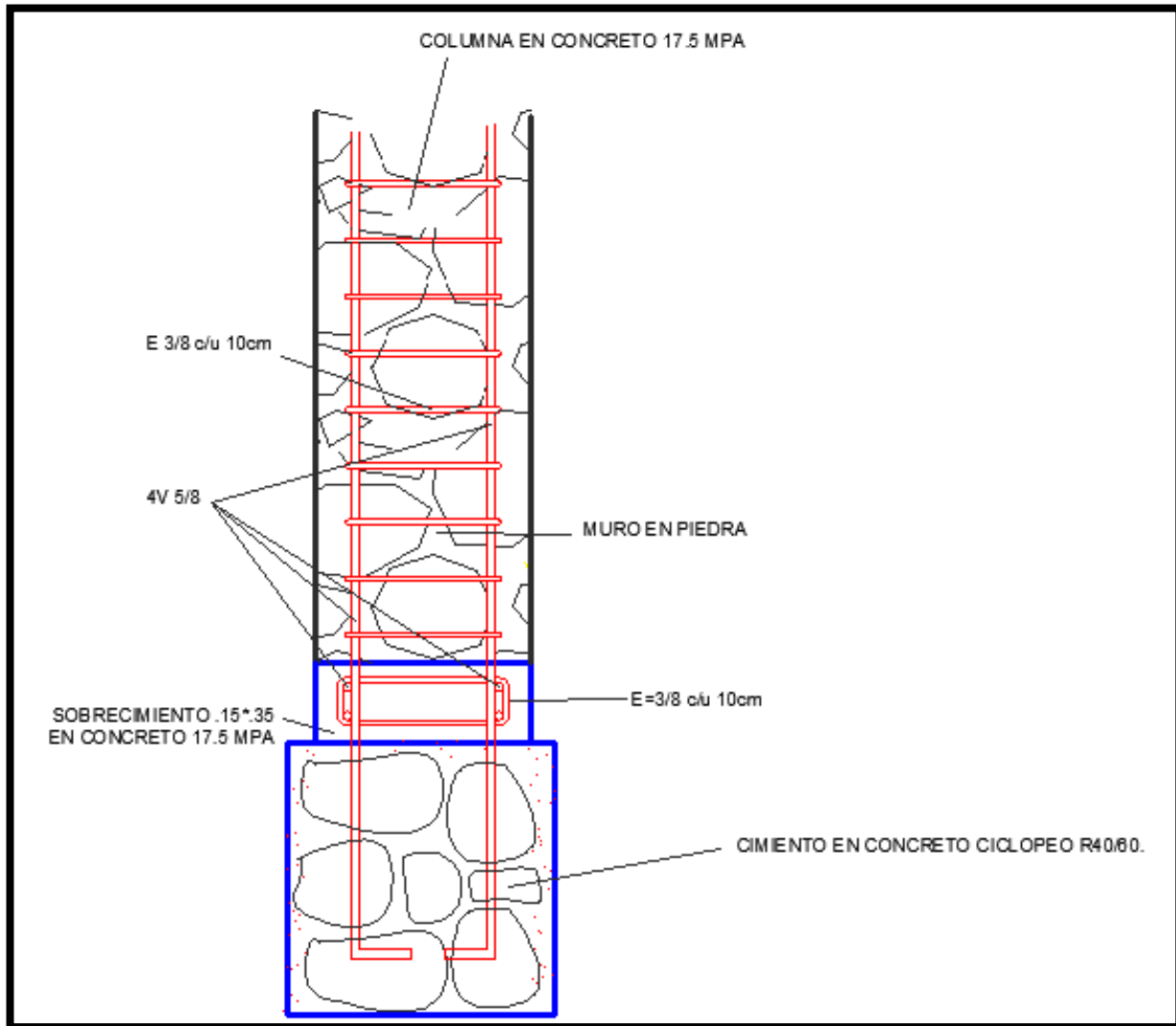


FIGURA 23. Cimentación. Fuente: Propia.

Mampostería: Se establece como un elemento estructural resultante de la unión de piedras, con un mortero de proporción 1:4 (7.5 MPa) de resistencia para unir la mampostería maciza buscando características de un elemento estructural, su espesor en todas las direcciones horizontal y vertical será de 0.35m. mínimo. En el diseño de la vivienda se encuentran muros confinados estructurales que resisten las fuerzas horizontales y soportan las

cargas verticales, muertas y vivas gracias a las columnas , vigas y su amplio espesor capaz de sostenerse verticalmente y amarrados entre sí por medio de la mampostería.

Las aberturas en los muros para la colocación de las ventanas y puertas cumplen con la norma, estos vanos son reforzados con vigas y columnas de concreto reforzado del mismo espesor del muro. El espesor de los muros en toda la planta de la vivienda es de 0.35m cumpliendo con la norma en relación a la altura libre que para este caso es de 2.5m. La longitud libre horizontal de muros estructurales por norma es de 35 veces es espesor efectivo, en este caso el espesor del muro ofrece estabilidad y resistencia horizontal por su peso.

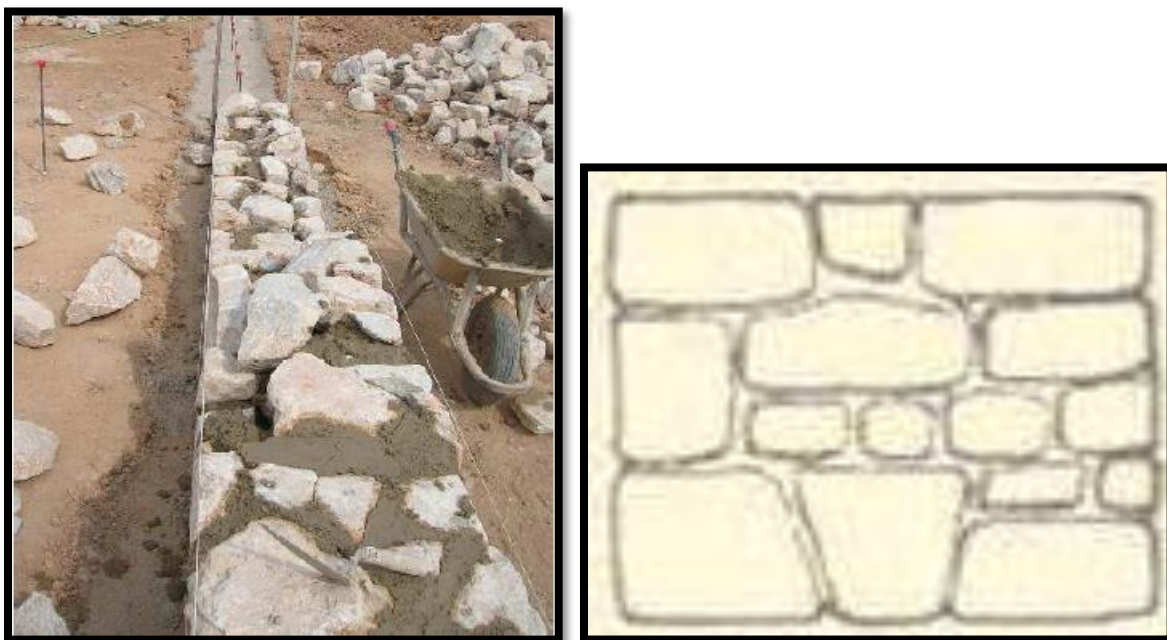


FIGURA 24. Muro de piedra. Fuente: www.scribd.com/doc/manual-de-construccion-apasco-pdf

Las piedras utilizadas en esta actividad deben ser irregulares, limpias y sin fisuras; con granulometría hasta 12", su colocación se debe realizar en traba y así poder obtener

un amarre entre las piedras evitando juntas amplias y apretadas, piedras en cuña y aristas agudas. Cuando los muros cambien de dirección se deberán traslaparlas piedra buscando amarrar las juntas verticales del elemento.

Las piedras o unidades de mampostería macizas deben cumplir unas normas de resistencia, absorción, debido a lo anterior las piedras se deben humedecer antes de unir las con el mortero para que estas no absorban la humedad del mortero de pega aceleradamente sino que de acuerdo a los tiempos de fraguado estos elementos se consoliden como un elemento sólido y resistente para que también soporten su propio peso y permita resistir los movimientos sísmicos y fuerzas horizontales.

Carpintería en madera: Es una actividad laboral donde se trabaja y moldea la madera (pino y eucalipto) para la fabricación de infinidad de artículos, objetos, elementos y mobiliario. Las puertas y ventanas corresponden a las tareas de carpintería para el diseño de la vivienda sostenible en la Región del Valle de Tenza gracias a las manos laboriosas de nuestros ebanistas valletenzanos.

Reforzamiento vertical y horizontal: Los muros confinados estructurales resistirán las fuerzas horizontales causadas por los sismos, o el viento y además deben soportar las cargas verticales, muertas y vivas, de toda la estructura de la cubierta. Los espesores de los muros serán de 0.35m de acuerdo con la longitud vertical y horizontal para nuestro caso no es necesario el confinamiento ya que por su espesor y su peso cumple con la resistencia y estabilidad para soportar cargas. De igual manera se realizara confinamiento de muros para

augmentar la estabilidad de la vivienda. Las viga de cimentación como la de coronación; estas estarán conformadas por un refuerzo longitudinal de 4 barras 5/8" y refuerzo transversal de 3/8" espaciados cada 10cm entre la luz de la viga y los anclajes de las columnas. Las columnas tendrán una dimensiones de .35*.35 y reforzadas verticalmente con 4 barras 5/8" y horizontalmente con 3/8" espaciados cada 10cm entre la luz de la viga de corona y la amarre.

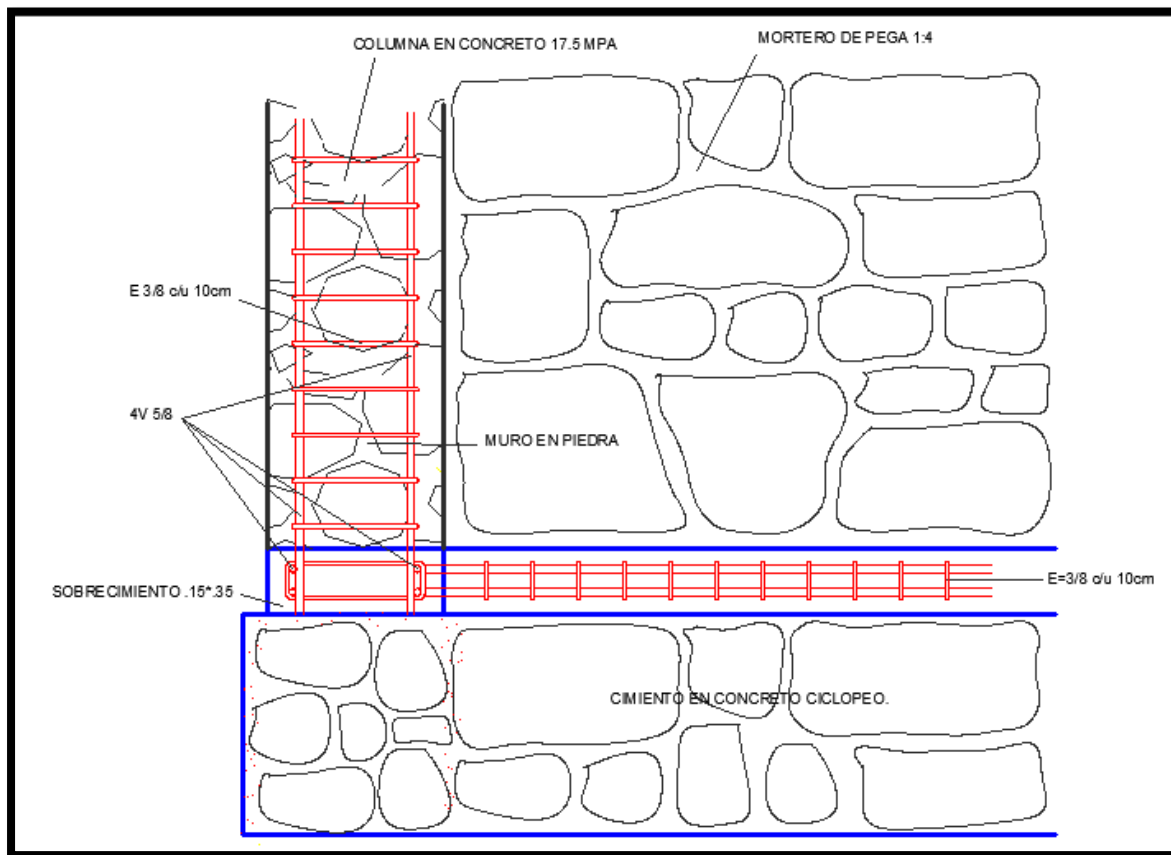


FIGURA 25. Detalle confinamiento y amarre sobrecimiento. Fuente: Propia

El reforzamiento vertical estará conformado por refuerzo vertical con acero de 5/8" y refuerzo transversal de 3/8" en columnas, de la misma forma en el refuerzo longitudinal se conformara con acero de 5/8" y refuerzo transversal de 3/8" para sobrecimiento y viga aérea.

Cubierta: Conformada por elementos portantes (entramado o estructura en guadua) provistos de anclajes en la viga de corona y columnas que garanticen la estabilidad de la estructura y la cubierta en teja de zinc de lamina resistente, para evitar deterioro por los cambios climáticos y los efectos internos por cambios de temperatura. La cubierta estará determinada a dos (2) aguas, soportada directamente sobre la viga de corona y las culatas quedando dicho entramado a la vista en la parte interior de la vivienda.

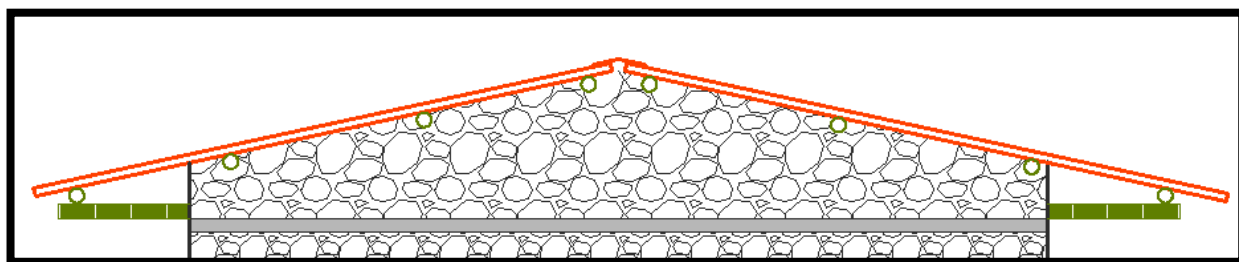


FIGURA 26. Detalle cubierta. Fuente: Propia

Pisos: Conformados en madera dándole una estética rustica pero muy firme para un tránsito moderado, se puede trabajar en tonos originales de acuerdo con la clase de madera o darle un color de acuerdo al diseño y el acabado final. Se utilizaran tablas largas con espesor de 3cm las cuales ofrecen un alto nivel de rusticidad, resistencia y firmeza para que soporten las cargas vivas y del mobiliario. El soporte del piso en tabla estará provisto de vigas secundarias y cadenetas para formar un entramado firme.

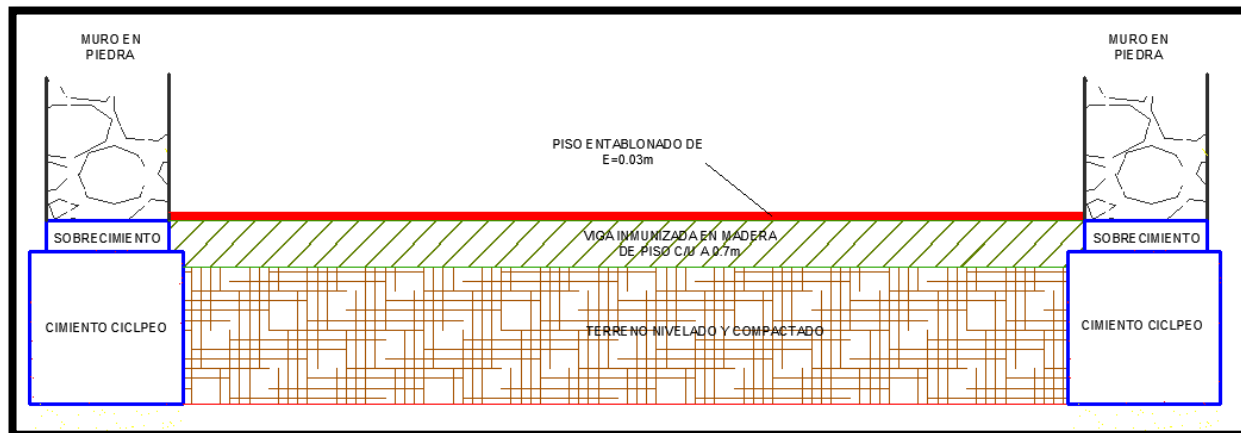


FIGURA 27. Detalle Acabado piso en madera. Fuente: Propia

Acabados: En general la cocina y el baño deben llevar por lo menos revestimiento en los salpicaderos, mesón y zonas húmedas en mortero 1:2, para luego realizar labores de sellado para evitar filtraciones, los pisos del baño y cocina en mortero afinado y sellado. Las instalaciones sanitarias en tubería de PVC con diámetros acordes a sus diseños, cajas de inspección, trampa de grasas y pozo séptico y campo de infiltración. Las instalaciones eléctricas de acuerdo a los diseños se ubicara la tubería conduit y las cajas empotradas en muros dejando los pasos para posterior cableado.

Cantidades de materiales en obra para proyecto de vivienda sostenible.

A continuación se relacionan los materiales más predominantes para la construcción de la vivienda sostenible para la región del Valle de Tenza, Provincia de oriente. Departamento de Boyacá.

Tabla 6. Relación de materiales de construcción para la vivienda sostenible. Fuente: Propia.

DETALLE	UN	CANT.	MATERIALES
Obras preliminares	M2	62	Descapote
Cimentaciones	blt	56	Cemento
	M3	7.3	Mixto
	M3	5	Piedra rajón
Estructura en concreto	blt	25	Cemento
	M3	4	Mixto
	kg	470	Hierro
Pañete y reboque	M3	11	Arena
	blt	60	Cemento
Mampostería	M3	25	Piedra
Pisos EN CONCRETO	BLT	5	Cemento
	M3	1	Mixto
PISOS EN MADERA	M2	35	TABLA
	ML	130	VIGA 20*10
Cubierta - TEJA	UN	42	Teja zinc 2.44m
	ML	110	GUADUA
Acabados	kg	216	enchape
Vidrio	M2	8	

Capítulo 9

Análisis de resultados

Materiales. En la construcción de la vivienda tradicional se utilizaron materiales de construcción manufacturados y transformados para tener ciertas especificaciones constructivas, las materias primas extraídas de la tierra para la fabricación de estos materiales se realizaron generando impactos negativos al medio ambiente como el deterioro y agotamiento ambiental y la emisión de gases tóxicos a la atmosfera.

Un comparativo entre la cantidad de materiales utilizados en la construcción tradicional y los calculados en el diseño de la vivienda sostenible; nos ofrece datos suficientes para establecer cuál de las dos alternativas nos ayuda a conservar el medio ambiente y a disminuir la utilización de energía para la transformación y fabricación de materiales.

En la ejecución de las obras para la construcción de la vivienda tradicional ubicada en la región del Valle de Tenza, donde el descapote para la nivelación del terreno fue de 42m², la utilización de cemento fue alrededor de 200 bultos, 31 m³ de material de cantera (mixto), 2.5 m³ de piedra rajón, 1273 kg de acero de refuerzo, 2 m³ de arena de peña, 1200 unidades de bloque en arcilla #5, 750 unidades de ladrillo de arcilla, 20 tejas de asbesto cemento, 7 caballetes, 57.6 kg de lámina K=18 para ornamentación, 9 m² de enchape, 7.2 m² de vidrio (76 kg). A continuación se relacionan las cantidades de materiales utilizados en la construcción de vivienda tradicional para la ejecución de una vivienda.

Tabla 7. Materiales vivienda tradicional. Fuente: FEDECAJAS

DETALLE	UN	CANT.	MATERIALES
Obras preliminares	M2	42	Descapote
Cimentaciones	blt	120	cemento
	M3	21	Mixto
	M3	2.4	Piedra rajón
Estructura en concreto	blt	34	cemento
	M3	5.2	mixto
	kg	1273	acero
Pañete y reboque	M3	0.6	Arena
	blt	17.56	Cemento
Mampostería	un	1200	Bloque
	un	750	ladrillo
Mortero 1:4	kg	6	cemento
	M3	1	Arena
Pisos	kg	28	Cemento
	M3	4.8	Mixto
Cubierta	un	20	Teja #8
	un	7	caballete
Acero	kg	4.8m ² *12kg	laminas
acabados	kg	108	enchape
Vidrio	kg	72.6	

Teniendo en cuenta el diseño de la vivienda sostenible y las cantidades de materiales a utilizar en la ejecución de los procesos constructivos se tiene; descapote para la nivelación del terreno de 62m², La cantidad de cemento a utilizar será de 100 bultos, 12 m³ de material de cantera (mixto), 30 m³ de piedra rajón, 470 kg de acero de refuerzo, 11m³ de arena de peña, 42 tejas de zinc, 10 caballetes, 9m² de vidrio (90 kg), 35m² de tabla burra E=3cm de 2.1m * 0.30m, 130 ml de viga en madera de 20*10 en pino, 110 ml de guadua para entramado de cubierta, 216 kg de enchape cerámico para zonas húmedas. A continuación se relaciona la cantidad de materiales calculados para la construcción de la vivienda sostenible.

Tabla 8. Materiales vivienda sostenible. Fuente: Propia.

DETALLE	UN	CANT.	MATERIALES
Obras preliminares	M2	62	Descapote
Cimentaciones	blt	56	Cemento
	M3	7.3	Mixto
	M3	5	Piedra rajón
Estructura en concreto	blt	25	Cemento
	M3	4	Mixto
	kg	470	Hierro
Pañete y reboque	M3	11	Arena
	blt	60	Cemento
Mampostería	M3	25	Piedra
Pisos EN CONCRETO	BLT	5	Cemento
	M3	1	Mixto
PISOS EN MADERA	M2	35	TABLA
	ML	130	VIGA 20*10
Cubierta - TEJA	UN	42	Teja zinc 2.44m
	ML	110	GUADUA
Acabados	kg	216	enchape
Vidrio	M2	8	

Estimación de la energía incorporada y emisión de CO₂ de los materiales de construcción utilizados en cada uno de los proyectos de vivienda.

429 viviendas, construcción tradicional. En la ejecución de las obras para la construcción de las 429 soluciones de vivienda en la región del Valle de Tenza se utilizaron alrededor de 86658 bultos de cemento, 13300 m³ de material de cantera (mixto), 1030 m³ de piedra rajón, 546117 kg de acero de refuerzo, 687 m³ de arena de peña, 514800 unidades de bloque en arcilla #5, 6kg * unidad , 321750 unidades de ladrillo de arcilla, 8580 tejas de asbesto cemento, 3000 caballetes, 24710 kg de lámina K=18 para ornamentación, 46332 kg de enchape eso es 3860 m² de enchape, 3115 m² de vidrio; unos 31145 kg.

Tabla 9. Energía incorporada Vs emisión de CO² ”. (Datos tomados de la Tabla 2 . Energía incorporada en la producción de materiales y emisión de gases (Pág. 43)

MATERIAL	CANT (ton)	ENERGÍA INCORPORADA (Kw/Ton)	EMISIÓN DE CO2 (Ton/Ton)	TOTAL, ENERGÍA INCORPORADA (Kw/Ton)	TOTAL EMISIÓN DE CO2 (Ton/Ton)
Bloque	3089	2560	0,82	7.907.840	2.533
Cemento	4333	3200	1	13.865.600	4333
Vidrio	32	8950	2,8	286.400	90
Acero	547	15300	4,8	8.369.100	2626
Plástico	0,5	3800	1,2	1.900	1
Madera	0,2	1200	0,45	240	0
Teja de asbesto cemento	235	3200	1	752.000	235
TOTAL				31.183.080	9818

De acuerdo a la tabla anterior y los resultados obtenidos se evidencia que la energía incorporada total para la manufactura, transformación y fabricación de los materiales de construcción para las 429 viviendas tradicionales es de **31.183.080kw** y la emisión de CO2 es de **9.818Ton**.

429 viviendas, construcción sostenible. Teniendo en cuenta el diseño de la vivienda sostenible y las cantidades de materiales a utilizar en la ejecución de los procesos constructivos del proyecto para las 429 viviendas sostenibles se tiene; descapote para la nivelación del terreno de 26598m², La cantidad de cemento a utilizar será de 42900 bultos, 5148 m³ de material de cantera (mixto), 12870 m³ de piedra rajón, 201630 kg de acero de refuerzo, 4719 m³ de arena de peña, 18018 tejas de zinc K=30, 4290 caballetes, 3861 m² de vidrio 38610 kg, 15015 m² de tabla burra E=3cm de 2.1m * 0.30m, 55770 ml de viga en madera de 20*10 en pino, 47190 ml de guadua para entramado de cubierta, 92664 kg de enchape cerámico para zonas húmedas. A continuación se relaciona la cantidad de materiales calculados para la construcción de la vivienda sostenible.

Tabla 10. Energía incorporada vs emisión de CO². (Datos tomados de la Tabla 2 . Energía incorporada en la producción de materiales y emisión de gases (Pág. 43)

MATERIAL	CANT (ton)	ENERGÍA INCORPORADA (Kw/Ton)	EMISIÓN DE CO ₂ (Ton/Ton)	TOTAL, ENERGÍA INCORPORADA (Kw/Ton)	TOTAL EMISIÓN DE CO ₂ (Ton/Ton)
Piedra, mixto, arenas	15455	0.001	insignificante	15,5	
Cemento	2145	3200	1	6.864.000	2145
Vidrio	38.6	8950	2.8	345.470	108
Acero	202	15300	4.8	3.090.600	970
Plástico	0.5	3800	1.2	1.900	0.6
Madera: Tabla y guadua.	213	1200	0.45	255.600	96
Teja de zinc	90	3200	1	288.000	90
TOTAL				10.846.386	3.410

De acuerdo a la tabla anterior y los resultados obtenidos se evidencia que la energía incorporada total para la manufactura, transformación y fabricación de los materiales de construcción para las 429 viviendas sostenibles es de **10.846.386 kw** y la emisión de CO₂ es de **3.410 Ton**.

Comparativo de resultados

Tabla 11. Comparativo contaminación construcción tradicional vs sostenible. Fuente: Tabulado de las tablas 9 y 10.

PROYECTO	TOTAL, ENERGÍA INCORPORADA (kw/Ton)	TOTAL EMISIÓN DE CO ₂ (Ton/Ton)
PROYECTO. 429 VIVIENDAS CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL	31.183.080	9.818
PROYECTO. 429 VIVIENDAS CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	10.846.386	3.410

Para finalizar con el análisis tomamos los resultados obtenidos en la Tabla 11 con relación a la energía incorporada y la emisión de CO₂ para los dos proyectos de vivienda

tradicional y sostenible en las tareas de manufactura y fabricación de materiales de construcción se concluye que la construcción tradicional genera grandes toneladas de contaminantes y la utilización de energía es bastante elevado.

La construcción sostenible definitivamente es la más amigable con el medio ambiente, con los recursos renovables y la naturaleza.

Capítulo 10

Conclusiones

En esta investigación se implementaron criterios para analizar el grado de contaminación ambiental que la construcción sostenible ejerce sobre la naturaleza para conseguir que la humanidad utilice recursos amigables con el medio y el hábitat natural.

La construcción sostenible y la utilización de la mayoría de los materiales de construcción obtenidos naturalmente para este fin ayudan a disminuir la contaminación y destrucción de los recursos naturales y el medio ambiente.

Es importante buscar alternativas que ayuden a reemplazar los materiales tradicionales por materiales obtenidos naturalmente y así poder cambiar a través del tiempo el pensamiento humano en busca de un equilibrio ambiental, desarrollo social y económico con equidad en la Región, buscando siempre el ahorro de los recursos no renovables.

Éste proyecto de investigación ofrece una alternativa de desarrollo regional en la industria de la construcción sostenible ofreciendo pautas fundamentales en la búsqueda de una sostenibilidad ambiental y sobre todo mentalizar a la sociedad de la responsabilidad en la conservación de los recursos naturales.

La implementación de esta alternativa en el ámbito de la construcción sostenible ayuda a obtener viviendas de bajo costo teniendo en cuenta las características

técnicas de acuerdo con la norma y así poder suplir las necesidades de acuerdo a la demanda de la población más vulnerable reduciendo el déficit habitacional buscando vivienda digna y fortalecimiento de las familias.

La humanidad debe crear ambientes amigables a partir de la construcción sostenible utilizando materiales extraídos naturalmente y que permitan mantener y recuperar el medio ambiente utilizando bajo consumo de energía y recursos naturales.

Gracias a la investigación realizada donde se indago sobre de la construcción sostenible, hoy en Colombia y en el mundo existe un derroche indiscriminado de recursos naturales con la construcción tradicional, actividad que rompe cualquier tratado en el cuidado y conservación del medio ambiente.

La vivienda sostenible se debe caracterizar por mantener un equilibrio entre la producción, la utilización, el consumo de los materiales para la construcción y el uso de los recursos naturales necesarios. Para evitar que la producción de materiales de construcción afecte a los recursos naturales, es indispensable promover alternativas de construcción donde se sustituya materiales manufacturados por materiales extraídos naturalmente y promoviendo el uso de recursos disponibles de la zona en la construcción.

Capítulo 11

Recomendaciones

El gobierno colombiano debe impartir normas urgentes para iniciar con un proyecto serio en la conservación de los recursos naturales, donde las CAR trabajen en sus regiones con vigilancia seria y convencidos que si no se trabaja en la recuperación de los recursos naturales terminaremos en un mundo de desolación, seco, árido, la humanidad enferma, y muchas vidas desaparecidas.

Capítulo 12

Reflexiones

El sistema constructivo actual está agotando los recursos y reservas naturales, es difícil romper con estas costumbres tan ambiguas pero se debe iniciar con tareas de manera urgente para evitar la destrucción masiva y agotamiento de la tierra.

La extracción de materia prima para la fabricación de materiales constructivos debe acompañar de otra actividad como el reciclaje, campañas que la industria debe impartir urgentemente incorporando elementos renovables para iniciar con la tarea ardua de mitigar los daños ecológicos.

Los procesos constructivos sostenibles ayudan a conservar el medio ambiente y la naturaleza, fortaleciendo los ecosistemas naturales, las reservas hídricas, la fauna y la flora y el paisaje natural.

Las estrategias económicas de la industria en el mundo deben dar un giro y debe trabajar en lo posible con recursos renovables que coadyuven con procesos serios de darle a la naturaleza tierra la importancia para recuperarla y darle a nuestras generaciones un mundo mejor.

Capítulo 13

Bibliografía

PAREDES CEBALLOS, Miriam Yolanda. (2000). Manual de Impacto Ambiental. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. : Editorial UPTC.

ENCICLOPEDIA CEAC DEL ENCARGADO DE OBRA. 1983. Materiales para la construcción. Barcelona. España. Ediciones CEAC S.A.

MARTINEZ MURCIA, José Gustavo. (2000). Estructuras. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. : Editorial UPTC.

GUERRERO PARDO, Luis Álvaro. (2000). Construcción I (Obra negra). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. : Editorial UPTC.

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana. 15-03-206, Dirección de asuntos ambientales, sectorial y urbana Sitio web: www.minambiente.gov.co

Presidencia de la República de Colombia. (2015). Decreto 1285 de 2015. lineamientos de construcción sostenible para edificaciones. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Sitio web. www.presidencia.gov.co.

Asamblea Constituyente. (1991). Constitución Política de Colombia, actualizada. 2012, de Presidencia de la República Sitio web: www.registraduria.gov.co

Soluciones sísmicas, habitabilia. Arquitectos asociados, Crivillers. (2010). Construcción de viviendas sociales sostenibles en Colombia. 5/2/2016, de Energías renovables en Colombia Sitio web: www.energrecol.com

MALDONADO, Pablo Iglesias. (2010). Introducción a la vivienda sostenible . 22/03/2016, de Revista de arte y cultura. Sitio web: <http://www.uax.es>

FEDERACION DE CAJAS DE COMPENSACION FAMILIAR "FEDECAJAS". Grupo integral 36. Tunja, Boyacá.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Comisión Asesora Permanente para el Régimen de construcciones sismo resistentes. REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN 2010.

UNAM. Facultad de Ingeniería. Apuntes de mampostería. 2016. www.ingenieria.unam.mx

Técnicas en la construcción. Sistemas constructivos tradicionales. Muros. 2016. www.es.scribd.com.

Materiales de construcción pétreos naturales. 2016. www6.uniovi.es