

# **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

## **Modelo de vivienda interes social con cubierta verde extensiva en la ciudad de Girardot - Cundinamarca**

Presentado por:

**Anggy Rocio Rodriguez Caicedo**

**Danilo Alejandro Nieto Torres**

**Brayan Steven Murcia Martinez**

Trabajo de grado presentada para optar por el titulo de:  
**Ingeniero Civil**

Coorporación Universitaria Minuto de Dios

Programa Ingenieria Civil

Girardot - Cundinamarca

2021-I

Copyright © 2021 por Anggy Rodriguez – Danilo Nieto y Brayan Murcia. Todos los derechos reservados.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

# **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

## **Modelo de vivienda interes social con cubierta verde extensiva en la ciudad de Girardot - Cundinamarca**

Presentado por:

**Anggy Rocio Rodriguez Caicedo**

**Danilo Alejandro Nieto Torres**

**Brayan Steven Murcia Martinez**

Trabajo de grado presentada para optar por el titulo de:  
**Ingeniero Civil**

Director del proyecto:  
**Ing. Julian Fernando Grimaldo**

Coorporación Universitaria Minuto de Dios

Programa Ingenieria Civil

Girardot - Cundinamarca

2021-I

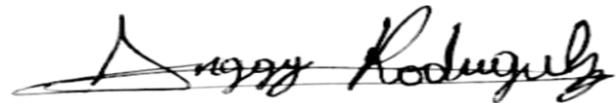
Copyright © 2021 por Anggy Rodriguez – Danilo Nieto y Brayan Murcia. Todos los derechos reservados.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

### **Dedicatoria**

*Dedico este trabajo de grado primero que todo al padre todo poderoso que sin su voluntad no somos nada y gracias a él he llegado hasta este momento tan significativo en mi vida, asimismo agradecerles a mis padres Jhon Jairo Rodriguez Beltrán y Luz Bellanira Caicedo Sánchez por todo el apoyo incondicional tanto financiero como moral para conmigo; sin ellos no hubiese sido posible debido a que su comprensión y confianza fueron cruciales para mi proceso como profesional.*



*Dedico este trabajo principalmente a Dios, mi familia y mi madre que ha sido el apoyo más importante en mi vida, la cual siempre me ha brindado su apoyo y confianza en los momentos más difíciles y que sin duda alguna siempre ha estado presente dándome todo su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos. A ella, la admiro y la amo con mi vida. Gracias también a todas aquellas personas que han aportado y contribuyeron en mi proceso académico como mis amigos y profesores que han sido parte fundamental en el desarrollo y adquisición de mis conocimientos.*



*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

*Gracias a Dios por darme el único regalo que se da una sola vez, afabilidad a la vida por presentarme a mis padres, a las personas que llegan y nunca se van de ella. Gracias a mi familia al brindar ese soporte en la toma de decisiones para mi vida, también se le agradece a los profesores por su paciencia, educación en las diferentes ciencias. La experiencia universitaria a fortalecido el carácter, los valores, a partir de las buenas enseñanzas, el sentimiento de gratificación hacia la corporación universitaria minuto de Dios es inconmensurable.*

*Danielo Nieto Torres*

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

### **Agradecimientos**

*Damos gracias a todos y cada uno de las personas que hacen parte del Corporativo Universitario Minuto de Dios por depositar los cimientos de nuestros desarrollos como profesionales, dando el material necesario y la oportunidad de cursar este programa de Formación pregrado en ingeniería civil;*

*Agradecemos a nuestros Tutores, Maestros y compañeros de clase que nos enseñaron educación superior desde su experiencia y conocimientos; en especial a los que estuvieron presentes en la evolución y posterior desarrollo del trabajo de grado, les agradecemos con creces.*

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

### Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

---

**Firma del Presidente de Jurado**

-----

-----

**Firma Jurado 1**

-----

**Firma Jurado 2**

-----

**Firma Jurado 3**

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

# CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

Girardot – Cundinamarca, mayo 10 de 2021-1

## Tabla de Contenido

Lista de Tablas .....	12
Índice de Ilustraciones.....	14
1. Resumen.....	17
2. Abstract .....	19
3. Introducción .....	21
4. Objetivos .....	22
4.1 Objetivo General .....	22
4.2 Objetivos Especificos.....	22
5. Planteamiento del problema.....	23
5.1 Definición del problema.....	23
DESGASTE DE ENERGIA Y AGUA .....	23
RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....	24
6. Justificación.....	29
6.1 Impacto Social.....	29
6.2 Impacto Humano .....	30
6.3 Impacto Tecnológico .....	30

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

6.4 Impacto Ambiental.....	31
6.5 Propósito de la investigación .....	32
Preguntas de Investigación.....	32
7. Estado del Arte.....	33
7.1 COMPREHENSIVE STUDY OF THE IMPACT OF GREEN ROOFS ON BUILDING ENERGY PERFORMANCE .....	33
7.2 VERTICAL SYSTEMS FOR BUILDINGS AS PASSIVE SYSTEMS FOR ENERGY SAVING .....	33
7.3 PASSIVE BUILDING ENERGY SAVINGS: A REVIEW OF BUILDING ENVELOPE COMPONENTS.....	34
7.4 DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR CON IMPLEMENTACIÓN DE UNA CUBIERTA VERDE EXTENSIVA.....	35
7.5 TECHOS VERDES: ¿UNA HERRAMIENTA VIABLE PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL EN EL SECTOR HOTELERO DEL RODADERO, SANTA MARTHA?.	36
7.6 LCC AND LCCO2 ANALYSIS OF GREEN ROOFS IN ELEMENTARY SCHOOLS WITH ENERGY SAVING MEASURES .....	36
7.7 GREEN ROOFS AS URBAN ECOSYSTEMS: ECOLOGICAL STRUCTURES, FUNCTIONS, AND SERVICES .....	37
7.8 LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE APLICADA A LAS VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL EN COLOMBIA .....	38

*Anggy Rodriguez Caicedo*  
*Danilo Nieto Torres*  
*Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

7.9 LA CUBIERTA VERDE COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO ENERGETICO EN ALICANTE .....	39
7.10 ¿TECHOS REFLECTIVOS O VERDES? INFLUENCIA SOBRE EL MICRO CLIMA EN CIUDADES Y ZONAS ARIDAS .....	40
7.11 MEDIDA EXPERIMENTAL DE LA CONTRIBUCIÓN DE LAS CUBIERTAS Y FACHADAS VERDES AL AHORRO ENERGETICO EN LA EDIFICACIÓN EN ESPAÑA 41	
7.12 ANALISIS CUALITATIVO SOBRE LOS FACTORES QUE MOTIVAN LA ADOPCIÓN DE TECHOS VERDES .....	41
8. Marco Referencial .....	43
8.1 Marco contextual.....	43
8.2 Marco teórico .....	52
8.3 Marco conceptual .....	56
Dane .....	56
NSR-10.....	56
Mejoramiento de vivienda.....	56
Plan de vivienda .....	56
Construcción en sitio propio .....	56
Vivienda de interés social “VIS” .....	56
Cubiertas verdes .....	57

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

Cubiertas verdes intensivas .....	57
Cubiertas verdes semi-intensivas .....	57
Cubiertas verdes extensivas .....	57
Capa de barrera de raíz (membrana hidrófuga).....	60
Capa de drenaje .....	60
Capa de filtro (geo textil) .....	60
Capa de cultivo media (sustrato).....	60
Capa vegetal .....	61
Composición de los residuos de construcción y demolición .....	62
8.4 Marco Legal .....	63
8.5 Marco Metodológico .....	65
8.5.1 Metodología de investigación .....	70
Fase I. Literatura .....	70
Fase II. Recolección de datos .....	70
Fase III. Análisis de resultados .....	71
Fase IV. Viabilidad del trabajo .....	72
Método .....	93
Metodología .....	94
9. Resultados .....	107

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

10. Análisis y discusión de resultados.....	108
Evaluación de respuesta y evaluación de datos.....	108
12. Recomendaciones.....	111
13. Presupuesto de vivienda “VIS” cubierta verde extensivo.....	112
13.1. Presupuesto de vivienda “VIS” cubierta convencional.....	113
14. Cronograma.....	114
15. Anexos.....	115
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>125</b>

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

### **Índice de Tablas**

Tabla 0-A .....	54
Tabla 0-B.....	58
Tabla 0-C.....	59
Tabla 0-D .....	66
Tabla 0-E.....	72
Tabla 0-F .....	73
Tabla 0-G .....	74
Tabla 0-H .....	75
Tabla 0-I.....	76
Tabla 0-J.....	77
Tabla 0-K .....	78
Tabla 0-L.....	79
Tabla 0-M.....	80
Tabla 0-N .....	81
Tabla 0-O .....	82
Tabla 0-P .....	83
Tabla 0-Q .....	84
Tabla 0-R.....	85
Tabla 0-S .....	86

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

Tabla 0-T .....	86
Tabla 0-U .....	87
Tabla 0-V .....	88
Tabla 0-W.....	89
Tabla 0-X .....	90
Tabla 0-Y .....	91
Tabla 0-Z.....	92
Tabla 0-AA.....	99
Tabla 0-BB .....	100
Tabla 0-CC .....	101
Tabla 0-DD.....	102
Tabla 0-EE .....	102

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

### Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Diagrama conceptual del problema, Autor: Mateo de Rhodes Valbuena. ....	27
Ilustración 2. Ubicación de la realización de maqueta en campo. Fuente: Google Maps Satelital (2021).....	43
Ilustración 3. Diseño arquitectónico de casa VIS. Fuente: Elaboración propia. ....	44
Ilustración 4. Plantas de ejes y cimientos VIS. Fuente: Elaboración propia en AutoCAD. ....	45
Ilustración 5. Fachada de vivienda de interés social con cubierta convencional. ....	46
Ilustración 6. Fachadas.....	47
Ilustración 7. Se rige bajo el Título –E. ....	48
Ilustración 8. Detalle de viga de amarre.....	48
Ilustración 9. Detalle. ....	49
Ilustración 10. Detalle conexión tipo 2. ....	49
Ilustración 11. Detalle anclaje de columna. ....	50
Ilustración 12. Detalle de columna. Fuente: Elaboración propia. ....	50
Ilustración 13. Características de distribución y longitud. ....	51
Ilustración 14. Ubicación de Municipio de Girardot – Cundinamarca. ....	54
Ilustración 15. Tipo de diseño de cubierta verde extensiva. ....	59
Ilustración 16. Cemento Argos. ....	66
Ilustración 17. RCD triturado.....	66

*Anggy Rodriguez Caicedo*  
*Danilo Nieto Torres*  
*Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

Ilustración 18. Termómetro ambiental. ....	66
Ilustración 19. Manto asfáltico. ....	67
Ilustración 20. Teja eternit. ....	67
Ilustración 21. Cartón paja. ....	67
Ilustración 22. Madera. ....	67
Ilustración 23. Geotextil. ....	68
Ilustración 24. Puntillas. ....	68
Ilustración 25. Martillo. ....	68
Ilustración 26. Siembra de pasto. ....	69
Ilustración 27. Abono o sustrato. ....	70
Ilustración 28. Recolección de datos. Fuente: Elaboración propia. ....	71
Ilustración 29. Procedimiento de cubierta verde. ....	103
Ilustración 30. Procedimiento de cubierta convencional. ....	103
Ilustración 31. Procedimiento. ....	103
Ilustración 32. Procedimientos. ....	103
Ilustración 33. Colocando las varillas. ....	103
Ilustración 34. Colocando varillas. ....	103
Ilustración 35. Cemento dosificación 1:1:3. ....	104
Ilustración 36. Mezcla de cemento con grava y arena. ....	104
Ilustración 37. Se introduce el cemento de vigas de amarre. ....	104
Ilustración 38. Columnas de “Vis” prototipo. ....	104
Ilustración 39. Cemento 1:1:3. ....	104
Ilustración 40. Mezcla de cemento con grava y arena. ....	104

*Anggy Rodriguez Caicedo*  
*Danilo Nieto Torres*  
*Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

Ilustración 41. Se coloca en cemento de vigas de amarre.....	104
Ilustración 42. Columna de “Vis” prototipo. ....	104
Ilustración 43. Amarre de vivienda.....	105
Ilustración 44. Amarre para nivelación del muro.....	105
Ilustración 45. Pañete de muros. ....	105
Ilustración 46. Procedimiento. ....	105
Ilustración 47. RCD Triturado. ....	106
Ilustración 48. Pañete de muros. ....	105
Ilustración 49. Terminación de cubierta convencional. ....	105
Ilustración 50. Terminación de cubierta verde extensiva toma de temperatura.....	106
Ilustración 51. Diseño en planta cubierta verde. ....	107

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

### **1. Resumen**

Girardot - Cundinamarca, es un municipio en donde se presenta gran población, la cual hasta la fecha no se le ha dado un buen manejo de planificación a los residuos de construcción y demolición para mitigar la contaminación visual y de espacios; que representa tener acumulación de estos, pues según investigaciones realizadas en esta ciudad no hay un depósito legal para dejar los escombros (RCD) lo que genera el inadecuado uso y como consecuencia sitios que a futuro se podrían construir se mostrarán inestables, por este tipo de falencias en la ciudad los proyectos de casas (VIS) tienen como resultado un agrietamiento con el tiempo ya que se construyen en rellenos; cabe resaltar que la construcción de proyectos de vivienda está en su furor en la localidad es por este motivo, que se quiere una solución sostenible con este material; por un lado en esta urbe también se ve la necesidad de modelar viviendas de interés social con *“Características de diseño para bajar los gradientes de temperatura mediante una cubierta verde extensiva”* puesto que al realizar encuestas se evidenció que el clima es un componente principal para la calidad de vida de las personas; este informe da por concluido el trabajo de grado y sirve de insumo al proceso investigativo en la etapa de trabajo de campo.

El objetivo del proyecto es describir el impacto que tiene el clima frente a los inmuebles en los diferentes estratos de la ciudad; realizando las variaciones de una cubierta convencional a una verde extensiva desarrollando dos prototipos, cada una con las distintas características que las delimita cada cubierta ya mencionada; observándose a la luz de un análisis el cual permite

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

vincular teórica y metodológicamente la relación entre el cuidado del medio ambiente, construcción de viviendas y bienestar municipal. Por último, el desarrollo del proyecto comprende tres momentos: 1) elaboración del proyecto de investigación, 2) indagación bibliográfica y analítica, y 3) trabajo de campo, estadísticas de cuestionarios y resultados.

**PALABRAS CLAVES:** Vivienda de interés social “**VIS**”, Cubierta verde extensivo, Residuos de construcción y demolición “**RCD**”, gradiente de temperatura, cubierta sostenible, dióxido de carbono “**CO<sub>2</sub>**” y consumo energético.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

### **2. Abstract**

Girardot - Cundinamarca, is a municipality where there is a large population, which to date has not been given a good planning management to construction and demolition waste to mitigate visual and space pollution; which represents an accumulation of these, because according to research carried out in this city there is no legal deposit to leave the rubble (RCD) which generates the inappropriate use and as a consequence sites that could be built in the future are shown to be unstable, For this type of flaws in the city the projects of houses (VIS) have as a result a cracking over time since they are built in fillers; it should be noted that the construction of housing projects is in its furor in the town is for this reason, that a sustainable solution is wanted with this material; on the one hand in this city is also seen the need to model housing of social interest with "Design features for lowering temperature gradients through extensive green cover" since surveys show that climate is a major component of people's quality of life; This report concludes the degree work and serves as input to the research process at the field work stage.

The objective of the project is to describe the impact that the climate has against the buildings in the different strata of the city; making the variations from a conventional roof to an extensive green developing two prototypes, Each one with the different characteristics that delimit them each cover already mentioned; being observed in light of an analysis that allows to link theoretically and methodologically the relationship between the care of the environment, construction of houses and municipal welfare.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

Finally, the development of the project comprises three parts: 1) preparation of the research project, 2) bibliographic and analytical inquiry, and 3) field work, questionnaire statistics and results.

**KEYWORDS:** Housing of social interest "**VIS**", Extensive green cover, Construction and demolition waste "**RCD**", temperature gradient, sustainable cover, carbon dioxide "**CO2**" and energy consumption.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

### **3. Introducción**

Al mencionar la palabra “VIVIENDA” inmediatamente se imagina un ambiente propicio y digno para su permanencia, donde se pueda vivir dignamente junto a su núcleo familiar. En la actualidad se cree que la vida es fácil de llevar debido a la era de la globalización y la tecnología que continuamente está en crecimiento debido a su alta demanda, pero aun así queda mucho camino por recorrer en cuanto a las viviendas se refiere, lo cual es una necesidad primordial para continuar con los quehaceres del día a día sin ningún tipo de incomodidad.

El presente proyecto se implementará en urbanizaciones de casas adosadas unifamiliar pertenecientes a proyectos VIS; a causa del crecimiento exponencial en contaminación ambiental por culpa de polímeros sintéticos derivados del petróleo, residuos de construcción y demolición. Su descomposición requiere una gran energía como tiempo, siendo así perjudicial para el planeta tierra, Adicional si le sumamos la poca colaboración en el sector de la ingeniería civil, por lo tanto, optamos por la sostenibilidad, logrando así beneficios a largo plazo de carácter, económico de biodiversidad como ambiental.

El ministerio de ambiente en la actualidad por medio de su página virtual en un espacio llamado asuntos ambientales, sectorial y urbana, nos muestra que ha comenzado a cobrar importancia tener tendencias de obra donde se reutilice materias primas o la producción de elementos que en últimas quedan como desecho. Obstaculizan en el ambiente es por este motivo, que se decide trabajar con este proyecto puesto que ayuda de manera eficaz en asuntos de agua lluvia, la radiación solar, además de aminorar la contaminación atmosférica, contaminación de mares, suelos, contaminación visual entre otros. Se exhibe esta propuesta muy interesante pues

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

estaría tapando vacíos ambientales donde se pretende contribuir al mejoramiento en nuestro hábitat.

### **4. Objetivos**

#### **4.1 Objetivo General**

- Diseñar y encontrar un modelo adecuado de “CUBIERTA VERDE EXTENSIVA” utilizando Residuos de construcción y demolición (RCD) para la Ciudad de Girardot, Colombia; que cumpla con los requerimientos expuestos en el Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).

#### **4.2 Objetivos Especificos**

- Realizar prototipos para determinar cuál es el modelo adecuado para la ciudad de Girardot.
- Adquirir y clasificar resultados obtenidos, para comparar, determinar que prototipo cumple con el decrecimiento de gradiente de temperatura.
- Demostrar con estadísticas y cuadros comparativos el impacto y mitigación a la contaminación del medio ambiente.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

### **5. Planteamiento del problema**

#### **5.1 Definición del problema**

##### **DESGASTE DE ENERGIA Y AGUA**

Partiendo de la importancia que tiene el desarrollo urbano sostenible no solo para Colombia si no en general en todo el mundo debido a que el gasto de energía y agua aumenta cada que evoluciona el hombre pues no es un secreto que se han ido implementando electrodomésticos, sistemas de calefacción y aires acondicionados para cubrir las necesidades de la humanidad en cuanto a un hábitat fresco o cálido según lo deseado.

“Pero lo que no se tiene en cuenta es el deterioro que se presenta en el ecosistema a causa de satisfacer algunas necesidades pues esto implica un exagerado consumo de recursos energéticos y la producción de grandes cantidades de contaminación, ahorrar energía es una obligación ya que si se consume a menor cantidad habrá menos residuos nucleares, del mismo modo se lograra disminuir el desarrollo de las centrales térmicas por ende se quemara menos carbón, se evidenciaran pocas explotaciones mineras a cielo abierto por consiguiente se mitiga la contaminación en la atmosfera, reduciendo los efectos de lluvia acida puesto que, quemando solo una parte de combustibles fósiles ( Petróleo, carbón...) y madera se aminora las emisiones de gases que se producen en el efecto invernadero a nivel mundial”  
*(EnerData, 2019).*

En los datos investigados según el anuario de estadística mundial de energía, “la generación de electricidad derivada del carbón (36 % de la oferta energética mundial en 2019) disminuyó en un 3,5 %, pero este aumento se vio contrarrestado por un aumento en la generación derivada del

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

gas (+3,2 %) y de procedencia nuclear (+3,6 %), eólica (+12 %) y solar (+24 %)” (*EnerData, 2019*), este es el motivo por el que aumenta la temperatura de la tierra.

“Frente a el consumo de lo anteriormente mencionado no se debe olvidar lo perjudicial que es para los mares y otros, es por esta razón que se toma la decisión de realizar cubiertas verdes o sostenibles ya que estaría aportando una semilla para el mundo en cuanto a la mitigación de contaminación en el ambiente en donde a su vez resolvería la problemática de las altas temperaturas en la ciudad de Girardot – Cundinamarca ya que por mucho tiempo en conferencias de la ONU se ha tocado este tema con el fin de buscar soluciones precisas y efectivas para el beneficio del medio ambiente y que mejor idea que implementar esto en las viviendas con la finalidad de bajar gradientes de temperatura causadas por los rayos ultravioletas y de paso de efectuar un ahorro factible de energía, retención de aguas pluviales, reducción de los niveles de contaminación, creación de nuevos hábitat para la fauna y etc” (*EnerData, 2019*).

## **RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

Otro factor notable de contaminación son los residuos provenientes de remodelaciones, demoliciones o construcción nueva en obras civiles, por un lado a simple vista en nuestra vida cotidiana presenciamos construcciones, pudiendo así imaginarnos una cantidad de los RCD resultantes de estas, Por otro lado. “ poco más del 5 % a 10 % de este tipo de residuos son sometidos a procesos de reciclaje y reutilización, en un par de empresas que a la vez que expiden certificado de disposición legal de escombros” (*Gestión de RCD en Bogotá: perspectivas y limitantes, universidad javeriana, 2013, p.15*). Por lo tanto, es un material muy poco reutilizado trayendo consigo efectos colaterales, al ser un material en su casis 100% tratado como basura.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

El boletín técnico, estadísticas de concreto premezclado (EC), 2021, nos dice que tan solo para el mes de enero 385.9 millones de  $m^3$ . Intuyendo que todo material tiene un ciclo de vida, estos metros cúbicos utilizados en Colombia serán residuos en un tiempo quizás no muy lejano, serán resultados finales con poco aprovechamiento para alargar su vida de utilidad, cabe destacar una comparación del censo del 2005 con el del 2018, la población en la cabecera municipal aumenta, creciendo la demanda de  $m^3$  de materiales de hogar para estos habitantes nuevos.

Actualmente las personas viven en ciudades lo cual su proceso de urbanización ha sido muy rápido y el acelerado crecimiento contribuye a traer construcciones en donde se usa el hormigón que es el material de construcción más empleado en el mundo “con una producción anual de  $1.5 m^3$  por habitante del planeta suponiendo a su vez, 1.6 billones de toneladas de cemento, 10 de grava y arena y un billón de toneladas de agua” (Viafara, 2017). Allí se ve el crecimiento que posee el RCD en las distintas localidades del país.

“Cada tonelada de cemento, requiere 1.5 toneladas de roca caliza con estas estadísticas mundiales vemos la cantidad de RCD que se puede generar según los estudios que arrojaron en Colombia pues, por un lado, legalmente se enseña en la ciudad de Bogotá 8.326.626 Tons, en Medellín 1.827.040 Tons, Cali 432.000 Tons, Barranquilla 15.168 Tons sin contar las que se visualizan de manera ilegal en Bogotá 3.673.374 Tons, en Medellín 372.960 Tons, Cali 288.000 Tons, Barranquilla 2.832 Tons para obtener un total de residuos de construcción y demolición en Bogotá de 12.000.000 Tons, Medellín 2.200.000 Tons, Cali 720.000 Tons, Barranquilla 18.000 Tons” (Viafara, 2017). Finalmente, con estos datos

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

queremos llegar a la conclusión de la importancia de implementar nuevos usos para este tipo de material ya que en la ciudad de Girardot no hay una escombrera legalmente constituida y muchas veces el tema de la contaminación prevalece en esta zona.

En nuestro país hay legalmente en estas ciudades ocho sitios para aglomerar estos residuos e ilegales 733 asimismo en el municipio de Girardot se producen  $316.495 m^2$  un promedio anual durante el periodo del 2012-2014 anualmente se obtienen  $56.336 m^3$  de escombros en nuestra ciudad sin embargo, a pesar de ser esta una cifra significativa y que aproximadamente un 20% tenga potencial de valorización, la realidad es que muy poco se reutiliza o recicla, también se puede decir que en nuestro municipio la acumulación de este no está especificado ni determinan un lugar para estos escombros lo cual es otro problema por esa razón realizar las cubiertas verdes en esta ciudad es de gran ayuda ya que se le asignaría un nuevo trabajo para este material en la construcción .

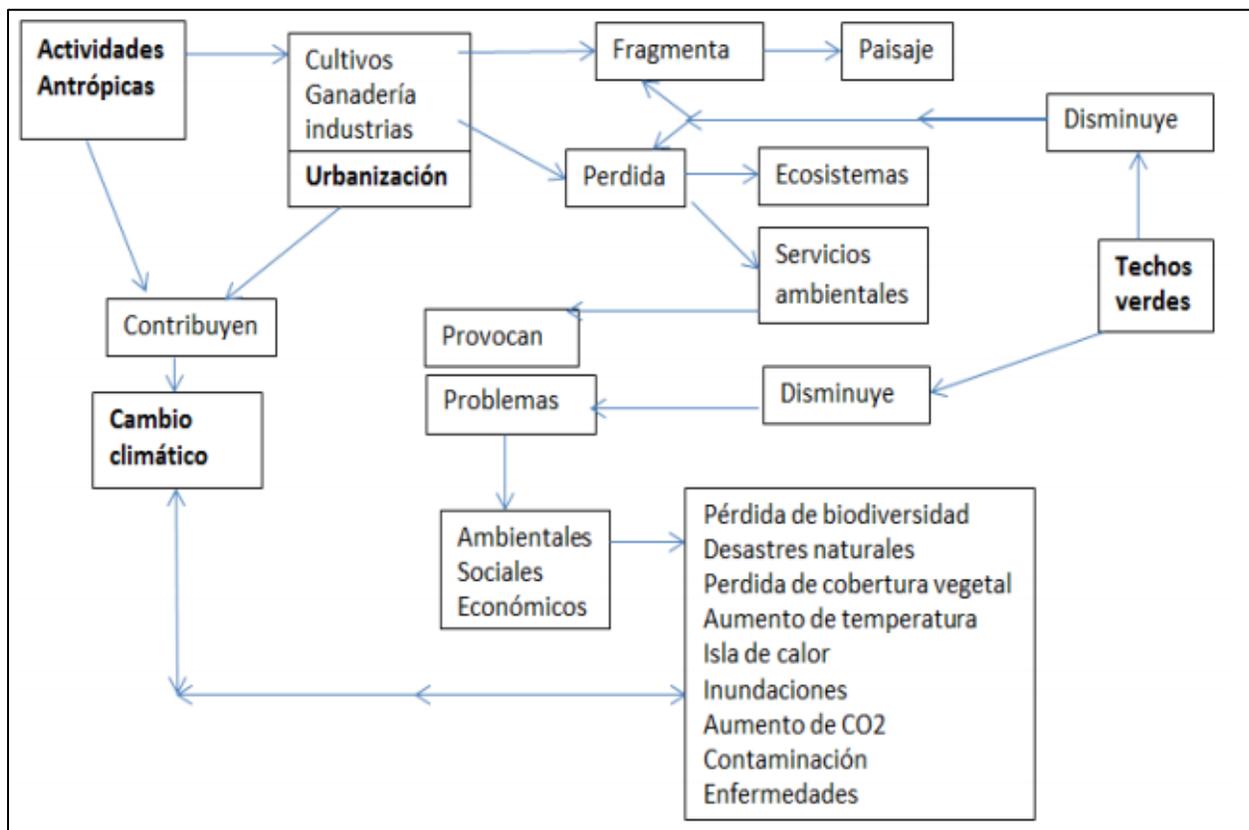
Por consiguiente, derivados del sector de la construcción generan alrededor de  $2500 m^3$  de RCD al día. De estos la mayoría tiene una inadecuada disposición final. En la actualidad existen cerca de  $2.000.000 m^3$  de RCD dispuestos en vertederos a cielo abierto (Escombrera Navarro) o zonas públicas como la Avenida Simón Bolívar y la Ciudad de Cali (POT Cali, 2014).

Finalmente, a nivel mundial, Colombia está situado en el tercer país que produce más Residuos de Construcción y Demolición. El RCD (residuos de construcción y demolición) en la cubierta verde, empleará un papel significativo, puesto que tendrá la función de reemplazar la capa de filtros y drenaje que comúnmente se utilizará en la cubierta verde extensiva (gravas y

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

caucho). Esta capa estará dispuesta en la parte superior de la estructura, actuando como filtro para la cubierta verde.



**Ilustración 1.** Diagrama conceptual del problema, Autor: Mateo de Rhodes Valbuena.

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

**Tabla 1.**

*Matriz del problema*

<i>Síntomas</i>	<i>Posibles Causas</i>	<i>Pronostico</i>	<i>Control</i>
Contaminación visual y de espacios en Gdot por “RCD”.	Residuos de construcción y demolición debido a la falta de un sitio legal en la localidad.	Darle utilidad a este tipo de material diseñando una cubierta verde extensiva que mejore la temperatura de Gdot.	Se realiza una encuesta para determinar que viable es hacer este tipo de cubierta para la población.
La carencia de vivienda propia en Gdot para estratos 1 y 2.	No se posee el presupuesto suficiente para adquirir una casa.	Mitigar la cantidad de personas sin hogar.	Se encuestan más de 100 usuarios de la ciudad, para tener en cuenta que tan necesario es la vivienda de interés social para Gdot.
Alto consumo energético debido al calentamiento y temperatura de la zona.	El gasto que producen los electrodomésticos como lo es el ventilador, aires acondicionados y etc..	Se quiere bajar los gradientes de temperatura para asimismo disponer de un menor consumo de aires.	Para este objetivo se estudiaron los datos arrojados por la encuesta, evidenciando que la mayoría de los individuos desean un cambio para mejorar la temperatura en su vivienda. Por un lado, también en la práctica se muestra que efectivamente la temperatura es propicia para aminorar el calor en la zona

Fuente: Elaboración propia

*Anggy Rodriguez Caicedo*  
*Danilo Nieto Torres*  
*Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

### **6. Justificación**

#### **6.1 Impacto Social**

En este trabajo de investigación sobre las cubiertas sostenibles extensivas hay mucha importancia social ya que se relaciona con el desarrollo sostenible de nuestro país pues coopera y contribuye a la mejora de nuestra fauna, mitiga las altas temperaturas en la ciudad la cual se hará el proyecto dándole más comodidad y frescura; esto genera un beneficio para la sociedad no solo en lo ya dicho sino también en el ahorro de energía y agua pues al realizar este sistema se reutilizara como tal, del mismo modo hay que mirar que el usar los residuos de construcción y demolición se darán menos transportes ilegales o legales en camiones o cualquier otro vehículo de este producto, mejorara la estética de nuestra ciudad dándole un entorno tranquilo y sin contaminación visual y del suelo ya que traerá como consecuencia reducción de costos.

Asimismo, la transformación y creación de esta cubierta en una edificación cumple con las necesidades que la comunidad observa y vive pues día a día se ha ido incrementando el calentamiento global de forma exponencial debido a un factor significativo como lo es la quema de carbón por otro lado la elaboración de agregar plástico ayuda a la atmosfera pues evita su contaminación ya que esta también posee CO2 mejorando las condiciones a nivel municipal, departamental y hasta nacional pues revolucionaria el tema de la construcción de viviendas de interés social sostenibles , Por ende realizarlo dará resultados placenteros para las constructoras que desean innovar con productos que no requieran alto costo y que causan resultados positivos para la sociedad.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

### **6.2 Impacto Humano**

En la actualidad la mayoría de las cosas se mueven en torno a tendencias y modas. Con una civilización cambiante que gira y admira las grandes construcciones surge la necesidad de crear propuestas constructivas amigables con el medio ambiente. Por tal motivo hay una nueva alternativa de construcción que es la implementación de cubiertas sostenibles utilizando residuos de construcción y demolición (RCD) que tiene un impacto positivo en las personas que se encargan del reciclaje y manejo de estos residuos en la ciudad de Girardot, ya que con el aprovechamiento de estos residuos se generaría un aumento en la oferta de empleo y con ello la mejora de los ingresos económicos de las personas y familias que se dedican a esta labor.

De esta forma se generaría un alza en la mano de obra donde se lleva a cabo la clasificación, limpieza, desinfección, carga y descargue de todos los (RCD), generando un aumento en los ingresos y condiciones dignas de vida.

### **6.3 Impacto Tecnológico**

En la actualidad muy poco se determinan proyectos de viviendas implementando el aprovechamiento de residuos de construcción y demolición la cual ocasione como efecto colateral la innovación mostrando una nueva opción de casa, la extensa visión del manejo de los materiales que se usaran en dicha cubierta minimizando el desperdicio durante su fabricación, reduciendo el gasto público y la probabilidad de que esta investigación sea reproducida en todo el mundo para el bienestar del ecosistema generando en las empresas de construcción un compromiso a la colaboración con el medio ambiente.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

### **6.4 Impacto Ambiental**

El impacto ambiental positivo de este proyecto es muy favorable y amigable con el medio ambiente ya que con la reutilización de los residuos de construcción y demolición se aumentaría la meta del ministerio de ambiente del 2% de aprovechamiento del peso total de los residuos generados en obras. Además de esto se quiere implementar un punto de recolección oficial que cumpla toda la normatividad legal vigente con el fin de darle un menor manejo y aprovechamiento y que las personas recolectoras y transportadores de (RCD) tengan una capacitación adecuada del manejo, recolección y transporte de estos residuos. La ciudad de Girardot no cuenta con un punto de recolección de (RCD), y por tal motivo se está generando un alto grado de contaminación en la ciudad y sus alrededores puesto que perjudicando los lotes vacíos convirtiéndolos como rellenos que al final de cuentas para construir será toda una odisea.

A su vez, como es bien sabido, el vertimiento de estos residuos a un ambiente no propicio, genera alteraciones en la estratigrafía, generando de esta forma cambios morfológicos propios del suelo impactando la vida de organismos y seres vivos que podrían habitar allí.

Finalmente, el uso de CUBIERTAS SOSTENIBLES EXTENSIVAS utilizando residuos de construcción y demolición (RCD), que a través de sus materiales y componentes logra reducir la huella ambiental de la construcción a lo largo de su vida útil, generando que la climatología de la edificación y de loza a grandes rasgos sea más fresca y no se produzca el efecto reflectante de los rayos solares, causando el efecto invernadero.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

### **6.5 Propósito de la investigación**

La intención de este proyecto es verificar si al suplantar las cubiertas tradicionales por las verdes extensivas brinda beneficios para la casa, como la disminución de temperatura, asimismo definir limitantes y realizar los ajustes solicitados para adecuar el diseño generado en otros sitios bajo condiciones locales.

### **Preguntas de Investigación**

#### Pregunta General

¿Qué efecto tiene un proyecto de viviendas, si se adhiere en este un techo verde extensivo en las casas, donde prevalece el calor como lo es la ciudad de Girardot- Cundinamarca?

#### Preguntas Específicas

¿Qué características o diseño debe tener una cubierta verde en viviendas de interés social para bajar el gradiente de temperatura en la ciudad de Girardot?

¿Cuál es el cambio de temperatura ambiente según las maquetas elaboradas y datos registrados en el interior de los prototipos realizados si se emplea una cubierta verde extensiva?

¿Qué temperatura se obtiene en la superficie con una cubierta sostenible?

¿El problema de la vivienda hoy en Colombia?

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

### **7. Estado del Arte**

#### **7.1 COMPREHENSIVE STUDY OF THE IMPACT OF GREEN ROOFS ON BUILDING ENERGY PERFORMANCE**

El artículo trata de un experimento que se realizó en el año 2011 en La Rochelle, en Francia, sobre una vivienda unifamiliar que consta de 96m<sup>2</sup>, en un clima templado oceánico.

Allí el techo es de sedums plantados y el suelo se compone de una mezcla de materiales orgánicos y volcánicos. La temperatura en invierno es de 19°C y en verano de 28°C. A partir de estos datos hemos visto que en verano varía muchísimo la temperatura de la cubierta, si la comparamos con una tradicional, por la presencia de la vegetación. En invierno la temperatura del suelo es más caliente que la temperatura del exterior, la variación es de unos 5'6°C, y es causada por el follaje de la planta que hace de aislante y limita la transferencia de calor entre la cubierta y el exterior. Lo curioso es que en un día soleado de invierno la temperatura del follaje es más alta que la del suelo, la variación es de unos 3'8°C; en cambio, en los días de verano la variación es de unos 13'2°C. Esto sucede porque durante el día, la radiación es absorbida por la vegetación y se ahorra en sistemas de calefacción y refrigeración por lo que se disminuye el consumo de este tipo de energía y beneficiamos al medio ambiente.

#### **7.2 VERTICAL SYSTEMS FOR BUILDINGS AS PASSIVE SYSTEMS FOR ENERGY SAVING**

En el siguiente artículo trata de la diferencia entre sistemas verticales realizados por el Grupo GREA de la Universidad de Lleida (UdL). Sabemos que hay diferentes mecanismos para construir cerramientos vegetales, como sistemas de ahorro pasivos, sombra, aislamiento,

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

enfriamiento vaporativo, barrera de viento, etc. Los resultados se han analizado en Golomés, Lleida, con un clima Mediterráneo continental seco. Se realizaron diferentes experimentos, como conocer el confort entre una ventana de una oficina con plantas o sin ellas donde podían ver que con una capa de hojas reducía el 37% del calor que se transmite al interior, y con cinco capas llegaban a reducir hasta un 86%, la conclusión es que la sombra dependía del follaje de la planta, el aislamiento por vegetación, en este caso se dejaba un espacio entre la pantalla verde y el edificio creando así una capa de aire interior que produce un efecto de aislamiento. la finalidad es crear un sistema que genere humedad en un clima seco, la variación del viento por obstrucción, ya que la barrera verde frena el paso del aire y de esta manera evita que las paredes se enfríen rápidamente este archivo fue publicado en el año 2011 (Cruz, 2017).

### **7.3 PASSIVE BUILDING ENERGY SAVINGS: A REVIEW OF BUILDING ENVELOPE COMPONENTS**

Se da un análisis en el año 2011 a la problemática del consume de energía en edificios situando soluciones activas que se dan en métodos de calefacción y alumbrado y la pasiva que controla las condiciones de confort en el interior. Paredes solares pasivas, utilizada en climas fríos, retiene y transmite la energía solar al ambiente interior está formado por un muro de 12 cm de hormigón, el muro Trombe, que consta de un panel de acero con soporte de poli estireno y acristalamiento en el exterior, el problema es el sobrecalentamiento del panel de acero, que se evita con escudos solares como células fotovoltaicas en la pared posterior de la cubierta de cristal que luego se utiliza para la calefacción.

Muro Transmural, que consiste de una pared transparente que proporciona calefacción y luz, se compone de agua encerrada entre dos hojas de vidrio paralelas, apoyadas en un marco de

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

metal, y en el centro hay una placa absorbente de vidrio semitransparente. Techos ventilados, formados por dos losas que delimitan un conducto de aire. Techos abovedados y cúpulas, habitual en Oriente Medio por las altas temperaturas. Tienen el problema de que son sensibles al viento y para mejorar la capacidad térmica se le adhiere aislamiento térmico techos reflectantes, son los que mantienen menor temperatura. Techos verdes, obtienen una capa de vegetación, necesita poco mantenimiento, reflejan la radiación solar y actúan como aislamiento térmico.

### **7.4 DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR CON IMPLEMENTACIÓN DE UNA CUBIERTA VERDE EXTENSIVA**

Esta tesis se presentó en el año 2012 por la universidad javeriana en la ciudad de Cali con el fin de bajar costos a mediano y largo plazo en la edificación de vivienda unifamiliar en esta se plantea una

cubierta verde extensivo la cual se desarrollaría con material de residuos de construcción, demolición y algunos residuos sólidos este proyecto se proponía a cumplir las normas de sismo resistencia con esta cubierta mostrando un diseño arquitectónico que se acople con las recomendaciones del IGRA para así determinar la diferencia que se obtenía de una cubierta convencional y una sostenible, esta arroja como resultado el aumento de la sección de vigas principales, secundarias y cuantías de acero debido al incremento de cargas con la vivienda que posee la cubierta verde. Su diferencia fue mínima y en cuanto al material de RCD se dio un uso satisfactorio ya que, si funciona como filtro y en el aspecto económico tuvo un incremento del 36% mayor que la vivienda convencional, pero dado que es un sistema constructivo bioclimático aportara en toda su vida útil beneficios económicos, energéticos y de confort.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

### **7.5 TECHOS VERDES: ¿UNA HERRAMIENTA VIABLE PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL EN EL SECTOR HOTELERO DEL RODADERO, SANTA MARTHA?**

Se presentó una investigación sobre cubiertas sostenibles en el año 2012 por medio de la universidad nacional de Colombia gracias a Mario García y Juan Vega con el fin de proyectar nuevas tecnologías en el sector hotelero el rodadero allí se emplean cubiertas de varios tipos como intensivos, semi-intensivos y extensivos para estudiar cuál es la mejor, su procedimiento según el tipo y cómo actúa.

Se sacó información secundaria sobre zonas con el clima similar al de Santa Marta luego se realizaron encuestas a los gerentes de 18 hoteles con el fin de saber qué opinión tenían frente a el tema, se concluye que para la gestión ambiental son efectivas ya que retienen agua lluvias, ahorro de energía, producción de oxígeno y filtración de partículas contaminantes en el aire pero se deben tener en cuenta varios factores como: económicos, naturales, normativos y psicológico para el desarrollo de esta, el alto costo y el largo tiempo de recuperación de la inversión los hacen poco atractivos para los constructores, dueños de edificios o residentes.

### **7.6 LCC AND LCCO2 ANALYSIS OF GREEN ROOFS IN ELEMENTARY SCHOOLS WITH ENERGY SAVING MEASURES**

Este artículo medio ambiental fue publicado el año de 2012; En Corea del Sur, entre los años 2008 y 2009, quisieron evaluar los efectos económicos y ambientales de dieciséis escenarios de mejora, llegando a la conclusión de que las cubiertas verdes son la única alternativa para obtener bosques urbanos. Partieron de la normativa japonesa, aplicada a partir de abril del año 2001 en Tokio, donde obligaron a todos los edificios de nueva construcción, renovaciones y ampliaciones

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

para superficies mayores de 1000m<sup>2</sup>, a introducir un sistema de techos verdes (GRSS). En Corea salió un Proyecto de Escuela Verde, que se sometería a un Nuevo Acuerdo Verde del país, combinando el crecimiento verde y la creación de empleo.

Se han realizado diferentes estudios sobre los sistemas de techos verdes, para reducir el efecto invernadero, evitar la isla de calor y reducir el CO<sub>2</sub> con la capacidad de absorción de las plantas, se basa en la aplicación de combinaciones de medidas de ahorro energético y el análisis de efecto de cubiertas verdes en diferentes climas se escoge una escuela de Seúl los sistemas de medida de ahorro energético que estudiaron son bombillos led, aislamiento con poliestireno y colocación con doble acristalamiento.

### **7.7 GREEN ROOFS AS URBAN ECOSYSTEMS: ECOLOGICAL STRUCTURES, FUNCTIONS, AND SERVICES**

Este documento fue expuesto en el año de 2012 y habla de lo que sigue a continuación; las cubiertas verdes pueden representar un 32% de la superficie horizontal de una ciudad, por lo que son importantes en el flujo de la energía y de las relaciones hídricas. Inicialmente, una cubierta verde es más cara de construir que una convencional, pero algunos de los beneficios que se obtienen, en comparación con otros sistemas, son: el consumo de energía, el aislamiento acústico, la resistencia al fuego, la longevidad de la membrana y la mejora de la calidad del aire. Las cubiertas intensivas, que son las que necesitan mantenimiento y tienen un gran espesor de tierra; y extensivas, que apenas necesitan mantenimiento y únicamente tienen una pequeña capa de sustrato.

Los grandes beneficios que tiene una cubierta vegetal se divide en tres categorías. La gestión de aguas pluviales, ya que almacenan el agua lo que retrasa la escorrentía y evita los emboscos en

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

los alcantarillados. No obstante, la velocidad de esta escorrentía es afectada por la profundidad del sustrato, la inclinación de la cubierta, el tipo de vegetación y los patrones de lluvia.

Finalmente vemos que el tener una vegetal aporta más beneficios que inconvenientes y aunque en un principio sea más costosa, que una convencional, a la larga es más rentable.

### **7.8 LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE APLICADA A LAS VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL EN COLOMBIA**

En este artículo los autores Juan David Bautista y Nelson Fabián Loaiza enfatizan en las viviendas sostenibles su publicación se dio en el año 2017, integrando distintas opciones para evitar el consumo de energía como con los bombillos LED, cubiertas sostenibles o fachadas verdes pues ellos ven que son 6.129 viviendas construidas de forma convencional y optan por dar luces a nuevas alternativas con técnicas que se puedan ejecutar en las viviendas de interés social, con este estudio se determina la relación costo-beneficio de una vivienda tradicional y la sostenible.

Esto por medio de un análisis de ciclo de vida de características de materiales, consumo de agua y energía, la implementación de sistemas sostenibles genera contundentes beneficios al bajar el promedio, en un 30% de ahorro en energía, 35% de carbono, entre 30 y 50 % de agua y entre 50% y 90% de otros desechos, esto sin contar la mejora en la salud y en la productividad de quienes lo habitan. Garantiza su vida útil por las normas técnicas de eco materiales en Colombia y a nivel internacional.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

### **7.9 LA CUBIERTA VERDE COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO ENERGETICO EN ALICANTE**

Es un trabajo de grado que se expuso en el año de 2017 por Alba Iñigo Cruz en la escuela del politécnica superior allí se estudia una propuesta viable para introducir una cubierta verde haciendo diversas comparaciones con todos los tipos de cubiertas sostenibles que existen para el mejoramiento energético, se realizaron practicas con cada una teniendo como características algunas sin capa de aislamiento y debido a los resultados vistos se presentó como conclusión que no es de utilidad hacer cubiertas semiintensivas sin dicha capa ya que según los espesores del techo y al no colocarla son susceptibles a generar puentes térmicos sobre la cubierta del edificio cuando llueva ya que el sustrato se empapa, como consecuencia el sustrato mojado aumenta o disminuye su temperatura y lo transmite a las capas inferiores; esto se pronuncia con más efectividad cuando hay lluvias torrenciales lo cual son fenómenos típicos de la zona estudiada, Por un lado también se muestra que es lo mismo trabajar con un espesor de 35 cm de sustrato o con 3 cm con un espesor de sustrato de 25cm y trae más beneficio puesto que se da menor peso, por otro lado las intensivas con grandes espesores de sustrato se consigue muy buena inercia térmica mejorando la eficiencia energética del edificio debido a que al poseer estas características atenúa las capas inferiores es por esa razón que se recomienda que se hagan mínimo de 60cm sin capa de aislante térmico. Asimismo, se propone una cubierta extensiva con un espesor de 25 cm que proporciona una transmitancia de  $0.28 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ , consiguiendo un valor  $0.05 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  menor que el establecido de  $0.33 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ , lo cual mejora considerablemente la inercia térmica y con ello el comportamiento energético que va a tener la cubierta. Finalmente, para la zona climática y la vegetación autóctona de la provincia de Alicante, con un clima cálido, las opciones más interesantes a adoptar, en cuanto obtener la mayor inercia térmica de la

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

cubierta, y con ello mejorar la eficiencia energética y disminuir el gasto energético para la climatización del edificio, es una cubierta semiintensivas de 35 cm sustrato, con la vegetación propuesta para cubiertas semiintensivas; y una cubierta extensiva de 25 cm de sustrato con las plantas propuestas para cubiertas extensivas (Cruz, 2017).

### **7.10 ¿TECHOS REFLECTIVOS O VERDES? INFLUENCIA SOBRE EL MICRO CLIMA EN CIUDADES Y ZONAS ARIDAS**

Esta revista académica pertenece a la universidad javeriana se publica en el año 2018 en Colombia; ella define los límites y las condiciones en las que las tecnologías de techos reflectivos (R) y verdes(V) presentan máximos beneficios como medida para rehabilitar y mitigar las temperaturas urbanas. Los autores Noelia Alchapar, Érica Norma y María para analizar los beneficios ambientales derivados de la implementación de tecnologías reflectivas y verdes aplicadas a las superficies de techos, se contrastó el comportamiento de la temperatura del aire y temperatura media radiante en tramas que incorporan techos (R) y (V) se evaluaron 32 escenarios cambiando su configuración morfológica y material con respecto a un caso base, solo 2 escenarios con techo reflectivo consiguen disminuir su valor de la temperatura media radiante hasta 0,4 K.

Se muestra que aumentar la reflectividad en techos es efectivo para reducir la temperatura de aire en todos los escenarios analizados, el mayor impacto se dio en las configuraciones que incrementan su reflectividad en los pavimentos por otro lado, con materiales (R) en techos y pavimentos disminuyen la temperatura de aire a escala peatonal hasta 1,6 K.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

### **7.11 MEDIDA EXPERIMENTAL DE LA CONTRIBUCIÓN DE LAS CUBIERTAS Y FACHADAS VERDES AL AHORRO ENERGETICO EN LA EDIFICACIÓN EN ESPAÑA**

El artículo trata de un sistema pasivo de ahorro de energía tanto en cubiertas como en fachadas vegetadas. Las cubiertas están más implantadas que las fachadas esa es nueva en el sector.

En Europa se está promoviendo el uso de energías renovables como la eólica, hidroeléctrica, la solar, la biomasa y la geotérmica, ya que son autóctonas y sostenibles. En España se tiende a la arquitectura bioclimática, dónde se adapta la energía al lugar y al uso.

El tipo de construcción se basa en la ecología (iluminación natural, ciclo del agua), materiales (uso de materiales naturales y reciclados), y energética (aprovechamiento del sol y ventilación). Un buen diseño y una buena gestión de la utilización de la vegetación aporta una regulación térmica, ya que actúa como aislante térmico, crea efecto sombra, da un enfriamiento vaporativo y reconduce del viento sobre el edificio. Hacen referencia y explican con detalle los experimentos sobre cubiertas vegetadas realizadas en Puigverd de Lleida, en Golomés y también enfatiza al experimento de la comparación de dos cubiertas idénticas, pero donde una está vegetada y la otra no.

### **7.12 ANALISIS CUALITATIVO SOBRE LOS FACTORES QUE MOTIVAN LA ADOPCIÓN DE TECHOS VERDES**

Esta investigación se presentó en el 2019 en Colombia; trata de la propuesta de un modelo de adopción de tecnología de techos verdes, a través de la exploración de factores que permitan identificar la intención de usar techos verdes en la propiedad horizontal del municipio de Sabaneta Antioquia. En donde toman tres fases para su artículo: a) consultas de bibliografía

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

propia de los Modelos de Aceptación Tecnológica y Techos Verdes, con la base de la literatura existente se facilita el entender, clasificar y compilar todos los archivos científicos importantes sobre el tema de estudio, permitiendo examinar los posibles factores y variables en la intención del uso de la tecnología de techos verdes. b) se entrevista a diez usuarios del sector, c) se realizan los análisis de resultados y por último mirar la validez que posee la investigación frente a este propósito por último, se concluye que si baja la temperatura, asimismo se evidencio que se deben modificar las políticas en pro de promover el cuidado de del medio ambiente para que las constructoras y la población pongan su grano de arena para con el ecosistema . (Andrea Maria Valencia Grajales, 2019)

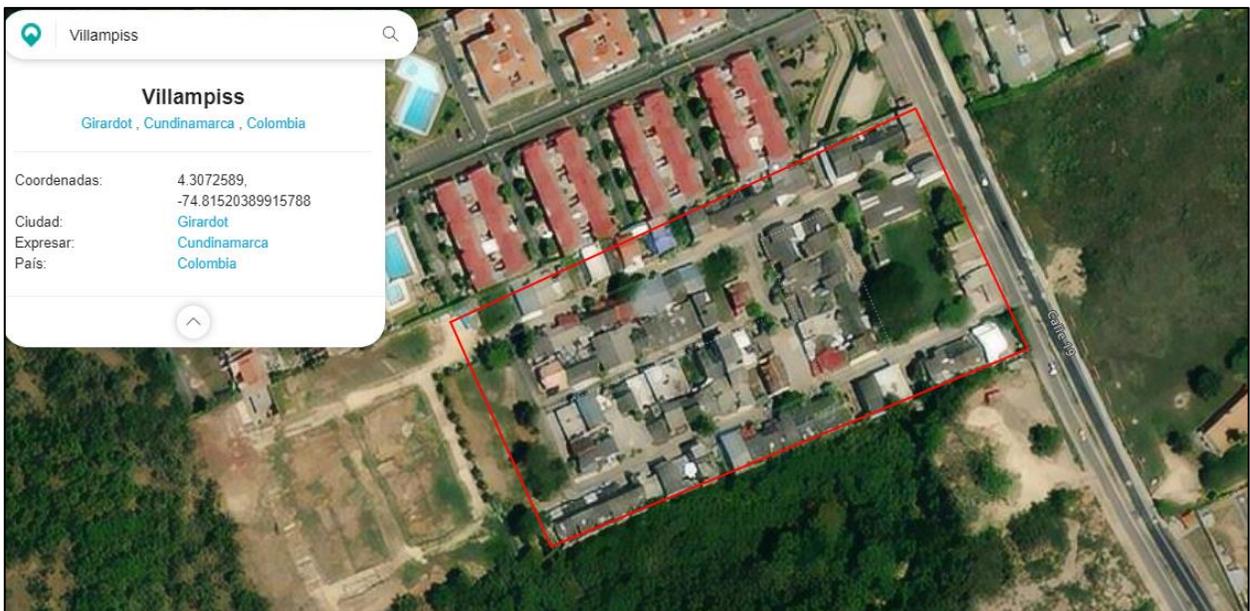
*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

# CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

## 8. Marco Referencial

### 8.1 Marco contextual

Esta investigación practica se plantea en la ciudad de Girardot – Cundinamarca con el fin de mejorar la calidad de vida de las personas que viven en este municipio; en donde no solo se quiere contribuir con el medio ambiente, sino que también esta vivienda sostenible sea rentable en el sector económico para las personas que no tienen propiedad, las elaboraciones de las maquetas se desarrollaron en el Barrio de Villampis (Ver Ilustración 2. Ubicación de la realización en campo) y Villa Cecilia, por un lado, la investigación se realiza por medio del semillero de investigación en la modalidad de monografía en donde nuestro tutor es el Ingeniero civil Julián Grimaldo; se enfatiza en la comparación de cubiertas convencionales y verdes extensivas con la delimitación del gradiente de temperatura para cada una.

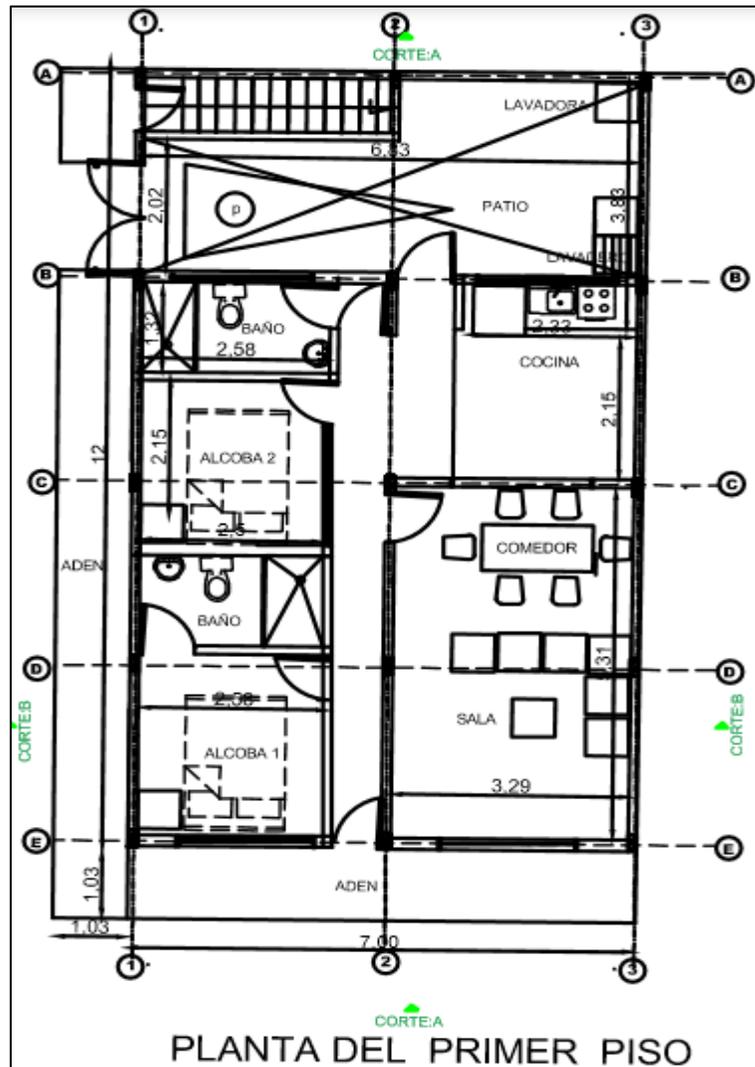


**Ilustración 2.** Ubicación de la realización de maqueta en campo. Fuente: Google Maps Satelital (2021).

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

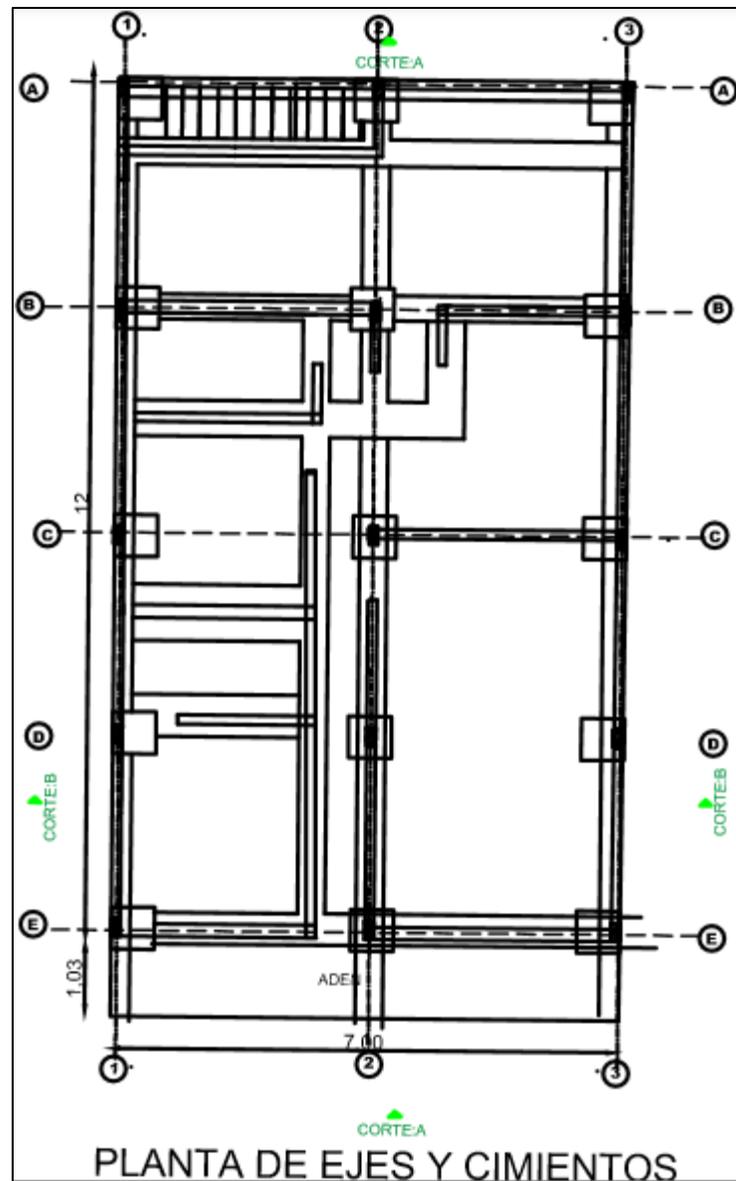
El objetivo del trabajo es proponer un modelo el cual mezcle la ley que rigen la vivienda de interés social aplicando el título E de la NSR-10 ya que se basa en una vivienda de un piso.



**Ilustración 3.** Diseño arquitectónico de casa VIS. Fuente: Elaboración propia.

Anggy Rodriguez Caicedo  
 Danilo Nieto Torres  
 Brayan Murcia Martínez

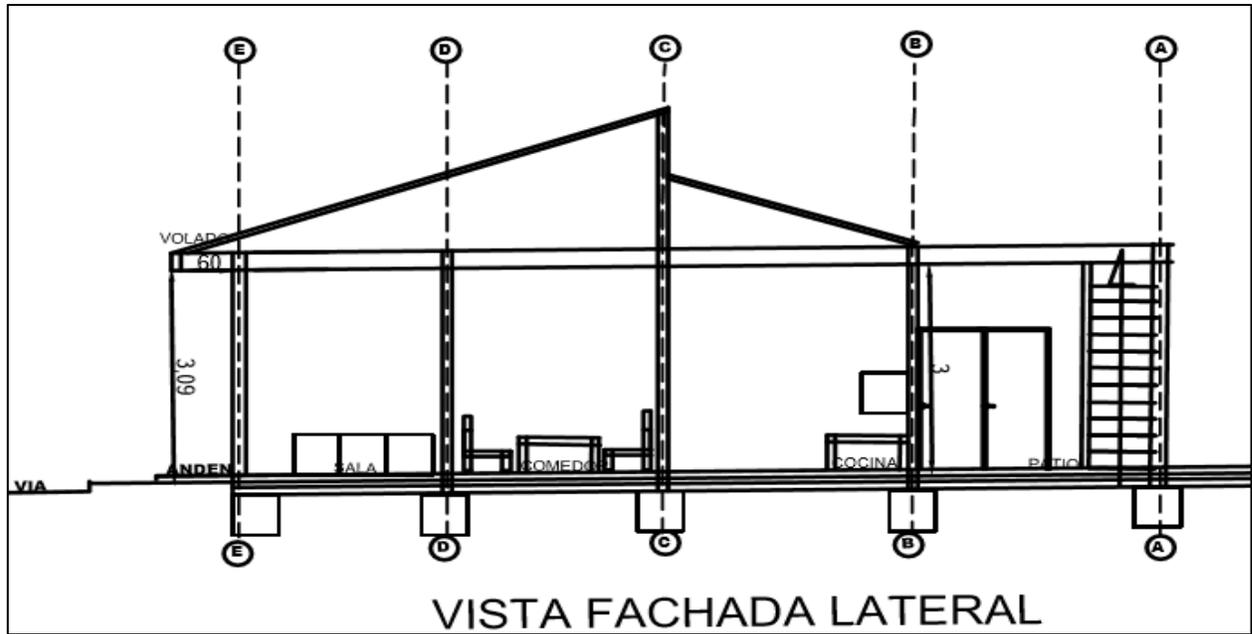
## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Ilustración 4.** Plantas de ejes y cimientos VIS. Fuente: Elaboración propia en AutoCAD.

Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Ilustración 5.** Fachada de vivienda de interés social con cubierta convencional.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

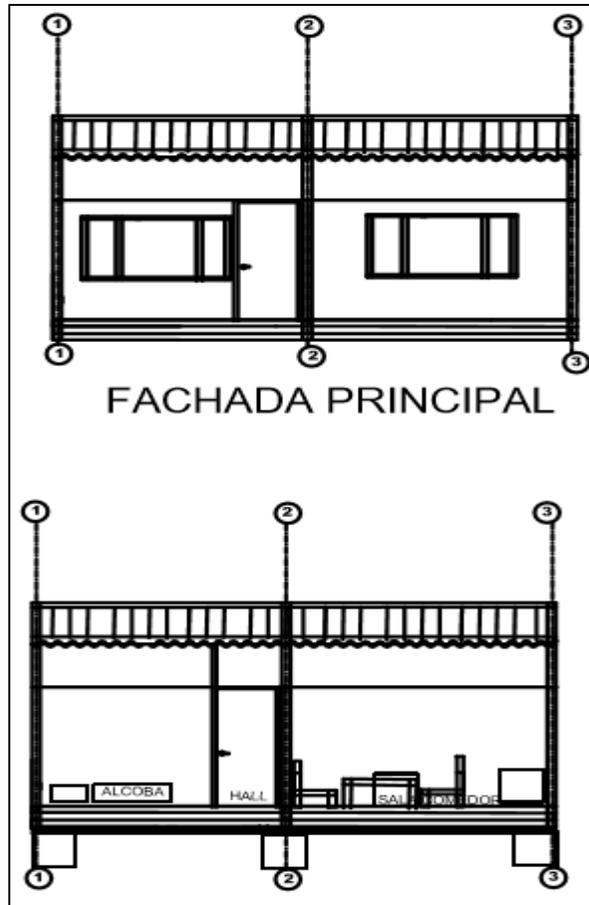


Ilustración 6. Fachadas.

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

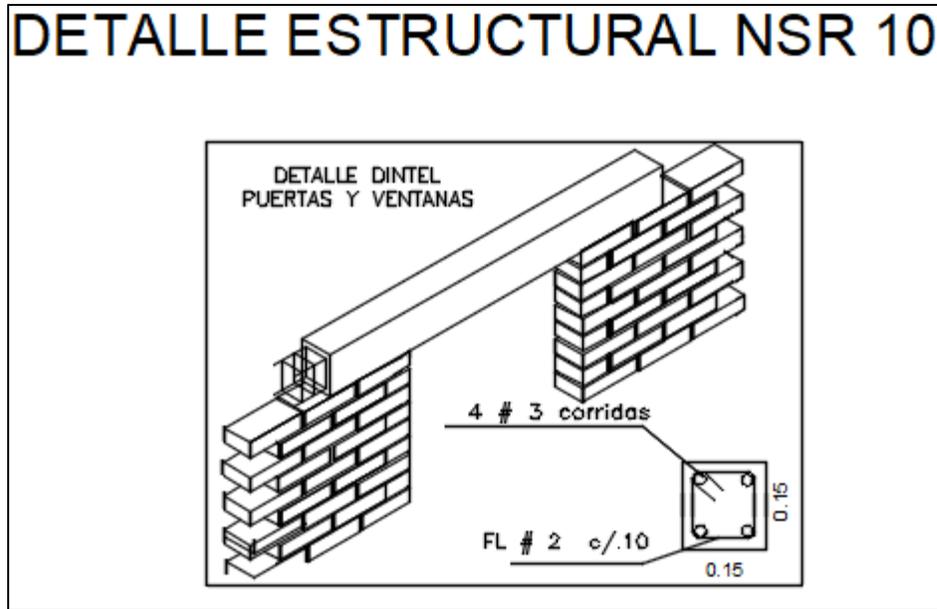


Ilustración 7. Se rige bajo el Título -E.

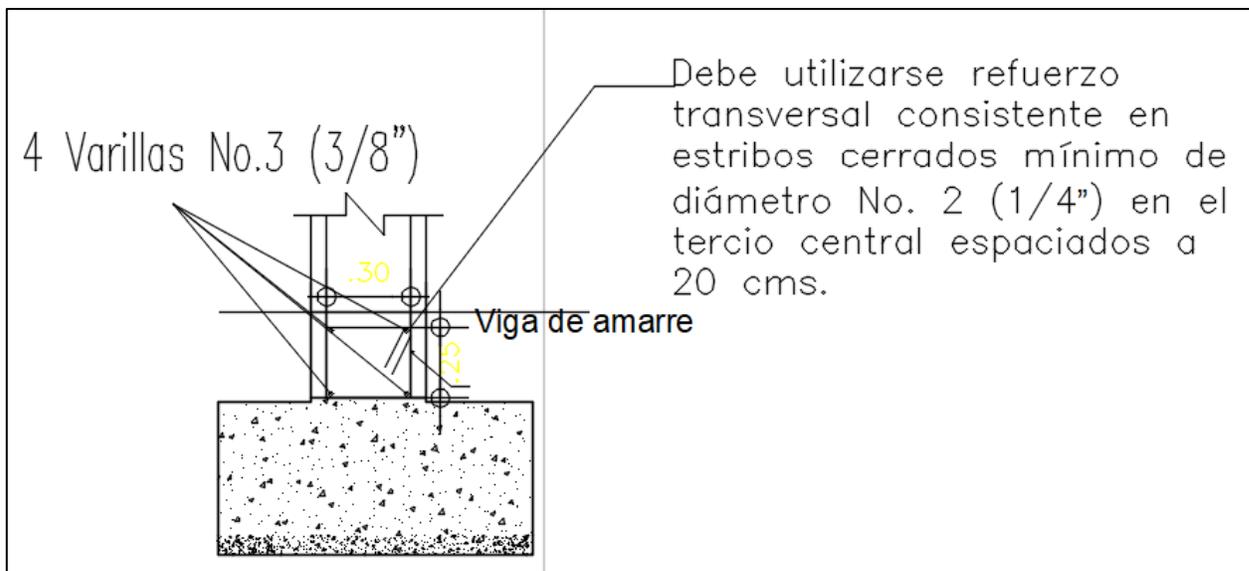


Ilustración 8. Detalle de viga de amarre.

Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

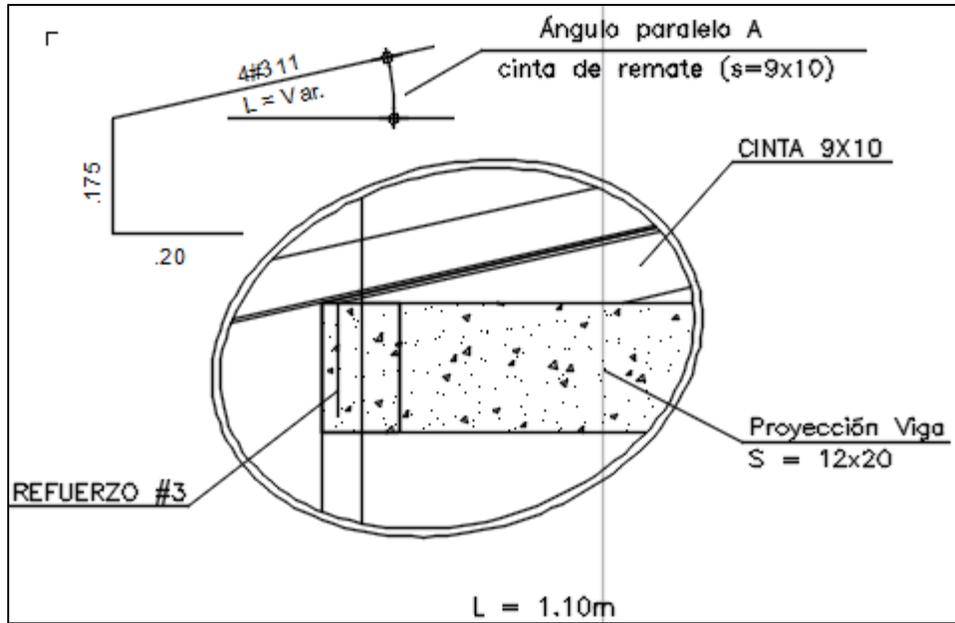


Ilustración 9. Detalle.

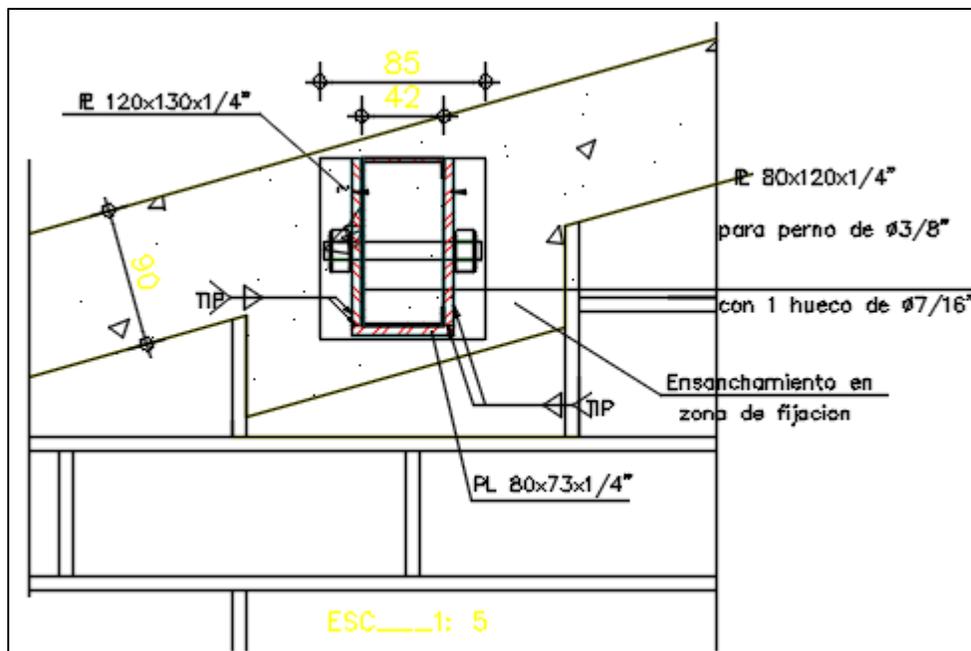


Ilustración 10. Detalle conexión tipo 2.

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

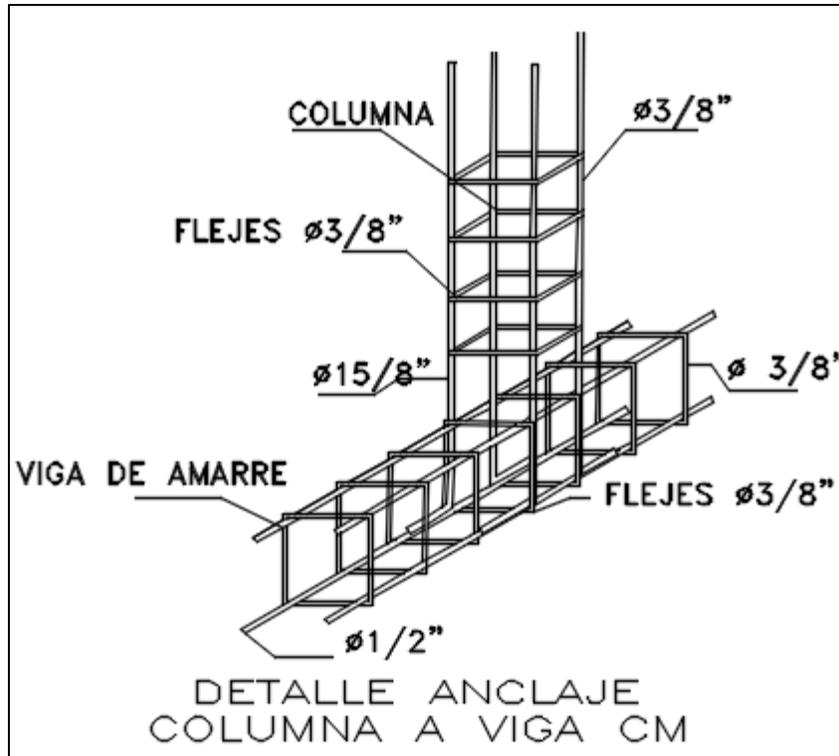


Ilustración 11. Detalle anclaje de columna.

COLUMNA TIPO C-1			
NIVEL	FLEJES	DESPIECE	SECCION
0.20	2No3c.06 11No3c.08		$A_s = 4N_3$ 
2.90	3No3c.16	2No4-300 2No4-300	
1.00	11No3c.08 13No3c.08	.30 .30	
N-1.00			

Ilustración 12. Detalle de columna. Fuente: Elaboración propia.

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

	LONGITUD DE MUROS PRIMER PISO NSR 10 TITULO E		
	AREA	EXIGIDO	RESULTADO
HORIZONTALES	62.12	6.16	8,01
VERTICALES	62.12	6.16	12.45
<b>DISTRIBUCION SIMETRICA DE MUROS PRIMER PISO NSR 10 TITULO E</b>			
MUROS CON SENTIDO HORIZONTAL			0,16
MUROS CON SENTIDO VERTICAL			0.03

**Ilustración 13.** Características de distribución y longitud.

Nuestra elección intentará ser la más acertada, esta va ser tomada a partir de métodos cuantitativos, nuestra primera fase en la investigación consistirá en buscar toda la literatura de posibles modelos aceptados en el territorio nacional, al mismo tiempo que se extraen procesos constructivos o posibles tecnologías aplicadas que no tengan un alto costo económico, para resumir de los escritos intelectuales; podemos hallar el modelo en infraestructura que se acople con las condiciones del municipio de Girardot.

Por consiguiente, analizaremos los datos numéricos recolectados en la parte literaria, los obtenidos por la encuesta de los prototipos, para hacernos entender de manera sencilla si la tecnología aplicada es aprobada comparándola con los objetivos de la investigación. Por último, la validez del trabajo se pondrá en disputa con las premisas planteada al comenzar la investigación, el impacto social en este proyecto es fundamental, se recalca muchas veces la

*Anggy Rodriguez Caicedo  
 Danilo Nieto Torres  
 Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

relación costo beneficio, una de las premisas es ayudar socialmente a el sector más desigual a la hora de hacer su vivienda se le ofrezca un producto diferente en su cubierta.

### **8.2 Marco teórico**

Las cubiertas verdes son un diseño único que ayuda con el mejoramiento de muchos factores en la zona donde se instala esta idea; surge de años atrás en pro de buscar - encontrar soluciones para el ahorro de energía, bajar los gradientes de temperatura y la lucha contra la contaminación ambiental. Por un lado, el recubrimiento verde se presenta con gran conmoción en los profesionales de la Arquitectura en el siglo XIV, cuando los países del norte – europeo utilizaron techos cubiertos con pasto, que en aquella época era útil para concentrar el calor en la vivienda, “el primero comienza desde los babilonios en el año 800 A.C, donde se aplicó esta técnica en los memorables jardines colgantes de Babilonia, pertenecientes a la Mesopotamia antigua y es una de las 7 maravillas del mundo antiguo. Como segundo momento se tiene la difusión en el siglo XX dentro del Movimiento Moderno de la Arquitectura con toit jardín (jardín de la azotea) de

Le Corbusier (además de planos, fachadas libres, entre otros)” (*Factores que incentivan la adopción de techos verdes en los nuevos proyectos de propiedad horizontal en sabaneta: Valencia, Grajales, Instituto tecnológico metropolitano, 2018, p.6*) pero con la evolución de nuevas tecnologías e arquetipo; este tipo de innovación comprende un amplio espacio en el progreso de métodos para economizar y reutilizar los recursos naturales y artificiales, como lo es la electricidad, reducción del CO<sub>2</sub> en el aire (se calcula que un metro cuadrado de cubierta verde puede absorber unos 5 Kg de CO<sub>2</sub> en un año).

“En los años 70s, derivado de la angustia mundial por el crecimiento demográfico, el incremento desmedido de la contaminación ambiental y los indicios del agotamiento de los recursos renovables y no renovables, la implementación de los techos verdes se popularizó en

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

diferentes países como Alemania, Francia y Suiza como una alternativa para mitigar los daños ocasionados al planeta por la propia actividad del hombre” (*Techos verdes: Una estrategia sustentable, Tecnología en marcha, 2020, p.70*).

En la consulta de documentos, artículos científicos sobre la variedad de beneficios que se presentan con los distintos tipos de cubiertas vegetales que se han ido implementando a nivel internacional y nacional; se visualiza el ahorro energético en las edificaciones que se emplean dichas cubiertas, si se analiza con la tradicional.

En estos antecedentes o estado del arte al leer y conocer más sobre el tema se pudo observar que en un estudio en Alicante – Colombia ejecutado por Alba Cruz en el año 2017, en una vivienda se diseñaron en campo todo tipo de clasificación de techo verde como: extensivas, semiintensivas, intensivas y semiextensivas en donde cada una posee su descripción ya que se manejan con espesores y material distinto; Mediante ese estudio se exponen los grados que puede llegar a bajar una vivienda o edificación si se usa cubierta extensiva o semiintensivas pues en dicho proyecto se hablaba del buen manejo que se le puede dar a estas dos opciones ya que su carga será menor por otro lado, tiene un menor costo y su vegetación capta la radiación solar evitando que las capas inferiores se calienten mucho. Por consiguiente, viendo estos factores y sumándole que se podría evitar el alto consumo de aire acondicionado o ventilador.

Por otro lado, Con respecto al Municipio de Girardot, lugar donde este trabajo de grado busca identificar los factores que incentivan la adopción de techos verdes en los nuevos proyectos de vivienda interés social de un piso, se muestra la Tabla 1, en la cual se tienen algunos datos importantes, los cuales son avalados por la Alcaldía de Girardot (2021).

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Ilustración 14.** Ubicación de Municipio de Girardot – Cundinamarca.

### **Tabla 0-A**

*Características del Municipio de Girardot*

<i>Características</i>	<i>Descripción</i>
------------------------	--------------------

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

---

<b>Fundación</b>	10 de febrero de 1844
<b>Creación como Municipio</b>	9 de octubre de 1852
<b>Comprendido por:</b>	5 comunas que poseen 89 barrios, vereda del norte y sur.

### Veredas

**Sur:** Acapulco, agua blanca, potrerrillo, San Lorenzo y juntas de vivienda comunitaria.

**Norte:** Barzalosa centro, barzalosa cementerio, Berlín, guabinal cerro, guabinal plan, los prados I sector, los prados II sector, Luis Carlos galán, Piamonte y presidente.

### Coordenadas Geográficas

Latitud: 4.3  
Longitud: -74.8  
Latitud: 4° 18' 0'' Norte  
Longitud: 74° 48' 0'' Oeste.

275 metros

### Altitud

**Densidad poblacional** 734,6 Hab./km<sup>2</sup>

**Superficie del municipio** 13000 hectáreas

**Habitantes** 95496

**Temperatura** 35°C – 40°C

---

Nota. Estos datos se sacan de la página del municipio de Girardot.

<sup>a</sup> Fuente: (Municipio de Girardot, 2021).

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

### **8.3 Marco conceptual**

#### **Dane**

Es la abreviatura la cual describe es el nombre del departamento administrativo nacional de estadística, este cumple las siguientes funciones de planeación, levantamiento, procesamiento, análisis y difusión de las estadísticas oficiales de Colombia.

#### **NSR-10**

Norma de sismo resistencia, nos ilustra los requisitos mínimos de diseño estructurales antes las fuerzas dinámicas.

#### **Mejoramiento de vivienda**

Es una de las ventajas que nos ofrece VIS consiste en mejorar el patrimonio de forma estética, sanitaria y en habitabilidad.

#### **Plan de vivienda**

Es un programa de ahorro para adquirir las ventajas sociales de los proyectos VIS.

#### **Construcción en sitio propio**

Es una modalidad donde el beneficiario del subsidio adquiere una casa nueva, pero es edificada en lote propio.

#### **Vivienda de interés social “VIS”**

Según el artículo 91 de la ley 388 de 1997 se entiende por viviendas de interés social aquellas que se desarrollen para garantizar el derecho a la vivienda de los hogares de menores ingresos. Esta reúne los elementos que aseguran su habitabilidad, estándares de calidad de diseño urbanístico, arquitectónico de construcción cuyo valor máximo representa ciento treinta y cinco salarios mínimos legales mensuales vigentes (135 SMLVM).

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

### **Cubiertas verdes**

Las cubiertas verdes son básicamente estructuras con plantas en su capa superior, y generalmente se construyen con el fin de producir un ahorro de energía, sin embargo, sus beneficios son muchos más. Este sistema de cubiertas ha ido implementado en muchos países, pero su óptimo funcionamiento depende del clima, y su método de construcción (Naranjo, A. 2016). Una de sus funciones más importantes es prevenir el paso del calor al interior de la edificación producido por los rayos solares.

Las cubiertas verdes se dividen en tres grupos según el tipo de vegetación y estructura:

### **Cubiertas verdes intensivas**

Se consideran como jardines convencionales; son accesibles y tienen sustratos espesos que alojan una variedad de plantas, desde comestibles y arbustos, hasta árboles (Agencia de Protección Ambiental del gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2009). Los techos intensivos requieren que la capa de sustrato sea mayor de 15 cm, lo que aumenta el peso del sistema. Además, el costo de instalación y el mantenimiento son elevados ya que se requiere riego, fertilización y mantenimiento constante.

### **Cubiertas verdes semi-intensivas**

Estos sistemas son considerados intermedios, debido a que el espesor del sustrato oscila entre los 12 y 25 cm, lo que disminuye la selección de especies vegetales en comparación con el sistema intensivo. Requieren mantenimiento regular.

### **Cubiertas verdes extensivas**

Estos sistemas son de bajo mantenimiento y generalmente se instalan en lugares inaccesibles. A menudo se plantan en ellas especies con poco requerimiento de humedad, con solo 5 a 15 cm de sustrato y suelen subsistir con agua de lluvia. La vegetación es de bajo

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

aporte, usando generalmente especies endémicas o adaptadas a las condiciones ambientales.

Por ello su mantenimiento es mínimo (Naranjo, A. 2016).

Adicionalmente, las cubiertas verdes también pueden clasificarse según su pendiente en

(Getter et al., 2007):

### Tabla 0-B

#### *Clasificación de cubiertas verdes*

<i>Tipo</i>	<i>Pendiente</i>
Horizontal	Menor o igual que 5%
De poca inclinación	Entre 5 y 36%
De fuerte inclinación	Entre 36 y 84%
Empinadas	Mayor o igual que 84%

A continuación, en la Ilustración 4, serán presentadas las diferentes capas que componen una cubierta verde, se hará una breve descripción de cada capa y datos relevantes referenciados, para su conformación, además de su importancia en el sistema. En seguida se muestra la figura 1 en la cual se puede observar cómo va construida la cubierta verde capa por capa y así tener una mejor idea de su diseño.

*Anggy Rodriguez Caicedo*  
*Danilo Nieto Torres*  
*Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Ilustración 15.** Tipo de diseño de cubierta verde extensiva.

**Tabla 0-C**

*Comparación tipos de techos verdes*

<i>Características</i>	<i>Intensivos</i>	<i>Semi-intensivos</i>	<i>Extensivos</i>
Vegetación	Huertas, variedad de plantas y hasta árboles.	Especies vegetales selectivas.	Plantas con poco, requerimiento de humedad.
Espesor del sustrato	Mayor de 30 cm	12 y 30 cm	5 y 15 cm
Peso	Superior a 250 Kg/m <sup>2</sup>	120 y 250 Kg/m <sup>2</sup>	60 y 140 Kg/m <sup>2</sup>
Costo	Alto – Mantenimiento regular	Medio	Bajo – Mantenimiento mínimo

Nota. Fuente: (Andrea Maria Valencia Grajales, 2019)

*Anggy Rodriguez Caicedo  
 Danilo Nieto Torres  
 Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

### **Capa de barrera de raíz (membrana hidrófuga)**

Es la primera capa que se debe colocar en la estructura de cubiertas verdes, ya que su función es evitar que las raíces penetren el concreto y generen un daño a la estructura. Existen 2 tipos de capa de barrera de raíz: física y química, la física consiste en una capa delgada de polietileno de baja densidad que usualmente tiene 0.05 cm de espesor y la química son toxinas basadas en iones cobre que inhiben el movimiento de las raíces para evitar que estas penetren la cubierta (Bianchini & Hewage, 2012).

### **Capa de drenaje**

Esta capa fundamenta una de las divisiones más importantes de una cubierta verde, debido a su capacidad de almacenamiento y control de las precipitaciones de agua, en proporciones según el material con el que se construye, para el crecimiento y desarrollo de la capa vegetal superior. También la retención de aguas lluvias atribuida a la capa disminuye y retrasa la escorrentía natural del agua a través de la red de alcantarillados de la ciudad.

### **Capa de filtro (geo textil)**

El propósito de esta capa es prevenir que las partículas de material fino de las capas superiores pasen con el agua, con el fin de evitar que bloqueen la capa de drenaje y también ayuda a mantener el crecimiento de la vegetación. Esta capa siempre va adherida a la capa de drenaje para facilitar su instalación y por lo tanto no se tiene información de su espesor o peso (Bianchini & Hewage, 2012).

### **Capa de cultivo media (sustrato)**

Esta capa contribuye al rendimiento térmico y a la retención de agua, además supe de nutrientes y el agua que las plantas necesitan para realizar sus funciones biológicas.

Adicionalmente, provee el espacio necesario para el crecimiento de las raíces de las plantas.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

Está compuesta por tierra regular, puede tener arcilla y partículas orgánicas y su espesor depende del tipo de planta utilizada. El material orgánico es esencial para las plantas, ya que estas necesitan nutrientes para poder alimentarse y de esta manera contribuir a su crecimiento, esta es la razón por la cual esta capa se forma por más del 45% de material orgánico y el resto será material inorgánico, en este caso arena, con el fin de que la capa quede equilibrada. (Bianchini & Hewage, 2012)

### **Capa vegetal**

Esta capa es la capa estética de la cubierta verde y posiblemente es la capa por la cual se puede identificar que se trata de una cubierta verde. Además, las plantas juegan un rol importante en la regulación de la escorrentía de las aguas lluvias ya que estas realizan un proceso de retención y evapotranspiración (Bianchini & Hewage, 2012).

### **Residuo de construcción y demoliciones (RCD)**

Dada la tasa desmesurada de desechos en obras de remodelación o construcción de edificaciones, surgen grandes cantidades de materiales llamados “Desechos de construcción” los cuáles, debido a la falta de planificación para una adecuada gestión final de los mismos, se han ido depositando en rellenos, ciudad y área metropolitana, en muchas ocasiones, de forma incontrolada e imprudente. Al realizar estos depósitos de RCD, no sólo se está perdiendo o desaprovechando energía y material potencialmente reutilizable, reciclable o valorizable, sino que, además, se afecta de manera muy negativa al entorno medio ambiental. Entre todos estos residuos se pretende dar uso a una porción importante. Este material se produce como consecuencia de demoliciones de vigas, columnas, cimentación o muros de contención principalmente.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

La Separación de estos restos generados en demoliciones y obras de reforma no son los mismos en todos los casos, pero, en general, contienen más del 70% de materiales inertes, de origen mineral, que pueden reciclarse como áridos y gravas para distintos usos como rellenos, material para bases, subbases (Gómez,2011) y en algunos casos para diseño de mezclas asfálticas. Lo ideal, en las grandes y medianas obras, es efectuar una separación y selección previa de los materiales de desecho, apartando, para un posterior tratamiento en plantas de valoración y/o recuperación, los restos más inocuos (papel y cartón, madera, hierro, aluminio y otros metales, cristal, etc.) y los tóxicos y peligrosos (barnices, material aislante, pinturas, minerales pesados, disolventes), que, aunque son una parte mínima hay que segregar y tratar con sumo cuidado en instalaciones adecuadas (Romero, 2007).

En las plantas de tratamiento de RCD más avanzadas, existen, dos líneas de entrada, según los restos, ya que llegan mezclados en algunos casos. En todo caso, una vez efectuada la separación, los restos minerales (hormigón, gravas, azulejos, pavimentos, ladrillo) pasan por un proceso de tamizado, para eliminar tierra, arenas y arcillas, y una posterior trituración o machaqueo para disminuir sobre tamaños. El producto resultante es conducido por una cinta, sobre la que actúa un electroimán que retira los materiales metálicos que aún acompañan a los restos minerales. Una molienda posterior más minuciosa y un tamizado selectivo, clasifica el material según las especificaciones del cliente y con esto se pone fin al proceso mecánico (Romero,2007).

### **Composición de los residuos de construcción y demolición**

Gran parte de los residuos que se generan por la demolición de estructuras se encuentra contaminado o mezclado, esto se da, por el indebido manejo de los resultantes de obra e

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

impertinente separación de los materiales, por el personal de obra y no haber desarrollado un plan de manejo ambiental que instruya al personal de construcción. Entre las alternativas de tratamiento y control de los residuos que se generan en las obras de construcción, la opción más deseable es la reutilización de los productos obtenidos en nuevas construcciones. La ventaja de esta opción es impedir que los residuos se mezclen en el depósito o llenos al ser acarreados por los carros de transportadores sin calificación alguna de los residuos (Romero, 2007).

### **8.4 Marco Legal**

El cuidado medio ambiental en Colombia respecto a los residuos de construcción o demolición en el territorio nacional, esta rígida por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible no en su totalidad, pero establece la mayoría de las pautas a seguir, en cuanto a manejo, utilización, reutilización si se manejan residuos de construcción, ya sea de carácter regional o local. Partiendo de la premisa que el ambiente es un derecho esencial que se nos debe brindar como seres vivientes. “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en decisiones que puedan afectar” (Constitución política de Colombia, 1991, artículo 79). Para terminar nuestra importancia de nuestra investigación crece al adoptar ideas que fomenten la sostenibilidad ambiental, asimismo nuestro ejercer se justifica tiene provechos colectivos para la sociedad.

La confiabilidad del proyecto también se soporta en estudios legales aceptados, tratados aceptado en otros municipios, un claro ejemplo de estos es la gestión que se hace en el valle de Aburrá, la gestión de sus actividades se basa de manera regional. “Las principales ciudades del país como Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena y Santa Marta han reglamentado el

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

manejo de RCD mediante la expedición de legislación específica y diversas guías metodológicas que han permitido un avance importante en el adecuado manejo de estos residuos” (Convenio de confinación CD 1114 AMVA, acodal seccional noroccidente, 2017, p.10). Siendo así posible crear un plan de mejoramiento para la reutilización de escombros basados no solo por principios de la constitución, sino también basados por decretos ambientales y tratados aprobados en otras ciudades.

Los planes que se tienen con el manejo del RCD toman como base lo establecido en la resolución 0472 de 2017, un claro ejemplo de esto lo podemos evidenciar en el decreto 357 de 1997, por el cual se regula el manejo, transporte y disposición final de escombros y materiales de construcción expedido por el alcalde mayor de Santafé de Bogotá D.C... Esta última combina de forma armoniosa la resolución y lo jurídico establecido por el gobierno nacional cuando expidió la ley 388 de 1997, conocida como la “Ley de Desarrollo Territorial”, para diferenciarla de la “Ley de Ordenamiento Territorial” (Ley 1454 de 2011).

Como sabemos la palabra residuo es la porción que queda de un proceso en la construcción, los profesionales en la materia utilizan en sus construcciones distintos materiales, el resultado final quedan escombros provenientes de diferentes componentes, por tal motivo es necesario clasificarlos ya que al ser el sobrante de un proceso es difícil su clasificación en un solo grupo.

### Capítulo I, Artículo 2.

1. Residuos de construcción y demolición -RCD- Susceptibles de aprovechamiento
  - 1.1 Productos de excavación y sobrantes de adecuación de terreno: coberturas vegetales, tierras, limos y materiales pétreos productos de la excavación de otros
  - 1.2 Productos de cimentaciones y pilotajes arcillas, bentonitas y de mas

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

- 1.3 Pétreos: hormigón, arenas, gravas, gravillas, cantos, pétreos asfálticos, trozos de ladrillos y bosque, cerámicas.
- 1.4 No pétreos: vidrio, metales como acero, hierro, cobre, aluminio, con o sin recubrimiento de zinc o estaño.
2. Residuos de construcción y demolición -RCD- no susceptibles de aprovechamiento.

Para terminar los residuos reutilizables son los nombrados en el 1.3 nombrado en el artículo, número 2 de la resolución 0472 de 2002, por parte del ministerio de ambiente y desarrollo en el territorio de Colombia. Este material de construcción es de alta contaminación en nuestro país y en lo que respecta a la ciudad de Girardot – Cundinamarca no hay escombrera establecido para estos por ende su contaminación visual, de aire y agua resaltara significativamente puesto que actualmente se están implementando varios proyectos de vivienda o remodelaciones en esta ciudad es por este motivo que se emplea en gran parte este proyecto generando distintas soluciones tanto sociales como ambientales.

### **8.5 Marco Metodológico**

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

### Tabla 0-D

*Materiales de trabajo de campo con los dos prototipos a escala*

<i>Materiales</i>	<i>Imagen</i>
Cemento	
Residuos de construcción y demolición	
Termómetro temperatura ambiental	

**Ilustración 16.** Cemento Argos.

**Ilustración 17.** RCD triturado.

**Ilustración 18.** Termómetro ambiental.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

---

Manto asfáltico



**Ilustración 19.** Manto asfáltico.

Teja



**Ilustración 20.** Teja eternit.

Cartón paja



**Ilustración 21.** Cartón paja.

Madera



**Ilustración 22.** Madera.

Geotextil

---

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

---



**Ilustración 23.** Geotextil.

Puntillas



Martillo

**Ilustración 24.** Puntillas.

Nivel de mano



**Ilustración 25.** Martillo.

Flexómetro



Tijeras



## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

---

Alambre



Bisturí



Semillas de pasto



Sustrato

**Ilustración 26.** Siembra de pasto.

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**



**Ilustración 27.** Abono o sustrato.

---

Fuente: Propia; (Anggy Rodriguez).

### **8.5.1 Metodología de investigación**

#### **Fase I. Literatura**

La búsqueda de antecedentes similares o que posean un aporte interesante para las cubiertas verdes en distintos municipios ya sea a nivel nacional o internacional parte de un análisis inicial de la literatura en el momento de la revisión de estudios en artículos científicos - técnicos y académicos el cual se realiza teniendo en cuenta indicadores como: cantidad, calidad y estructura, con valoración de consistencia e interés por parte de los consumidores.

#### **Fase II. Recolección de datos**

La estrategia que se utilizó para la recolección de información que se empleó en las entrevistas, se basa en la aplicación a individuos que vivieran en la ciudad de Girardot – Cundinamarca como mínimo hace seis meses en este municipio esta encuesta se hizo de forma virtual puesto que estamos pasando por el proceso del contagio de covid-19 y no se quiere perjudicar a ningún individuo, esto con el fin de tener datos reales de los interesados en un cambio ambiental y climático en la localidad. Por un lado, para obtener otras investigaciones sobre el tema primero nos tomamos el trabajo de asegurarnos que tan confiable era la página

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

encontrada para garantizar que los resultados y análisis de otras tesis fueran creíbles y sinceras al mostrar el soporte del registro.



**Ilustración 28.** Recolección de datos. Fuente: Elaboración propia.

Se indago por medio de la tecnología digital debido a la situación actual que se presenta; allí en esta encuesta se visualizan integrantes que pertenecen a la Cooperación universitaria Minuto de Dios y personas que viven en la zona ya hace mucho tiempo y conoce muy bien la situación climática de la ciudad en cuanto a la radiación solar se refiere en este cuestionamiento se evidencian 157 usuarios que participan y dan su opinión frente al tema.

### **Fase III. Análisis de resultados**

El análisis de datos se logrará como método de clasificación de acuerdo a la información proporcionada, como también es necesario examinar las variables externas que incurren directamente en el proceso, tales como; utilidad y facilidad de uso percibida para predecir la adopción de una tecnología (Davis y Venkatesh, 1996), para el caso de este trabajo dicha tecnología son los techos verdes. Luego de la recolección de información, se interpreta y se conduce a las respuestas para establecer explicaciones, significados y tendencias (Aktouf, 2001). Este análisis se hace con el fin de comprender de manera puntual el mensaje del proyecto de acuerdo a las diferentes condiciones.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

### Fase IV. Viabilidad del trabajo

El cuestionario desarrollado debe estar en conformidad con cada pregunta para que se pueda medir, donde se debe tener un indicador preciso que conducen a alcanzar los objetivos establecidos para el diseño de vivienda interés social con cubierta verde extensiva. En las tablas se muestran las preguntas de validez del trabajo de grado:

### *DISEÑO COMPROBATORIO*

#### **Tabla 0-E**

*Formulario desarrollado por medios tecnológicos*

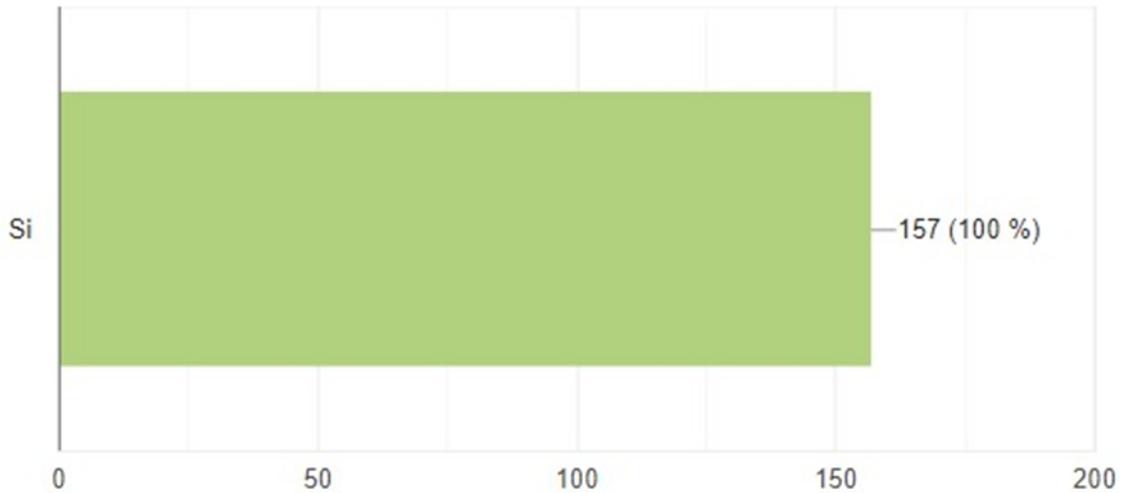
### PREGUNTA UNO

Términos y condiciones a los que se debe comprometer y cumplir al recolectar información de datos personales a través del uso de formularios autorizados por Uniminuto.

<b>Total</b>	<b>157</b>	Entrevistas
<b>Si</b>	<b>157</b>	100%
<b>No</b>	<b>0</b>	0%
<b>Nota.</b>	La totalidad de los encuestados aceptan cualquier uso que requiera realizar la Corporación universitaria Minuto de Dios.	

*Anggy Rodriguez Caicedo*  
*Danilo Nieto Torres*  
*Brayan Murcia Martínez*

**CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**



**Tabla 0-F**

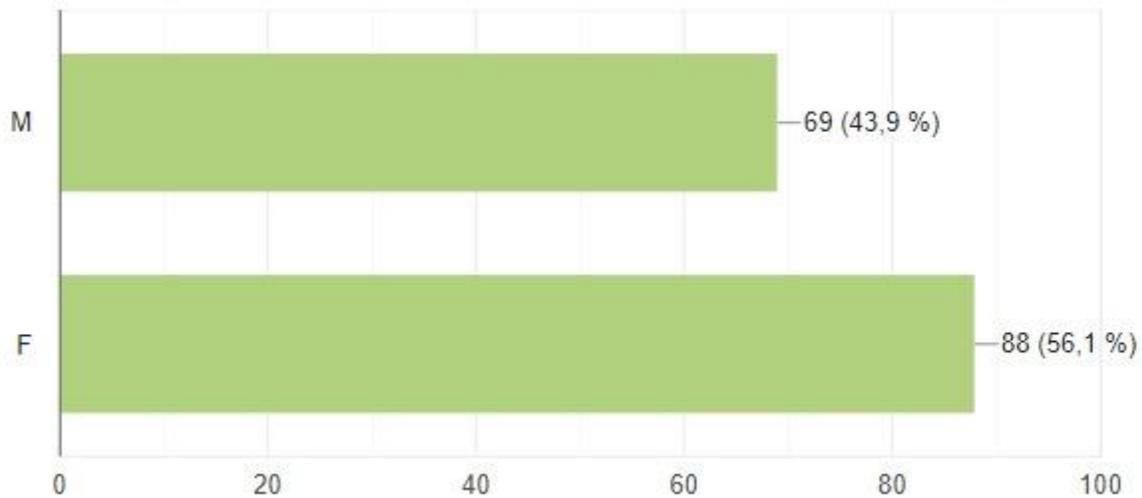
*Formulario desarrollado por medios tecnológicos*

**PREGUNTA DOS**

Sexo		
<b>Total</b>	<b>157</b>	Entrevistas
<b>M</b>	<b>69</b>	43,9%
<b>F</b>	<b>88</b>	56,1%
<b>Nota.</b>	En esta pregunta se ve que hay mayor participación por parte del género femenino.	

*Anggy Rodriguez Caicedo  
 Danilo Nieto Torres  
 Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Tabla 0-G**

*Formulario desarrollado por medios tecnológicos*

### PREGUNTA TRES

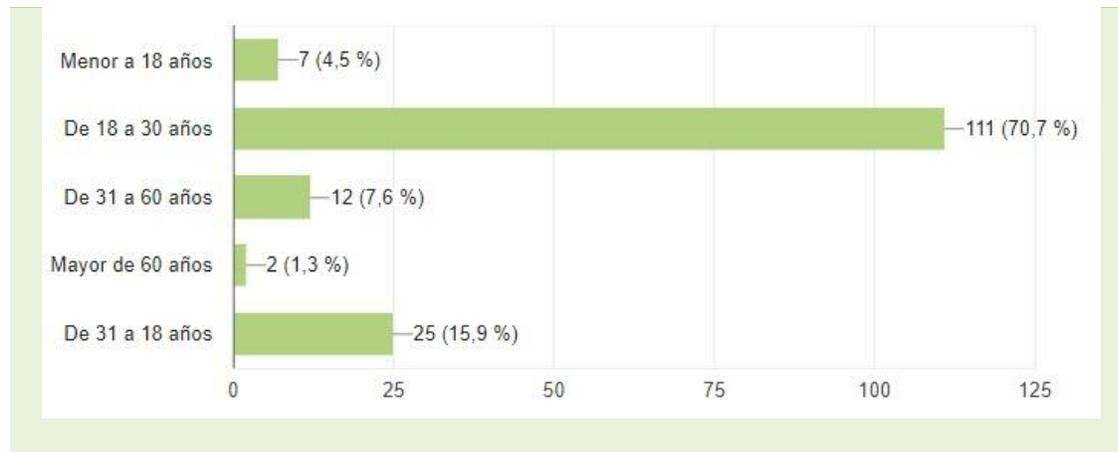
¿Cuál es su edad?

Total	157	Entrevistas
Menor a 18 años	7	4,5%
De 18 a 30 años	111	70,7%
De 31 a 60 años	12	7,6%
De 31 a 18 años	25	15,9%

**Nota.** En esta pregunta se realiza con la finalidad de reconocer hace parte de la clasificación para determinar que tipo de población es la que participa en estos proyectos de cambios ambientales y climáticos para viviendas.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
 Danilo Nieto Torres  
 Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Tabla 0-H**

*Formulario desarrollado por medios tecnológicos*

### PREGUNTA CUATRO

Es usted:

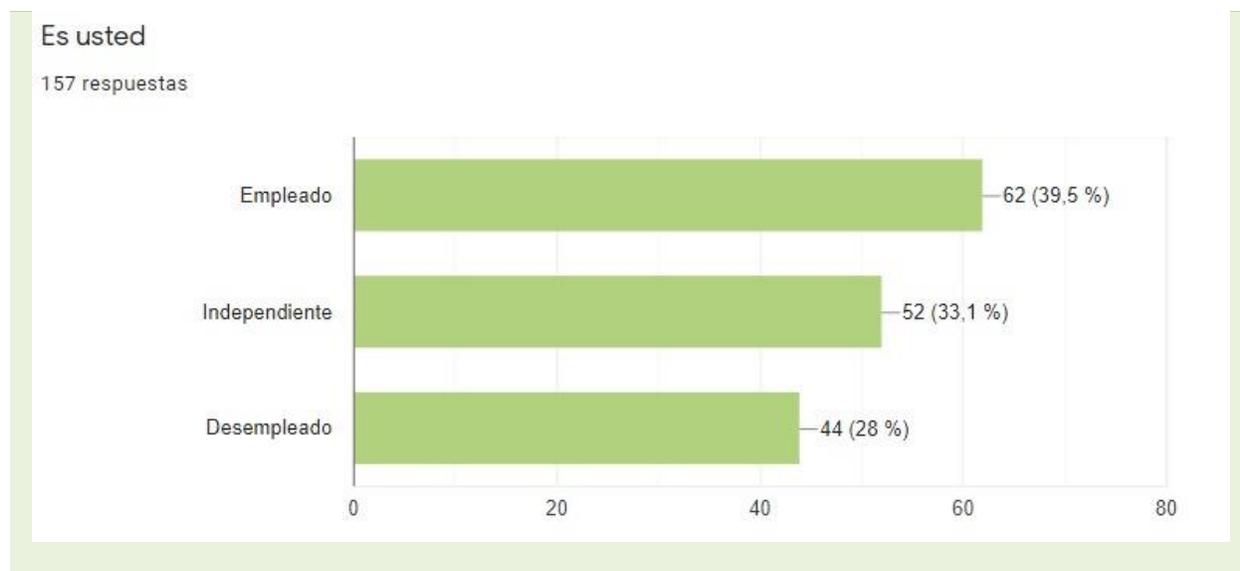
Total	157	Entrevistas
<b>Empleado</b>	<b>62</b>	39,5%
<b>Independiente</b>	<b>52</b>	33,1%
<b>Desempleado</b>	<b>44</b>	28%

**Nota.**

Está en la parte de clasificación para evidenciar en la ciudad de Girardot como está la situación económica y que tanto afecta el desempleo en la localidad. Un 72,6 % poseen trabajo, conviene destacar que por informal el trabajo a hacer, se puede adquirir el beneficio de vivienda de interés social, al tener una fuente de ingresos, este beneficio social se puede adquirir por medio de entidades como el FNA.

*Anggy Rodriguez Caicedo*  
*Danilo Nieto Torres*  
*Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Tabla 0-I**

*Formulario desarrollado por medios tecnológicos*

### PREGUNTA CINCO

Estrato de su vivienda actual:

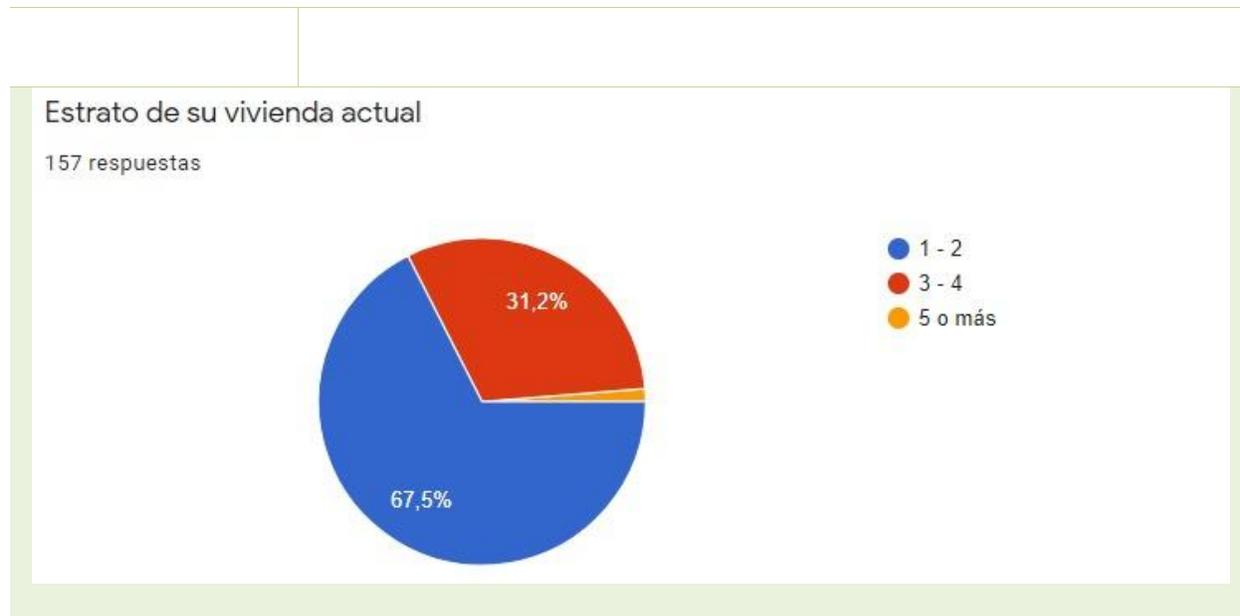
Total	157	Entrevistas
1-2	106	67,5%
3-4	49	31,2%
5 o más	6	0,04%

**Nota.**

Está en la parte de clasificación para evidenciar que prevalece más en el municipio; según lo arrojado por el formulario en Girardot la mayoría es de estrato 1-2. Más de la mitad de la población en Girardot encuestada se encuentra entre los intervalos de clasificación social, para acceder al subsidio en vivienda de interés social mientras que el estrato 3 no pueden ser candidatos a posibles a obtener el beneficio social.

*Anggy Rodriguez Caicedo*  
*Danilo Nieto Torres*  
*Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Tabla 0-J**

*Formulario desarrollado por medios tecnológicos*

### PREGUNTA SEIS

A que caja de compensación pertenece:

Total	157	Entrevistas
<b>Colsubsidio</b>	<b>38</b>	24,2%
<b>Ninguna</b>	<b>75</b>	47,7%
<b>Compensar</b>	<b>22</b>	14%
<b>Cafam</b>	<b>4</b>	2%
<b>Porvenir</b>	<b>7</b>	4%
<b>Ejercito</b>	<b>8</b>	5%
<b>Sisben</b>	<b>3</b>	3%

*Anggy Rodriguez Caicedo  
 Danilo Nieto Torres  
 Brayan Murcia Martínez*

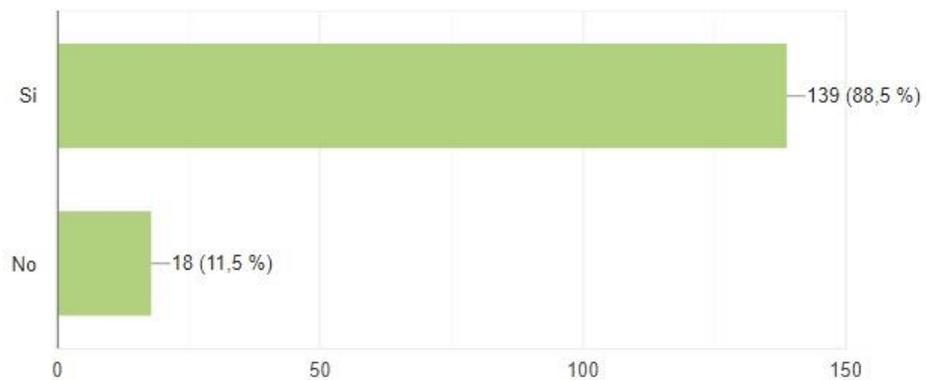


## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

<b>Nota.</b>	Gracias a la información brindada en preguntas sobre los beneficios de tener empleo formal, los encuestados en casi su totalidad tienen conocimiento de los proyectos bajo concepto VIS.
--------------	--

¿Sabe usted que es un proyecto de vivienda de interés social?

157 respuestas



### Tabla 0-L

Formulario desarrollado por medios tecnológicos

### PREGUNTA OCHO

Teniendo en cuenta que las cubiertas verdes son: aquellas que poseen como capa de terminación un sustrato que mantiene un manto vegetal, se pueden construir en edificaciones nuevas o en otras ya existentes, en edificios residenciales, de oficinas o en naves industriales. Su área de implantación es amplia y variada cumpliendo con beneficios como:

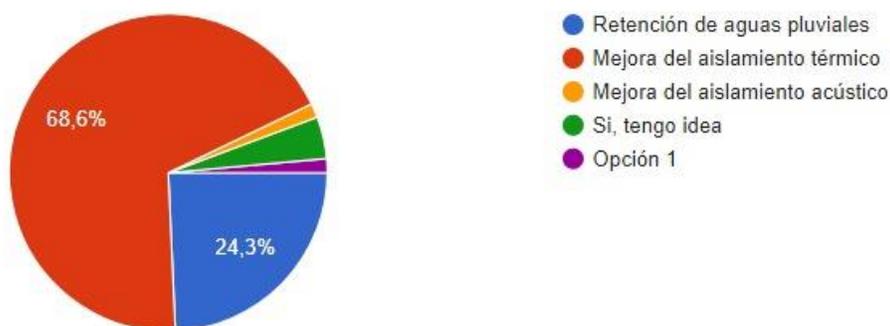
Total	157	Entrevistas
<b>Retención de aguas pluviales</b>	<b>38</b>	24,3%

*Anggy Rodriguez Caicedo  
 Danilo Nieto Torres  
 Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

Mejora del aislamiento térmico	108	68,6%
Mejora del aislamiento acústico	2	1%
Sí, tengo idea	9	6%

<b>Nota.</b>	El objetivo principal es disminuir el gradiente interno en la vivienda, pero los habitantes de la región, tienen conocimiento de otros beneficios que obtendrán al emplear una cubierta extensiva verde.
--------------	--



### Tabla 0-M

Formulario desarrollado por medios tecnológicos

### PREGUNTA NUEVE

Según su experiencia como habitante de la ciudad de Girardot – Cundinamarca en épocas de verano en que rango esta la temperatura al medio día:

Total	157	Entrevistas
30 °C a 35 °C	26	16,5%

Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

<b>35 °C a 40 °C</b>	<b>131</b>	<b>83,4%</b>
<b>Nota.</b>	Debido a los resultados obtenidos por los habitantes de la ciudad se confirma que la temperatura de Girardot está entre los 35°C a 40°C pues la mayoría coincide con este valor.	

**Tabla 0-N**

*Formulario desarrollado por medios tecnológicos*

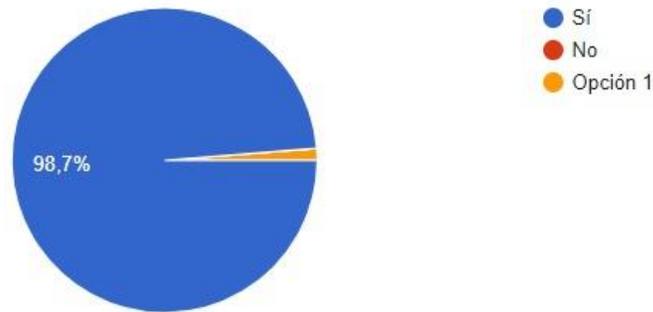
### PREGUNTA DIEZ

Sabiendo que es una cubierta verde y los beneficios que trae ¿considera usted que en la ciudad de Girardot – Cundinamarca es necesario y útil realizar un proyecto de vivienda interés social con cubierta extensiva para bajar las altas temperaturas?

<b>Total</b>	<b>157</b>	Entrevistas
<b>Si</b>	<b>155</b>	<b>98,7%</b>
<b>No</b>	<b>2</b>	<b>1%</b>
<b>Nota.</b>	El calentamiento global es un problema ambiental que afecta al planeta tierra, Girardot no está excepto, por este motivo casi la totalidad de la población, emplearía un proyecto que tenga el objetivo de disminuir la temperatura actual.	

*Anggy Rodriguez Caicedo*  
*Danilo Nieto Torres*  
*Brayan Murcia Martínez*

**CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**



**Tabla 0-0**

*Formulario desarrollado por medios tecnológicos*

**PREGUNTA ONCE**

¿Vive en un proyecto de vivienda interés social?

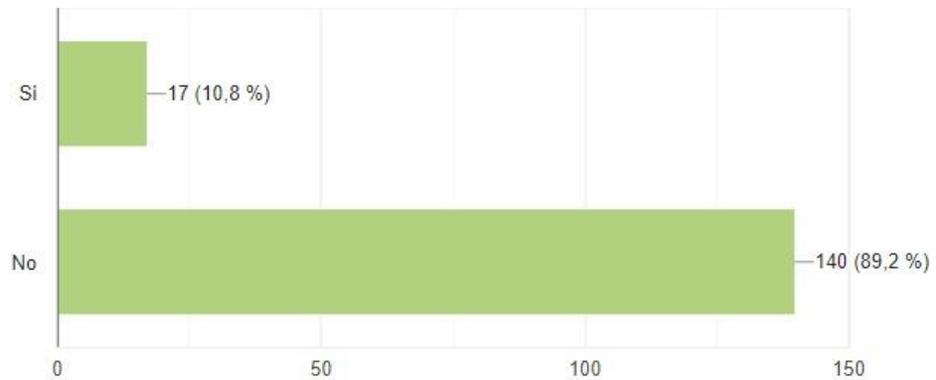
<b>Total</b>	<b>157</b>	Entrevistas
<b>Si</b>	<b>17</b>	10,8%
<b>No</b>	<b>140</b>	89,2%
<b>Nota.</b>	En Girardot se presentan pocos proyectos de vivienda de interés social por este motivo un 90% se encuentra viviendo en una casa creada por un particular.	

*Anggy Rodriguez Caicedo  
 Danilo Nieto Torres  
 Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

¿Vive en un proyecto de vivienda interés social?

157 respuestas



**Tabla 0-P**

*Formulario desarrollado por medios tecnológicos*

### PREGUNTA DOCE

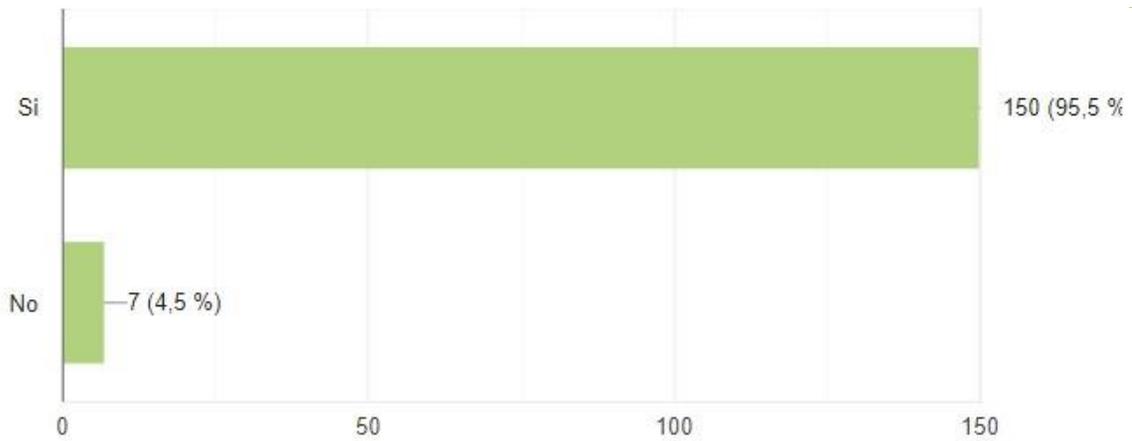
¿ si tuviera la posibilidad de utilizar una cubierta verde para su hogar teniendo en cuenta que disminuirá el gradiente de temperatura habitual en su residencia y alrededores lo haría?

Total	157	Entrevistas
Si	150	95,5%
No	7	4,5%

<b>Nota.</b>	Gracias al conocimiento de la población respecto a las cubiertas verdes, les gustaría implementar una cubierta sostenible, extensiva y de este modo lograr un confort interno en su hogar.
--------------	--

*Anggy Rodriguez Caicedo  
 Danilo Nieto Torres  
 Brayan Murcia Martínez*

**CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**



**Tabla 0-Q**

*Formulario desarrollado por medios tecnológicos*

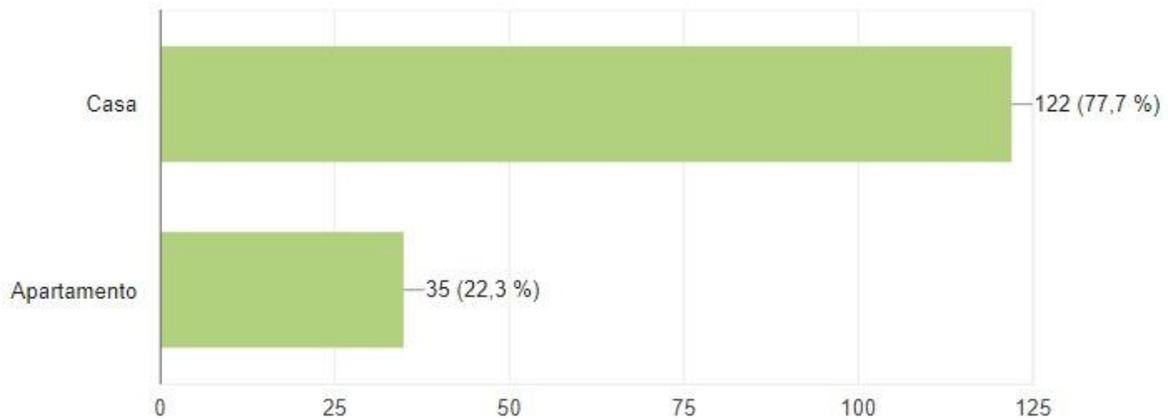
**PREGUNTA TRECE**

Su lugar de residencia actualmente es:

<b>Total</b>	<b>157</b>	<b>Entrevistas</b>
<b>Casa</b>	<b>122</b>	<b>77,7%</b>
<b>Apartamento</b>	<b>35</b>	<b>22,3%</b>
<b>Nota.</b>	Como sabemos en el municipio de Girardot la propiedad horizontal, residencial se ha empleado en la última década por este motivo la población se encuentra viviendo en casas residenciales.	

*Anggy Rodriguez Caicedo  
 Danilo Nieto Torres  
 Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Tabla 0-R**

*Formulario desarrollado por medios tecnológicos*

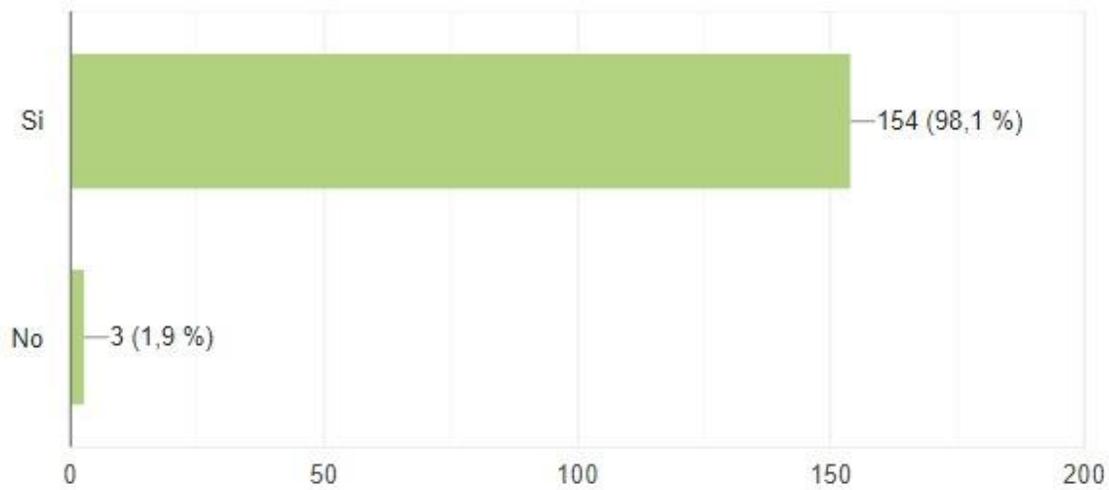
### PREGUNTA CATORCE

Teniendo en cuenta que una vivienda VIS y VIP es un beneficio social, ¿le gustaría que en este tipo de proyectos se implementara novedades de ingeniería y arquitectura en pro del bienestar del medio ambiente y entorno en que vivimos?

Total	157	Entrevistas
<b>Si</b>	<b>154</b>	98,1%
<b>No</b>	<b>3</b>	1,9%
<b>Nota.</b>	Los proyectos de VIS en la región ofrecen poca variabilidad, en consecuencia les gustaría ver algo diferente a lo tradicional en sus cubiertas.	

*Anggy Rodriguez Caicedo*  
*Danilo Nieto Torres*  
*Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Tabla 0-S**

*Formulario desarrollado por medios tecnológicos*

### PREGUNTA QUINCE

¿Nombre del barrio en el cual usted actualmente vive?

Total	157	Entrevistas
Comuna 2	10	6,3%
Comuna 3	137	87,2%
Comuna 5	10	6,3%

**Nota.**

Esta pregunta se hace con el fin de verificar que comuna del municipio de Girardot es la más participativa y en que grados centígrados se presenta en dicho sector, según los resultados obtenidos se visualiza que la comuna 3 occidente siente el clima ambiental en un rango de 35°C a 40°C.

**Tabla 0-T**

*Anggy Rodriguez Caicedo*  
*Danilo Nieto Torres*  
*Brayan Murcia Martínez*

**CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

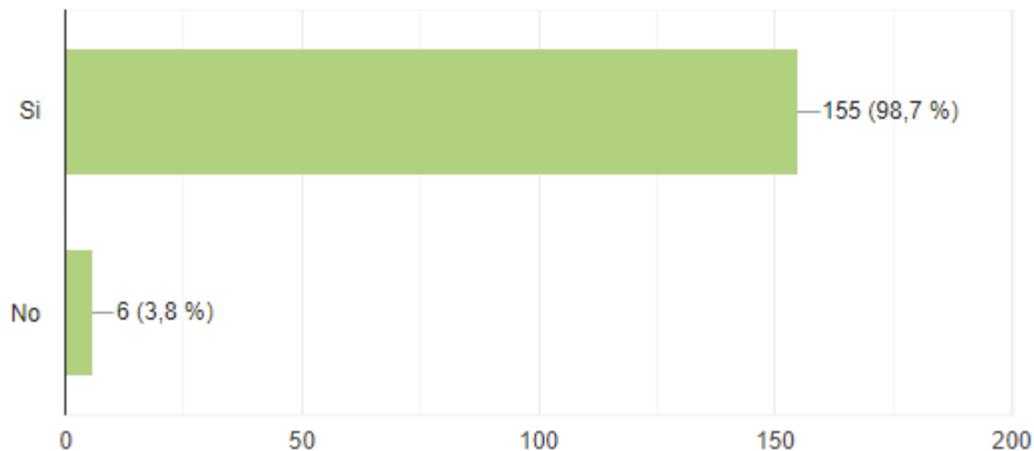
*Formulario desarrollado por medios tecnológicos*

**PREGUNTA DIECISEIS**

¿Está de acuerdo con que el modelo de vivienda de interés social con cubierta verde extensiva en la ciudad de Girardot-Cundinamarca genere en el sector de la construcción cambios donde se emplee innovación ambiental?

Total	157	Entrevistas
Si	155	98,7%
No	6	3,8%

**Nota.** Esto nos indica que tan abiertos están los ciudadanos de Girardot al cambio ambiental en las viviendas y que tan eficaz o factible sería una casa con estas características, a juzgar por las estadísticas sería muy recomendable emplear una vivienda de este tipo.



**Tabla 0-U**

*Formulario desarrollado por medios tecnológicos*

*Anggy Rodriguez Caicedo  
 Danilo Nieto Torres  
 Brayan Murcia Martínez*

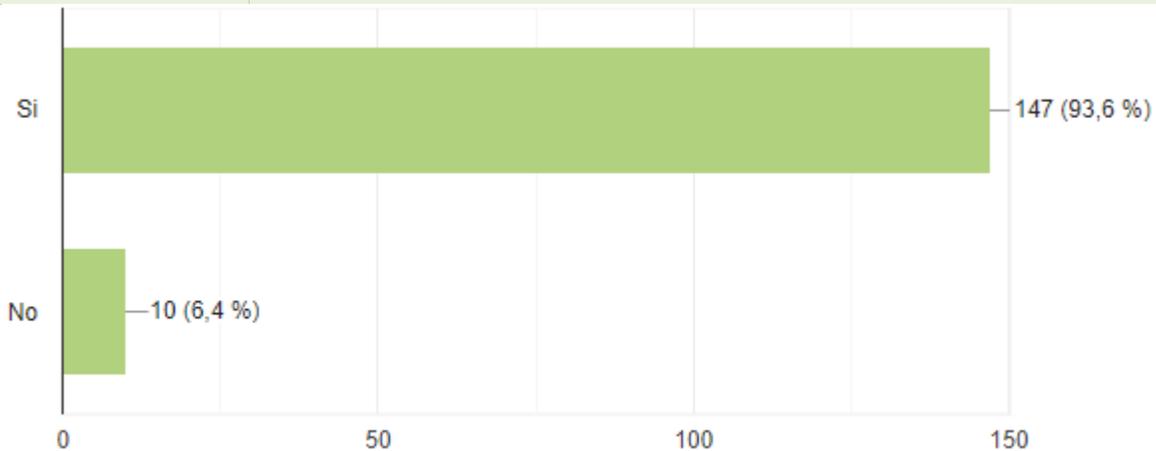
**CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

**PREGUNTA DIECISIETE**

¿Si usted fuera beneficiado(a) para una vivienda de clasificación “VIS” con valor agregado de cubierta verde extensiva se incluiría en el programa?

<b>Total</b>	<b>157</b>	Entrevistas
<b>Si</b>	<b>147</b>	93,6%
<b>No</b>	<b>10</b>	6,4%

**Nota.** Al realizar el análisis de la respuesta del 100% de las personas, se concluye que sería de gran utilidad y viabilidad diseñar una vivienda de interés social con innovación ambiental ya que es aceptable en la población Girardoteña.



**Tabla 0-V**

*Formulario desarrollado por medios tecnológicos*

*Anggy Rodriguez Caicedo  
 Danilo Nieto Torres  
 Brayan Murcia Martínez*

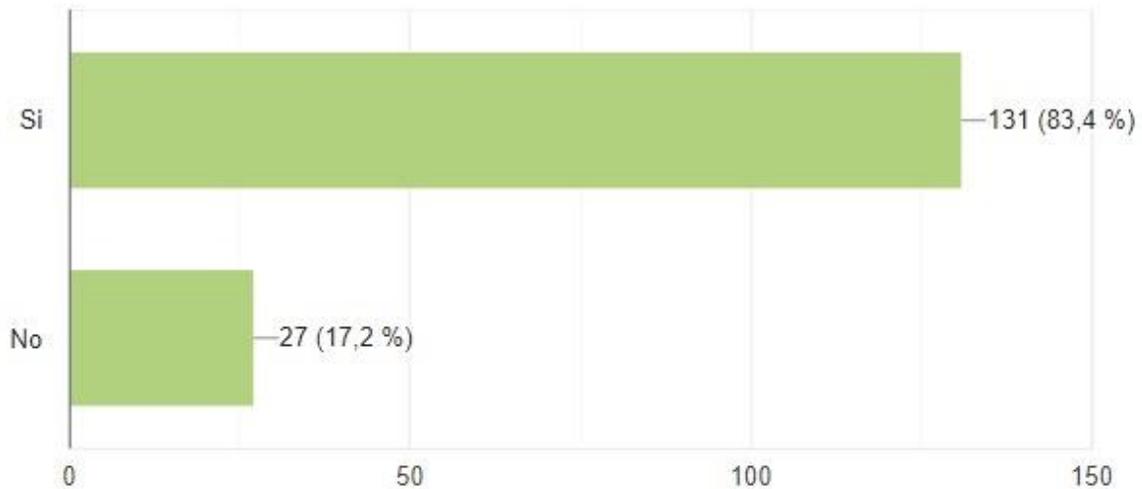
**CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

**PREGUNTA DIECIOCHO**

Si su respuesta es “si” responda: Aun sabiendo que estas viviendas saldrán más costosas que las VIS tradicionales. - ¿se incluiría en dicho programa?

<b>Total</b>	<b>157</b>	Entrevistas
<b>Si</b>	<b>131</b>	83,4%
<b>No</b>	<b>27</b>	17,2%

**Nota.** En pleno siglo XXI los ciudadanos de Colombia son conscientes que se tiene que aportar en el tema ambiental, por este motivo se prestan a ejercer una ayuda de manera que el daño ambiental en un futuro sea menor.



**Tabla 0-W**

*Formulario desarrollado por medios tecnológicos*

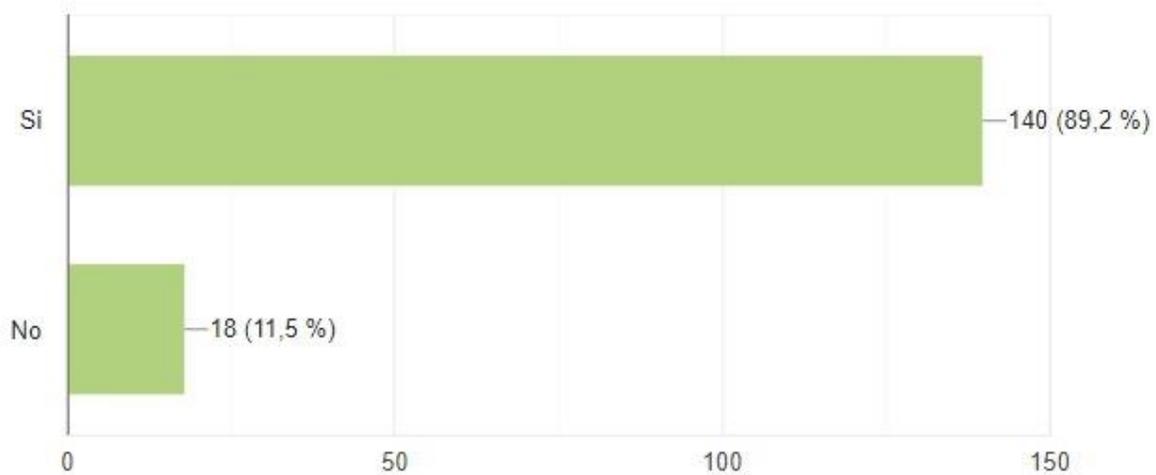
*Anggy Rodriguez Caicedo  
 Danilo Nieto Torres  
 Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

### PREGUNTA DIECINUEVE

Como propietario(a) de una vivienda usted estaría dispuesto a realizar cambios en la cubierta tradicional por una cubierta verde extensiva. ¿lo haría?

Total	157	Entrevistas
<b>Si</b>	<b>140</b>	89,2%
<b>No</b>	<b>18</b>	11,5%
<b>Nota.</b>	En esta pregunta rectificamos si en realidad quieren emplear elementos diferentes en la estructura que algún día será su hogar sin miedo alguno.	



**Tabla 0-X**

*Formulario desarrollado por medios tecnológicos*

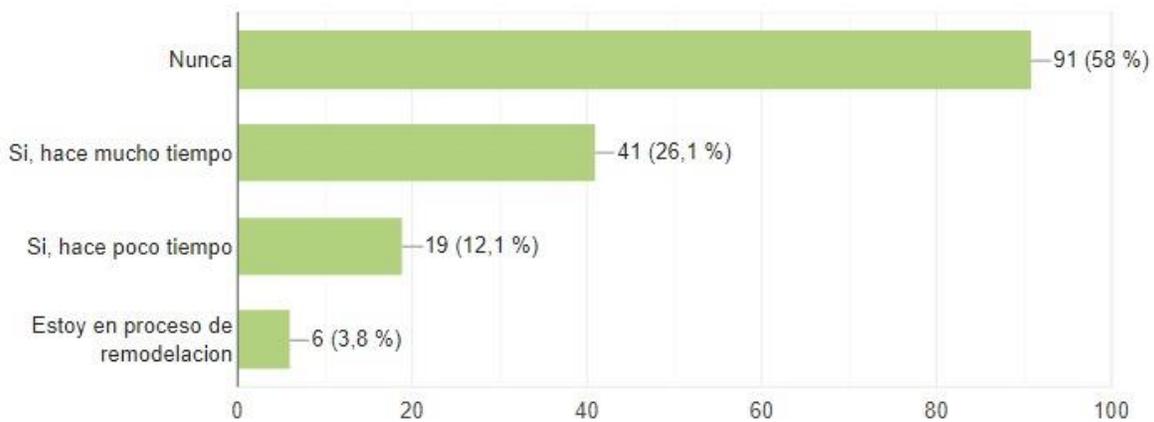
*Anggy Rodriguez Caicedo  
 Danilo Nieto Torres  
 Brayan Murcia Martínez*

**CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

**PREGUNTA VEINTE**

¿ Su casa ha sufrido alguna remodelación arquitectónica?

<b>Total</b>	<b>157</b>	<b>Entrevistas</b>
<b>Nunca</b>	<b>91</b>	<b>58%</b>
<b>Si, hace mucho tiempo</b>	<b>41</b>	<b>26,1%</b>
<b>Si, hace poco tiempo</b>	<b>19</b>	<b>12,1%</b>
<b>Estoy en proceso de remodelación</b>	<b>6</b>	<b>3,8%</b>
<b>Nota.</b>	Es difícil implementar el proyecto en infraestructura ya creada porque los hogares actuales a durante mucho tiempo no han reciben remodelación.	



**Tabla 0-Y**

*Formulario desarrollado por medios tecnológicos*

*Anggy Rodriguez Caicedo  
 Danilo Nieto Torres  
 Brayan Murcia Martínez*

**CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

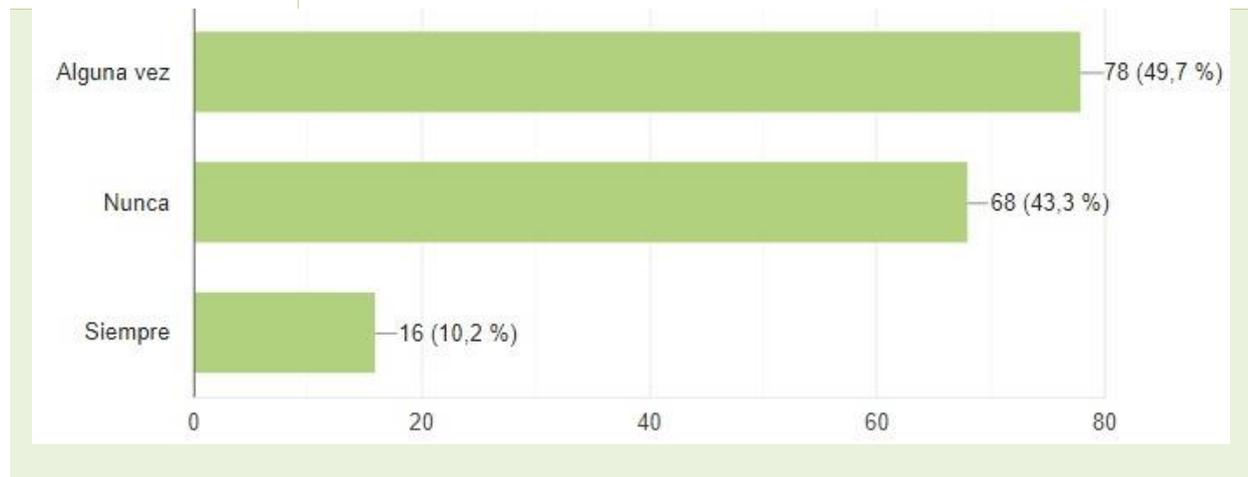
**PREGUNTA VEINTIUNO**

¿ Usted ha contribuido con alguna iniciativa ambiental?

Total	157	Entrevistas
Alguna vez	78	49,7%
Nunca	68	43,3%
Siempre	16	10,2%

**Nota.**

Con este proyecto ayudamos a que la civilización de Girardot adquiera una participación en cuestión ambiental, en la actualidad se necesita el granito de arena de cada ser viviente, solo así podremos mejorar el daño ambiental creado con el tiempo de antaño y que en la actualidad se manifiesta caóticamente.



**Tabla 0-Z**

*Formulario desarrollado por medios tecnológicos*

**PREGUNTA VEINTIDOS**

Si su respuesta es “Alguna vez o siempre” Indique por favor cual es:

*Anggy Rodriguez Caicedo  
 Danilo Nieto Torres  
 Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

Total	157	Entrevistas
<b>Proyectos académicos enfocados en el medio ambiente</b>	<b>10</b>	6,3%
<b>Plantar árboles y dejar grandes zonas verdes en proyectos</b>	<b>124</b>	78,9%
<b>Limpiar, guardar o recoger la basura</b>	<b>23</b>	14,6%

**Nota.**

Para este punto se ve con detalle que son muchas las personas que ayudan a generar la cultura ambientalista en el planeta; tomando sus precauciones para no contaminar más el espacio el cual habitan con sus acciones que aunque se ven muy insignificantes, cuando se hace por un gran número de individuos es notable la diferencia y el impacto que causa el tener conciencia con el ecosistema es importante.

### Método

El método empleado para este trabajo, se basa en la caracterización, en donde en primer lugar se parte de un problema puntual en toda la tierra, por consiguiente, se analiza y estudia en los datos arrojados en el estado del arte o antecedentes asimismo se realiza un cuestionario virtual para los habitantes de la zona, con el fin de tener un soporte para dar garantía que el trabajo de grado a largo plazo si se aplica se recibirá de forma positiva en la ciudad de Girardot, luego se investiga el comportamiento, la composición de cada uno de los materiales a utilizar en este proyecto, del mismo modo, se muestra una nueva forma de innovar para el bienestar del medio ambiente utilizando material de Residuos de Construcción y Demolición triturado. Por último, se realiza una comparación técnica averiguando las características del problema, precisarlo y

*Anggy Rodriguez Caicedo*  
*Danilo Nieto Torres*  
*Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

proponer soluciones mediante las investigaciones que se recolectaron en algunos artículos, para llegar a el objetivo principal como lo es la cubierta sostenible o verde extensiva en la ciudad.

### **Metodología**

#### **PASO A PASO**

##### **1. Diseño cubierta verde extensivo en una “VIS”**

Para el diseño de la cubierta verde se adoptó una guía de diseño de cubiertas estadounidense de la empresa Conservation Technology especializada desde 1984 en el desarrollo de tecnología sostenible y energía renovable que ofrece productos de amplia gama en el área medioambiental y sostenible, al igual que las recomendaciones y especificaciones de la IGRA.

Por consiguiente, se retomó las recomendaciones de diseño para ejecutar el proyecto de la cubierta verde extensiva con capa de drenaje tipo RCD. A continuación, se presenta la guía en orden consecuente según la disposición de cada capa; El sistema de cubiertas verde, será drenado por una capa base de medios granulares. Para minimizar la separación, se prefiere una mezcla bien graduada de partículas con tamaños que van desde 1/8 "a 1/2", en nuestro caso se utilizara un material con gradación intermedia de 3/8" del material tipo RCD diseñado por (Embus y Quintero,2015), consecuente a esto. el sistema de drenaje pluvial, será por conductos de plástico ranurado, con una sección transversal triangular, embebido dentro del medio para transportar el exceso de agua.

##### **2. Material de protección**

la impermeabilización primaria del techo no es resistente a las raíces, se debe disponer primero una membrana de barrera de la raíz y manto asfáltico, superponiendo las hojas adyacentes por lo menos a seis pulgadas y corte las aberturas para los drenajes o bajantes

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

del techo ver plano A2 anexo donde se presenta la ubicación de los bajantes de la red pluvial.

### **3. Sistema de drenaje**

Coloque las cajas de acceso de drenaje sobre los bajantes de la cubierta dirigidos al alcantarillado pluvial, añadiendo elementos de pared lateral, según sea necesario para que coincidan con el grosor del sistema. Construir "árboles" de drenaje utilizando canales de drenaje triangulares. Para un rendimiento óptimo, cualquier punto del techo debe estar a una distancia de dos canales del punto más cercano del árbol de drenaje: esto se logrará si las "ramas" de cada árbol de drenaje se colocan a cuatro distancias de canal (4 metros).

### **4. Borde de retención o Ángulo**

El borde de retención deberá instalarse y anclarse a la viga perimetral con puntales de diámetro ½" con separación de 30 cm y una profundidad de 15 cm. El borde de retención o ángulo deberá separarse de la grava y deberá ser cubierto por el manto asfáltico para así evitar deterioro por agentes externos como el agua y minerales presentes en el sustrato y RCD.

### **5. Esparción de medio granular tipo RCD**

Se debe esparcir el drenaje granular tipo RCD en dos capas de 3.5 cm para evitar corrimiento y daño de los árboles o canales de drenaje anteriormente instalados y verificar espesor con una altura total de 7 cm. Si es factible, se recomienda trasegar el material a la cubierta en súper sacos con una grúa telescópica para minimizar el potencial de daño y garantizar la seguridad del personal.

### **6. Tejido de separación o (geotextil)**

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

Esta capa se debe colocar en toda el área dispersa de RCD verificando un mínimo traslapo de 60 cm. Este cumplirá la tarea de retener el suelo sin obstruir mientras permite que las raíces de las plantas penetren fácilmente para alcanzar el agua en el medio granular y la estera de protección.

### **7. Sustrato o suelo de plantación**

Se deberá disponer esta capa con un espesor de 5 cm máximo, a lo largo y ancho de toda la cubierta, verificando sus niveles continuamente, ya que el exceso de sustrato puede ocasionar sobrecostos para la cubierta y cambio en el nivel de la capa siguiente.

### **8. Plantación**

Inserto o esparzo la semilla de pasto o plantas de techo verde en un patrón aleatorio. Después de la instalación, riegue bien y durante periodos de sequía prolongados.

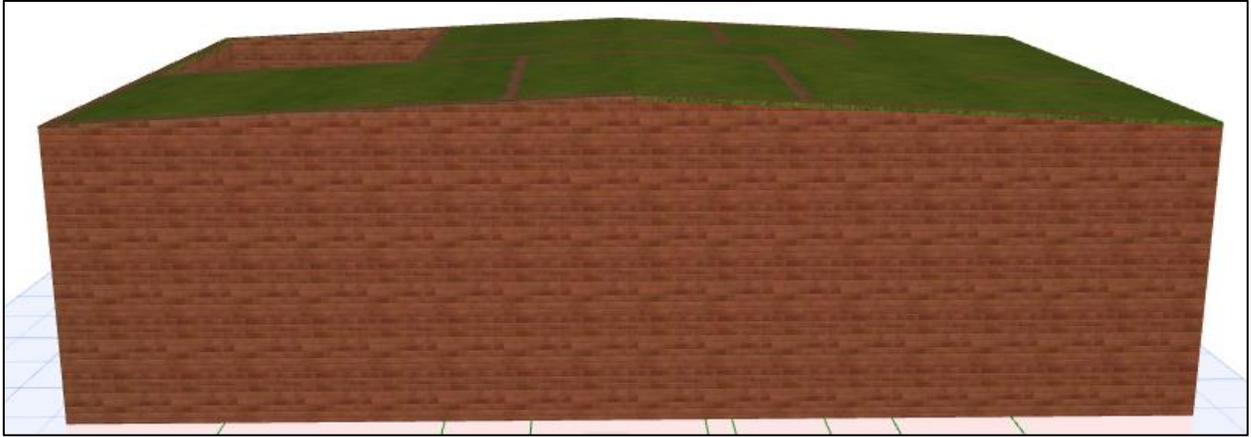
**Observación:** durante los dos primeros años, difundir el fertilizante de liberación lenta de dos veces al año.



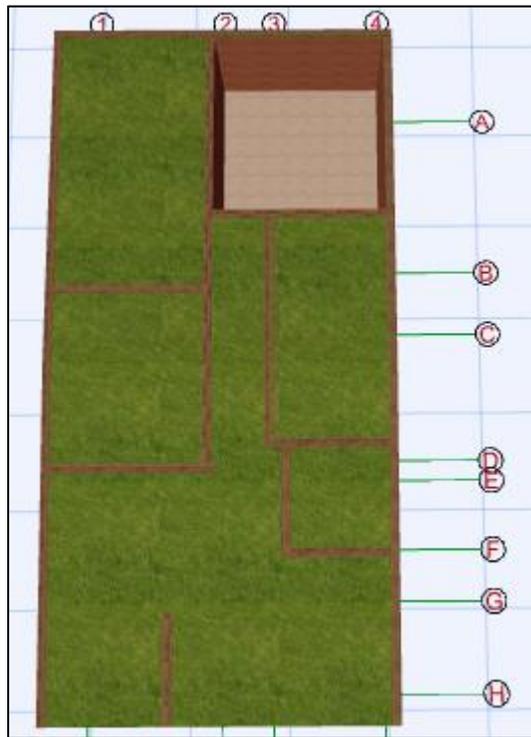
**Ilustración 29.** Diseño de modelo de vivienda “VIS” con cubierta verde extensiva. Fuente: Elaboración propia tecnología Archicad.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Ilustración 30.** Diseño de modelo de vivienda “VIS” con cubierta verde extensiva fachada lateral. Fuente: Elaboración propia.



**Ilustración 31.** Cubierta verde extensiva diseño 3D en Archicad. Fuente: propia.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



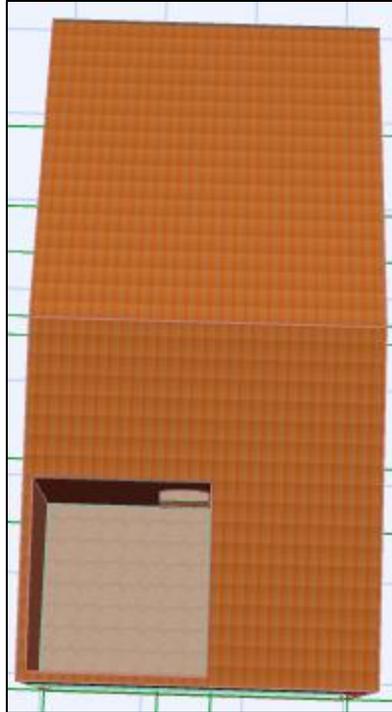
**Ilustración 32.** Cubierta convencional de “VIS”.



**Ilustración 33.** Fachada lateral.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Ilustración 34.** Fachada planta.

Luego veremos los datos de la temperatura generados en la práctica de las maquetas una con cubierta convencional y otra con cubierta extensiva:

### **Tabla 0-AA**

*Temperatura exterior en cubierta tipo convencional.*

<i>Fecha</i>	<i>8:00 Hrs</i>	<i>12:00 Hrs</i>	<i>22:00 Hrs</i>
28/04/2021	32.4	44.8	31.9
29/04/2021	30	41.6	29.1
30/04/2021	29.4	42	29
01/05/2021	32.9	44.6	31.6
02/05/2021	31.7	44.9	30.8

*Anggy Rodriguez Caicedo*  
*Danilo Nieto Torres*  
*Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

03/05/2021	30.6	43.8	30
04/05/2021	31.05	42.5	30.2
05/05/2021	30	45	30.9
06/05/2021	30.7	44.1	28.4
07/05/2021	31.2	44.5	26.6
Promedio	30	43.5	29.5

Nota. Estas temperaturas se realizan termómetro de ambiente.

<sup>a</sup> Las unidades de medida de la temperatura son grados centígrados.

\* Se realizan los mismos procedimientos de cuantificación de la temperatura en diferentes días para comparar y poder hallar el gradiente de temperatura.

### Tabla 0-BB

*Temperatura interior con cubierta convencional.*

<i>Fecha</i>	<i>8:00 Hrs</i>	<i>12:00 Hrs</i>	<i>22:00 Hrs</i>
28/04/2021	31.7	37.1	32
29/04/2021	29.9	34.8	30.2
30/04/2021	29.6	35.2	30.6
01/05/2021	31.6	37.5	32.5
02/05/2021	31.1	35.6	31.3
03/05/2021	30.8	35.3	30.7
04/05/2021	31	36.9	31.3
05/05/2021	31.3	36.4	33.1
06/05/2021	30.8	36	33
07/05/2021	31.4	37.2	31.8

*Anggy Rodriguez Caicedo*  
*Danilo Nieto Torres*  
*Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

Promedio	31	36	32.5
----------	----	----	------

Nota. Estas temperaturas pertenecen al área a utilizar por los usuarios de la infraestructura.

<sup>a</sup> La información mostrada de las temperaturas fueron tomadas en un mes de lluvias en la ciudad de las acacias.

\* Se realizan los mismos procedimientos de cuantificación de la temperatura en diferentes días para comparar y poder hallar el gradiente de temperatura.

### Tabla 0-CC

*Temperatura exterior con cubierta verde extensiva.*

<i>Fecha</i>	<i>8:00 Hrs</i>	<i>12:00 Hrs</i>	<i>22:00 Hrs</i>
28/04/2021	27.6	28.9	27.9
29/04/2021	26.2	28	26.1
30/04/2021	25	28.6	25.8
01/05/2021	27.2	30.5	27.5
02/05/2021	27.3	29.5	27.6
03/05/2021	27.5	29.7	28
04/05/2021	27	29.4	27.8
05/05/2021	26.3	28.1	26
06/05/2021	26.2	27.8	25.2
07/05/2021	26	28	25.9
Promedio	26	28	27

Nota. Estas temperaturas son disipadas gracias a la cubierta vegetal como de su riego al inicio del día.

\* Se realizan los mismos procedimientos de cuantificación de la temperatura en diferentes días para comparar y poder hallar el gradiente de temperatura.

*Anggy Rodriguez Caicedo*  
*Danilo Nieto Torres*  
*Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

**Tabla 0-DD**

*Temperatura interior con cubierta verde extensiva.*

<i>Fecha</i>	<i>8:00 Hrs</i>	<i>12:00 Hrs</i>	<i>22:00 Hrs</i>
28/04/2021	28	29.2	28.2
29/04/2021	26.9	27.3	27.7
30/04/2021	26.4	29.7	27.9
01/05/2021	29.2	31.5	28.8
02/05/2021	28.8	29.8	27.3
03/05/2021	28.6	30	27
04/05/2021	27.5	31.4	28.4
05/05/2021	28.2	30.1	28.9
06/05/2021	27.3	29.9	28
07/05/2021	27.7	30.8	27.6

Nota. Esta información pertenece al área a utilizar por los usuarios de la infraestructura con cubierta vegetal extensivo.

<sup>a</sup> El confort se ilustra en los cambios de la temperatura interna en la vivienda unifamiliar por las bajas temperaturas mostradas en esta tabla.

\* Se realizan los mismos procedimientos de cuantificación de la temperatura en diferentes días para comparar y poder hallar el gradiente de temperatura.

**Tabla 0-EE**

*Desarrollo paso a paso de las maquetas.*

<i>Cubierta verde extensiva</i>	<i>Cubierta Convencional</i>
---------------------------------	------------------------------

*Anggy Rodriguez Caicedo*  
*Danilo Nieto Torres*  
*Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Ilustración 35.** Procedimiento de cubierta verde.



**Ilustración 36.** Procedimiento de cubierta convencional.



**Ilustración 37.** Procedimiento.



**Ilustración 38.** Procedimientos.



**Ilustración 39.** Colocando las varillas.



**Ilustración 40.** Colocando varillas.



*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

**Ilustración 41.** Cemento dosificación 1:1:3.



**Ilustración 45.** Cemento 1:1:3.



**Ilustración 42.** Mezcla de cemento con grava y arena.



**Ilustración 46.** Mezcla de cemento con grava y arena.



**Ilustración 43.** Se introduce el cemento de vigas de amarre.



**Ilustración 47.** Se coloca en cemento de vigas de amarre.



**Ilustración 44.** Columnas de "Vis" prototipo.

**Ilustración 48.** Columna de "Vis" prototipo.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Ilustración 49.** Amarre de vivienda.



**Ilustración 50.** Amarre para nivelación del muro.



**Ilustración 51.** Pañete de muros.



**Ilustración 54.** Pañete de muros.



**Ilustración 52.** Procedimiento.



**Ilustración 55.** Terminación de cubierta convencional.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Ilustración 53.** RCD Triturado.



**Ilustración 56.** Terminación de cubierta verde extensiva  
toma de temperatura.

---

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Ilustración 57.** Diseño en planta cubierta verde.

---

**Fuente:** Elaboración propia.

### 9. Resultados

La toma de datos para cuantificar posibles resultados; se toman a partir de las encuestas realizadas a los habitantes de la Ciudad de Girardot y los datos obtenidos de la maqueta, semejantes al diseño que se planea emplear, obteniendo así las siguientes observaciones:

Los encuestados tienden a poseer trabajo en su mayoría informal pues Colombia es un territorio con demasiado empleo informal, esto se ve reflejado en la pregunta sobre la caja de

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

compensación familiar. A pesar de las dificultades es posible acceder al beneficio de la vivienda de interés social a través del fondo nacional del ahorro, entidades las cuales su misión es convertir el ahorro de los colombianos en viviendas.

Otro aspecto que podemos evidenciar a favor es el conocimiento de la población de la ciudad de Girardot respecto al concepto de vivienda VIS, problemas ambientales y cubiertas verdes, este conocimiento es muy superficial pero la idea en los beneficios colectivos es de emplear su saber. Por este motivo accedieron a implementar en su futura vivienda un tipo de cubierta extensiva que les permita bajar el gradiente de temperatura y con este obtener una mejor calidad de vida, pero sus otros beneficios no se excluyen en su totalidad, un ejemplo es la ayuda que presta en la escorrentía superficial de aguas lluvias.

### **10. Análisis y discusión de resultados**

#### **Evaluación de respuesta y evaluación de datos**

Para las preguntas se incluyen indicadores visuales, gráficos y posibles observaciones detalladas, la información individual contenida en cada pregunta, se le hará con sus respectivos porcentajes con la finalidad de cuantificar cada respuesta de manera detallada. Actualmente la encuesta se puede realizar, no ha sido desactivada con la finalidad de adquirir mayor información referente al tema a tratar, su opinión es importante por lo tanto nos brindaría un indicativo

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

variable con el tiempo, por lo tanto, estudiar en aspectos se omitieron por falta de información nacional referente al tema cubiertas verdes.

Con los dos prototipos a escala propuestos, mediremos la temperatura interna presente a diferentes horas del día, uno de los prototipos es el de una vivienda con cubierta convencional y el segundo con cubierta verde extensiva. La comparación de los datos obtenidos podremos evidenciar si el objetivo general se alcanzó o por el contrario no se llegó a la meta, sin importar el resultado final esta información ilustrada en las tablas 3.8, 3.9, 4.0, nos será de soporte como medición del logro o del intento no logrado.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

### **11. Conclusiones**

Se puede concluir que la implementación del RCD como capa filtrante y drenaje, tiene buen funcionamiento. Por otro lado, el uso de este residuo genera un impacto ambiental positivo y es una alternativa técnica y ambiental viable para la construcción e implementación de cubiertas verdes sostenibles extensivas. La implementación del modelo de cubierta verde en la edificación es una alternativa que demanda recursos adicionales comparada con una cubierta tradicional. Sin embargo, dado que es un sistema constructivo bioclimático y sostenible, el cual aportará en toda su vida útil beneficios económicos, energéticos y de confort tras su implementación. En primera instancia la implementación de la cubierta verde extensiva genera una reducción de temperatura del 20% comparado con una cubierta tradicional lo que genera un atractivo en su implementación, pero también ocasiona un aumento presupuestal del xx% comparado con una vivienda tradicional. Entre otros beneficios, prolongará, la vida útil de la cubierta en concreto reforzado, ya que cumple una función adicional de protección y barrera contra el deterioro producido por el sol y agentes climáticos, además de incorporar funciones que mejoran las condiciones de vida del usuario, suministrándole un ambiente ideal, con relación a las altas temperaturas que presenta la ciudad de Girardot; la implementación de una cubierta verde, deberá verse, no como un costo adicional, si no, como una inversión a mediano y largo plazo que se verá manifestada en disminución de recursos energéticos necesarios para el funcionamiento de la edificación.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

### **12. Recomendaciones**

En cuanto al análisis estructural, se recomienda implementar los diseños en estructuras con un número de pisos mayor al modelo implementado en este trabajo, y que además cuente con irregularidades en su forma, donde posiblemente se tendría que utilizar otro tipo de sistema estructural, para así evaluar los efectos y comportamiento estático y pseudoestático, tras la interacción de nuevas cargas impuestas sobre la estructura.

Los futuros proyectos de Vivienda de Interés Social que se desarrollen en la ciudad de Girardot deberían considerar la implementación de cubiertas verdes sin importar el modelo de vivienda, bien sea propiedad horizontal o casas con el fin de generar un impacto ambiental positivo y una mejor calidad de vida y confort de sus ocupantes.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

### 13. Presupuesto de vivienda “VIS” cubierta verde extensivo.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	VR UNT	VR TOTAL
1	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRA</b>				
1.1	Excavación manual	m <sup>3</sup>	40,51	\$ 49.774,00	\$ 2.016.344,74
	<b>TOTAL MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				\$ 2.016.344,74
2	<b>CIMENTACIÓN</b>				
	Replanteo manual de cimientos	m <sup>2</sup>	72	\$ 4.115,00	\$ 296.280,00
2.1	Zapatas en concreto 3500 PSI	m <sup>3</sup>	9,15	\$ 621.117,00	\$ 5.683.220,55
2.2	Vigas de amarre en concreto 3500 PSI	m <sup>3</sup>	10,01	\$ 666.024,00	\$ 6.666.900,24
2.3	Acero figurado para cimentación	kg	2674,7	\$ 5.917,00	\$ 15.826.199,90
	<b>TOTAL LABOR DE CIMENTACIÓN</b>				\$ 28.176.320,69
3	<b>ESTRUCTURA EN CONCRETO</b>				
3.1	Losas de entrepiso en concreto lamina colaborante 1 piso	m <sup>2</sup>	124,17	\$ 121.902,00	\$ 15.136.571,34
3.2	Columnas en concreto 3500 PSI	m <sup>3</sup>	8,67	\$ 851.679,00	\$ 7.384.056,93
3.3	Acero figurado de 60000 PSI	kg	4183,3	\$ 6.382,00	\$ 26.697.820,60
3.4	Refuerzo Malla electrosoldada	kg	565,56	\$ 6.858,00	\$ 3.878.610,48
	<b>TOTAL ESTRUCTURA DE CONCRETO</b>				\$ 53.097.059,35
4	<b>REDES HIDRAULICAS PARA CUBIERTAS EXTENSIVAS</b>				
4.1	Acometida hidraulica PVC 1/2" 5m	Und	2	\$ 248.767,00	\$ 497.534,00
4.2	Instalación de sistema de riego X2	Und	1	\$ 198.660,00	\$ 198.660,00
	<b>TOTAL REDES HIDRAULICAS PARA CUBIERTAS EXTENSIVAS</b>				\$ 696.194,00
5	<b>SISTEMA DE REDES CANALIZADAS</b>				
5.1	Canaleta triang PVC 2" Red secundaria	Und	1	\$ 52.330,00	\$ 52.330,00
5.2	Canaleta PVC 2" Red principal	Und	1	\$ 52.330,00	\$ 52.330,00
	<b>TOTAL SISTEMA DE REDES CANALIZADAS</b>				\$ 104.660,00
6	<b>MATERIAL DE CUBIERTA EXTENSIVA</b>				
6.1	Sistema de riego por goteo	Und	1	\$ 1.031.971,00	\$ 1.031.971,00
6.2	Abono (FULVAT) 3 bultos (30 kg)	m <sup>2</sup>	50	\$ 4.620,00	231000
6.3	Geotextil NT 1800	m <sup>2</sup>	50	\$ 7.933,00	\$ 396.650,00
6.4	Empradización (Incluye 10 cm de tierra)	m <sup>2</sup>	50	\$ 16.877,00	\$ 843.850,00
6.5	Membrana hidrofugo	m <sup>2</sup>	50	\$ 2.600,00	\$ 130.000,00
6.6	Electrobomba agua tecco	Und	1	\$ 716.753,00	\$ 716.753,00
	<b>TOTAL DE MATERIAL PARA CUBIERTA EXTENSIVA</b>				\$ 3.350.224,00
7	<b>IMPERMEABILIZACIÓN</b>				
7.1	Impermeabilización de cubierta	Und	1	\$ 37.770,00	\$ 37.770,00
	<b>TOTAL DE IMPERMEABILIZACIÓN</b>				\$ 37.770,00
8	<b>CUBIERTA VERDE EXTENSIVA</b>				
8.1	Conformación e instalación de capas 15 cm	Und	1	\$ 5.716,00	\$ 5.716,00
	<b>TOTAL DE CAPAS</b>				\$ 5.716,00
	<b>TOTAL CUBIERTA VERDE EXTENSIVA</b>				\$ 4.194.564,00
A	<b>COSTOS DIRECTOS</b>				\$ 91.678.852,78
	ADMINISTRACIÓN		13,00%		\$ 10.736,00
	IMPREVISTOS		1,00%		\$ 834,00
	UTILIDAD		4,00%		\$ 2.919,00
B	<b>TOTAL A.I.U</b>				\$ 14.489,00
	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS + INDIRECTOS</b>				\$ 91.693.341,78

**Ilustración 58.** Presupuesto de vivienda interés social con cubierta verde.

Anggy Rodriguez Caicedo  
 Danilo Nieto Torres  
 Brayan Murcia Martínez

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

### 13.1. Presupuesto de vivienda “VIS” cubierta convencional

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	VR UNT	VR TOTAL
1	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRA</b>				
1.1	Excavación manual	m <sup>3</sup>	40,51	\$ 49.774,00	\$ 2.016.344,74
	<b>TOTAL MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				\$ 2.016.344,74
2	<b>CIMENTACIÓN</b>				
	Replanteo manual de cimientos	m <sup>2</sup>	72	\$ 4.115,00	\$ 296.280,00
2.1	Zapatas en concreto 3500 PSI	m <sup>3</sup>	9,15	\$ 621.117,00	\$ 5.683.220,55
2.2	Vigas de amarre en concreto 3500 PSI	m <sup>3</sup>	10,01	\$ 666.024,00	\$ 6.666.900,24
2.3	Acero figurado para cimentación	kg	2674,7	\$ 5.917,00	\$ 15.826.199,90
	<b>TOTAL LABOR DE CIMENTACIÓN</b>				\$ 28.176.320,69
3	<b>ESTRUCTURA EN CONCRETO</b>				
3.1	Losas de entrepiso en concreto lamina colaborante 1 piso	m <sup>2</sup>	124,17	\$ 121.902,00	\$ 15.136.571,34
3.2	Columnas en concreto 3500 PSI	m <sup>3</sup>	8,67	\$ 851.679,00	\$ 7.384.056,93
3.3	Acero figurado de 60000 PSI	kg	4183,3	\$ 6.382,00	\$ 26.697.820,60
3.4	Refuerzo Malla electrosoldada	kg	565,56	\$ 6.858,00	\$ 3.878.610,48
	<b>TOTAL ESTRUCTURA DE CONCRETO</b>				\$ 53.097.059,35
4	<b>SISTEMA DE REDES CANALIZADAS</b>				
4.1	Sistema de canales con cubierta convencional	Und	2	\$ 248.767,00	\$ 497.534,00
	<b>TOTAL SISTEMA DE REDES CANALIZADAS</b>				\$ 497.534,00
5	<b>MATERIAL DE CUBIERTA CONVENCIONAL</b>				
5.1	Estructura de cubierta y tejas	Und	50	\$ 12.324,00	\$ 616.200,00
	<b>TOTAL ESTRUCTURA CUBIERTA Y TEJAS</b>	m <sup>2</sup>			\$ 616.200,00
	<b>TOTAL CUBIERTA ASBESTO CEMENTO</b>				\$ 1.113.734,00
A	<b>COSTOS DIRECTOS</b>				\$ 85.517.192,78
	ADMINISTRACIÓN		13,00%		\$ 10.736,00
	IMPREVISTOS		1,00%		\$ 834,00
	UTILIDAD		4,00%		\$ 2.919,00
B	<b>TOTAL A.I.U</b>				\$ 14.489,00
	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS + INDIRECTOS</b>				\$ 85.531.681,78

Ilustración 59. Presupuesto de “VIS” cubierta convencional.

Anggy Rodriguez Caicedo  
 Danilo Nieto Torres  
 Brayan Murcia Martínez

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

### 14. Cronograma

CRONOGRAMA DE CUBIERTA SOSTENIBLE EXTENSIVA																
ACTIVIDAD	SEMANAS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Planteamiento del problema	X	X														
2. Recolección de datos			X	X												
3. Proyecto escrito					X	X										
4. Elaborar diseño de cubierta verde							X									
5. Estadísticas escombrera Girardot								X								
6. Analisis del producto									X	X						
7. Como obtener materiales											X					
8. Especificaciones del prototipo												X				
9. Comparativo costos Tradicional vs Alternativa												X	X			
10. Fabricación de prototipo según investigaciones													X	X	X	
11. Analisis de resultados															X	
12. Adaptación de proyecto escrito															X	
13. Entrega final del proyecto															X	X

**Ilustración 60.** Cronograma del trabajo de grado.

*Anggy Rodriguez Caicedo*  
*Danilo Nieto Torres*  
*Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA

### 15. Anexos



**Ilustración 61.** Evidencia de toma de temperaturas.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Ilustración 62.** Toma de temperaturas °C.



**Ilustración 63.** Cubierta verde toma de temperatura.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Ilustración 64.** Cubierta convencional toma de datos.



**Ilustración 65.** Cubierta convencional.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Ilustración 66.** Toma de datos.



**Ilustración 67.** Toma de datos.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Ilustración 68.** Cubierta convencional.



**Ilustración 69.** Toma de temperaturas.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Ilustración 70.** Toma de datos interior.



**Ilustración 71.** Evidencia.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Ilustración 72.** Toma de datos.



**Ilustración 73.** Cubierta convencional.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Ilustración 74.** Toma de datos temperatura en la noche.



**Ilustración 75.** Toma de datos.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Ilustración 76.** Toma de datos.



**Ilustración 77.** Datos.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA



**Ilustración 78.** Datos.



**Ilustración 79.** Toma de datos.

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- A. Noelia Liliana Alchapar, Érica Norma Correa y María Alicia Cantón, Título: ¿Techos reflectivos o verdes? Influencia sobre el microclima y zonas áridas (Cuadernos de Vivienda y Urbanismo, vol. 11, núm. 22, 2018) Editorial Pontificia Universidad Javeriana, Url: [https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/CVU/11-22%20\(2018-2\)/151555951001/](https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/CVU/11-22%20(2018-2)/151555951001/)
- B. Mario Alberto García Collante y Juan Carlos Vega Paternina, Título: Techos verdes: ¿una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del rodadero, Santa Martha?, revistas.unal.edu.co,( Vol. 15, Núm. 1 (2012)) de la Universidad Nacional de Colombia, Url: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/30820>
- C. Juan David Velasco Portilla, Título: Diseño estructural de una vivienda unifamiliar de dos niveles con la implementación de una cubierta verde extensiva utilizando residuos de construcción y demolición, (2017) Pontificia Universidad Javeriana de Cali, Url: <http://vitela.javerianacali.edu.co/ha8ndle/11522/4101>
- D. LEPTIAB, University of La Rochelle, Avenue Michel Crépeau, 17042 La Rochelle, France, Título: A comprehensive study of the impact of green roofs on building energy
- a. performance (Renewable Energy 43 (2012) 157 – 164), Url: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148111006604>
- E. Oberndorfer, E. , Lundholm, J. , Bajo, B., Coffman, RR , Doshi, H. , Dunnett, N. , Gaffin, S. , Kohler, M. , Liu, KKY , Título: Estimación , ecología del paisaje , manejo de aguas pluviales , estructura comunitaria , edificios , biología del suelo , áreas urbanas , techos verdes , hábitats de vida silvestre , análisis de costo-beneficio , ecosistemas , temperatura

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*

## **CUBIERTA VERDE EXTENSIVO COMO MEJORA DEL COMPORTAMIENTO DE TEMPERATURA**

- , conservación de energía , vegetación, Sacado de Biblioteca nacional agrícola del departamento de agricultura de los estados unidos (BioScience 2007 v.57 no.10 pp. 823-833).
- F. TaeHoon Hong , Jimin Kim , ChoongWan Koo, Título: Análisis LCC y LCCO2 de techos verdes en escuelas primarias con medidas de ahorro de energía. (DOI: 10.1016/j.enbuild.2011.11.006), publicado en el (2012).
- G. Gabriel Pérez, Libia Rincón, Anna Vila Y Josep M. González, Título: Sistemas verticales verdes para edificios como sistemas pasivos para el ahorro de energía. *en Applied Energy* 88 (12): 4854-4859 · Diciembre de 2011 *con* 446 lecturas, (DOI: 10.1016 / j.apenergy.2011.06.032).
- H. Gabriel Pérez, Anna Vila, Albert Castell y Luis F. Cabeza, Título: Medida experimental de la contribución de las cubiertas y fachadas verdes al ahorro energético en la Edificación, seguridad y medio ambiente fundación MAPFRE.
- I. Suresh B. Sadineni, Robert F. Boehm y Srikanth Madala, Título: Ahorro energético pasivo del edificio: una revisión de los componentes de la envolvente del edificio, Octubre de 2011 *con* 4.514 lecturas, (DOI: 10.1016 / j.rser.2011.07.014).

*Anggy Rodriguez Caicedo  
Danilo Nieto Torres  
Brayan Murcia Martínez*