

ECOALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE

JOHN FREDY CASTELBLANCO 537796

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ALTERNATIVA VISITA TECNICA INTERNACIONAL  
BOGOTÁ D.C.  
2017

ECOALTERNATIVAS PARA LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE

JOHN FREDY CASTELBLANCO SUAREZ 537796

Trabajo de Grado para optar al título de  
Ingeniero Industrial

Docente  
Claudia Jiménez  
Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ALTERNATIVA VISITA TECNICA INTERNACIONAL  
BOGOTÁ D.C.  
2017



## Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:

### **Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)**

Para leer el texto completo de la licencia, visita:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/co/>

#### Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

#### Bajo las condiciones siguientes:



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



**No Comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



**Sin Obras Derivadas** — No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

Nota de aceptación

---

---

---

---

Presidente del jurado

---

Jurado

---

Jurado

Bogotá D.C 09 de Octubre de 2015

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	
1. GENERALIDADES	10
1.1. ANTECEDENTES	10
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.2.1 Descripción del problema	11
1.2.2 Formulación del problema	11
1.3. OBJETIVOS	11
1.3.1 Objetivo general	11
1.3.2 Objetivos específicos	11
1.4. JUSTIFICACION	12
1.5 DELIMITACIONES	12
1.5.1 Espacio	12
1.5.2 Tiempo	12
1.5.3 Contenido	12
1.5.4 Alcance	12
1.6. MARCO REFERENCIAL	12
1.6.1 Marco teórico	13
1.6.2 Marco conceptual	14
1.7. METODOLOGIA	15
1.7.1 Tipo de estudio	15
1.7.2 Fuentes de información	15
1.8. DISEÑO METODOLOGICO	15
2. CONSTRUCCION SOSTENIBLE Y ECOALTERNATIVAS EN EL MUNDO	16
2.1. ECOALTERNATIVAS	17
2.2. MATERIALES ECOLOGICOS	17
2.2.1 Madera	18
2.2.2 Tierra	19
2.2.3 Corcho aglomerado	20
2.2.4 Pintura de silicato	21
2.2.5 Plásticos no clorados	21
2.3. TECHOS VERDES	22
2.3.1 Techos extensivos	23
2.3.2 Techos intensivos	24
2.3.3 Beneficios de los techos verdes	25
2.4 ENERGIAS RNOVABLES	25
2.4.1 Energía eólica	27
2.4.2 Energía hidráulica	30
2.4.3 Energía geotérmica	31
2.4.4 Energía mareomotriz	32
2.4.5 Energía solar	32

2.5 AGUAS RESIDUALES	pág. 34
2.5.1 Naturaleza de las aguas a evacuar en la edificación	34
2.5.2 Clasificación de las aguas a evacuar en la edificación	35
2.5.3 Tratamiento de las aguas residuales	35
2.5.4 Objetivo de una red de saneamiento	36
2.5.5 Tecnologías sostenible para el tratamiento de agua	38
2.6. AGUAS PLUVIALES	38
2.6.1 Principales países que utilizan aguas pluviales	40
2.6.1.1 Alemania	40
2.6.1.2 Suiza	42
2.6.1.3 Reino Unido	42
2.6.1.4 China	43
2.6.1.5 Japón	44
2.6.1.6 India	45
2.6.1.7 Singapur	46
2.6.1.8 Australia	48
2.6.1.9 Perú	49
2.6.1.10 Brasil	51
2.7. BENEFICIOS DEL APROVECHAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES	52
3. APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA ATLAS.TI	55
4. ANALISIS DE ECOALTERNATIVAS EN LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE	63
4.1 CONSTRUCCION SOSTENIBLE.	63
5. CONCLUSIONES	69
6. RECOMENDACIONES	70
BIBLIOGRAFIA	

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Componentes del desarrollo sostenible	16
Figura 2. Casas de madera	18
Figura 3. Torre Stadhouse	19
Figura 4. Construcción de tierra	20
Figura 5. Pabellón abovedado de corcho	21
Figura 6. Materiales de un techo verde	22
Figura 7. Techos verdes extensivos	23
Figura 8. Techos verdes intensivos	24
Figura 9. Energías renovables	26
Figura 10. Energía eólica	30
Figura 11. Energía hidráulica	31
Figura 12. Energía geotérmica	32
Figura 13. Energía solar	34
Figura 14. Red unitaria	35
Figura 15. Red separativa	36
Figura 16. Redes doblemente separativas	37
Figura 17. Porcentaje de agua del planeta	38
Figura 18. Red de agua	40
Figura 19. Recolección de agua en Potsdamer platz	41
Figura 20. Provincia de Loess de Gansu	44
Figura 21. Red de aprovechamiento en Japón	45
Figura 22. Aprovechamiento de agua en edificios	47
Figura 23. Universidad tecnológica de Nanyang	48
Figura 24. Techos verdes Universidad tecnológica de Nanyang	48
Figura 25. Sistema de captación de niebla	49
Figura 26. Vivienda sostenible en Perú	50
Figura 27. Proyecto un millón de cisternas	51
Figura 28. Mapa construcción sostenible	57
Figura 29. Alternativa de energías renovables.	58
Figura 30. Alternativa de materiales ecológicos.	59
Figura 31. Alternativa uso de flora.	60
Figura 32. Alternativa de agua.	61

## GLOSARIO

**AGUAS PLUVIALES:** el agua de la lluvia que fluye a través de la superficie de la tierra, en vez de penetrar directamente en ella; llegando finalmente en un río, lago, arroyo, etc.; llevando consigo una variedad de contaminantes y sedimentos de la tierra.

**BAJANTES DE AGUAS LLUVIAS:** tubería vertical encargada del manejo de aguas lluvias. Por medio de esta el agua es transportada al sistema de alcantarillado.

**ESTÁNDARES DE CALIDAD:** se hace referencia a las características óptimas con las que debe contar el agua, dependiendo del uso para el cual se desee emplear.

**FILTRO DE TRATAMIENTO:** herramienta utilizada para realizar purificación de agua, eliminando la mayor cantidad de impurezas que está presente.

**PRACTICAS EMPÍRICAS:** conocimientos adquiridos por medio de la experiencia adquirida al realizar una acción de manera repetitiva.

**PRECIPITACIONES:** “el uso más frecuente de precipitación se halla en el ámbito de la meteorología y nombra al agua que cae a la superficie terrestre desde la atmósfera. La lluvia, el granizo y la nieve, en este sentido, son tipos de precipitación”.

**PROTOTIPO:** “procede de la lengua griega. Este término se emplea para nombrar al primer dispositivo que se desarrolla de algo y que sirve como modelo para la fabricación de los siguientes o como muestra. Lo habitual es que un prototipo se emplee a modo de prueba antes de proceder a la producción”

**RECURSO HÍDRICO:** “cuerpos de agua que existen en el planeta, desde los océanos hasta los ríos pasando por los lagos, los arroyos y las lagunas. El problema es que, aunque en su mayoría son recursos renovables, la sobreexplotación y la contaminación que provocan diversas actividades humanas hacen que los recursos hídricos estén en riesgo. Su capacidad de regeneración muchas veces no resulta suficiente ante el ritmo de uso”



## INTRODUCCIÓN

La construcción sostenible es una de las actividades que contribuyen en los aspectos sociales, económicos, tecnológicos, ecológicos y éticos de un país, es por esto que es deber de ingenieros y arquitectos resolver las necesidades de las personas que ocupan el planeta actualmente, sin agotar los recursos que necesiten las futuras generaciones

Dentro de las construcciones sostenibles encontramos aspectos de renovación y técnicas de implementación que generan alternativas ambientales que contribuyen con las mejoras del ecosistema ya que algunos recursos como las aguas potables se están viendo afectadas por acciones humanas.

El agua es un recurso limitado y disminuir su consumo o permitir su reutilización son algunas de las alternativas que posee el ser humano para minimizar su impacto en los diferentes ecosistemas.

Sin embargo esta reutilización o disminución de aguas es un tema del cual pocos hablan ya que la gran mayoría de personas no tienen conciencia ambiental y no ahorran mediante acciones cotidianas el agua potable que poseen, aunque todo esto se haga involuntariamente sin pretender contaminar, las pocas acciones realizadas con estas aguas son un gran factor que influye en cambio climático del planeta.

Además de esto es alarmante la gran cantidad de agua que se desperdicia a nivel mundial y como poco a poco están escaseando las reservas de agua potable en todo el mundo especialmente en los países más pobres.

La purificación de agua de mar se realiza naturalmente por medio de la desalinización la cual se produce por la evaporación del agua que posteriormente se condensa genera la formación de nubes las cuales producen posteriormente la lluvia por medio de un proceso llamado precipitación, el almacenamiento de esta no es una solución completa para el problema climático pero si hace una contribución significativa al razonamiento de agua potable y al bienestar del medio ambiente.

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. ANTECEDENTES

En la visita realizada del 6 al 12 de febrero de 2017 a Brasil se obtuvo información de construcción sostenible por parte de la ingeniera Ikama Ino, la cual realiza el enfoque de su investigación con respecto a las eco alternativas, en la que en conjunto con una comunidad brasileña utilizan el uso de la flora

Entre las diferentes alternativas encontramos como de combatir el escasez de agua utilizando agua lluvia ya que con esta medida se ahorra agua potable, en países como Inglaterra, Alemania, China el agua lluvia se aprovecha en el riego de cultivos, sanitarios entre otras medidas como normas que obligan a la captación de agua de lluvia de los techos.

En China el gobierno implemento el proyecto “121” para la captación de agua lluvia, con el cual se está suministrando agua a 5 millones de personas y a 1.18 millones de cabezas de ganado.

El programa un millón de cisternas en Brasil dota a los hogares, escuelas y familias agricultoras de cisternas o aljibes que se alimentan de agua de la lluvia. El programa fue creado por el foro regional ASA compuesto por más de 700 ONG de los nueve estados y en él participan otras organizaciones, son los propios beneficiarios quienes construyen estos aljibes con tecnología de bajo coste, y ASA se encarga de ejecutar los proyectos. Además de contar con la colaboración de las familias la construcción se realiza por albañiles locales que reciben capacitación especial. Desde el principio del programa hasta el 20 de febrero de 2006 se han instalado en 956 ciudades en la región semiárida, consiguiendo: 137.965 familias movilizadas, 124.711 familias calificadas para la Gestión de Recursos Hídricos, 3.504 albañiles hombres y mujeres formados y 120.890 cisternas construidas.

En las Islas del Caribe, Tailandia, Singapur, Inglaterra, EUA y Japón entre otros, existe un marco legal y normativo que obliga a la captación de agua de lluvia de los techos.

Isla urbana es un proyecto dedicado a contribuir con la sustentabilidad en México a través de la captación de lluvia. En este país se está viviendo una crisis de agua cada vez más grave que se está combatiendo con la captura de agua lluvia lo cual reduce el flujo de agua a los drenajes mitigando inundaciones que actualmente sufre la ciudad, un sistema de captación que suministra durante 5 y 8 meses de independencia de agua a una familia.

En otro proyecto en Luedecke Strasse (Berlín) el agua de lluvia de todas las áreas del techo se descarga en un drenaje de aguas pluviales y es dirigida a una

cisterna junto con la escorrentía de las calles, plazas de aparcamiento y las vías. El agua es tratada en varias etapas y se utiliza para escusados y riego de zonas verdes. Se estima que con la utilización de este sistema se puede ahorrar un 58% del agua local. También se calcula que en diez años con el aprovechamiento del escurrimiento pluvial, se puede reducir la utilización de agua potable en 2.430 m<sup>3</sup> por año.

Este proyecto será realizado con el fin de mejorar las alternativas que se poseen hoy en día en el tema de construcciones sostenibles enfocándonos en el almacenamiento de agua lluvia con el conocimiento de que el agua potable es un recurso limitado y fundamental para el ser humano en sus actividades básicas como la alimentación, la salud, la higiene, la educación entre otras y que este recurso debe ser cuidado controlando su desperdicio

## 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Descripción del Problema. La construcción sostenible es un tema de gran interés mundial, en el cual se realizan cada vez más innovaciones en sus diferentes ítems de sostenibilidad y según el estudio “Tendencias Globales de Construcción Sostenible 2016” de Dodge Data & Analytics, la construcción sostenible se duplicará en los próximos tres años alrededor del mundo, al pasar de 18% a 37% del total del mercado de la construcción.

Dentro de la construcción sostenible encontramos una alternativas ambientales que se enfocan en el desarrollo sustentable de las diferentes comunidades del mundo, teniendo en cuenta sus necesidades y sus oportunidades para mitigar el impacto ambiental, una de estas alternativas se basa en el consumo del agua potable y se enfoca en reducir el gasto de esta por medio de diferentes alternativas como lo son el almacenamiento de aguas de lluvia

1.2.2 Formulación del Problema. ¿Qué método de recolección de aguas lluvia es más favorable para la construcción sostenible en Colombia?

## 1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general. Establecer alternativas de construcción sostenible enfocada en la racionalización de agua potable soportada en la información encontrada sobre ecoalternativas

1.3.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información de las diferentes ecoalternativas existentes en el mundo aplicadas a la construcción sostenible.

- Analizar la información encontrada de las diferentes ecoalternativas utilizadas en diferentes países por medio del programa Atlas ti.
- Estructurar un documento con las mejores estrategias aplicables para la construcción sostenible teniendo en cuenta una propuesta que implique el uso de aguas pluviales

#### 1.4 JUSTIFICACION

Esta investigación tiene como objetivo principal determinar las opciones más viables para determinar un sistema de almacenamiento de aguas de lluvia para ser utilizado en Colombia. Lo cual puede ser útil para aportar información sobre las diferentes ecoalternativas utilizadas en la construcción sostenible, esto con el fin de dar posibles mejoras al problema de sostenibilidad ambiental que se tiene hoy en día en el mundo.

#### 1.5 DELIMITACION

1.5.1 Espacio. El proyecto se realizara en las instalaciones de la universidad Católica de Colombia, utilizando espacios como biblioteca, salas informáticas entre otros.

Además de esto se realiza instalaciones de la Universidad de Sao Paulo, CRHEA - USP, Represa do Broa, Itirapina – SP, Parque tecnológico EESC- USP, São Carlos – SP, LABORATÓRIOS DEL EESC – USP, Centro de tratamiento de aguas residuales de Rio de Janeiro.

1.5.2 Tiempo. El tiempo para el proyecto inicio en el segundo semestre del 2016 hasta Mayo de 2017.

1.5.3 Contenido. Este trabajo contiene las diferentes ecoalternativas utilizadas dentro de la construcción sostenible, con el fin de escoger la alternativa más viable, para la recolección de aguas de lluvia, con el fin de avanzar científicamente con respecto a temas de sostenibilidad ambiental.

1.5.4 Alcance. Este trabajo contempla, la transferencia de tecnología a Colombia desde otros países como por ejemplo Brasil, en el área de la construcción sostenible enfocado en el aprovechamiento de aguas de lluvias, esto con el fin de proponer las mejores alternativas para un sistema de almacenamiento que reduzca el consumo de agua potable en el país

## 1.6 MARCO REFERENCIAL

1.6.1 Marco Teórico. El reglamento de construcción sostenible está orientado a establecer los parámetros y lineamientos relacionados con el uso eficiente de los recursos de agua y energía en nuevas edificaciones, su objetivo es lograr ahorros hasta del 45% en el consumo de dichos recursos mediante la incorporación de parámetros de sostenibilidad ambiental en el diseño y construcción de las nuevas edificaciones.

Resolución No. 0549 del 10 julio de 2015 la cual tiene como objetivo establecer los porcentajes mínimos y medidas de ahorro en agua y energía a alcanzar en las nuevas edificaciones y adoptar la guía de construcciones sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones.

Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones corresponde al anexo 1 de la Resolución por la cual se establecen medidas de construcción sostenible, es un documento de referencia para el diseño de nuevas edificaciones eficientes en el consumo de agua y energía donde mencionan las medidas eficientes-Agua, recolección y reutilización de agua lluvia.

Manual sobre captación y aprovechamiento del agua de lluvia en zonas áridas y semiáridas en América Latina, la oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe en colaboración con el centro de actividades de combate a la desertificación del PNUMA organizó un taller sobre técnicas de captación o cosecha de agua de lluvia para la agricultura, ganadería y producción Forestal en Zonas Semiáridas en Petrolina, Brasil en septiembre de 1994. En el Taller participaron expertos de Brasil, Guatemala, Chile, México, Perú y Argentina, con experiencia en el tema de captación o cosecha de agua de lluvia, los cuales decidieron colaborar en la preparación de este manual de dos tomos. En el manual, se sigue utilizando las descripciones y definiciones del tomo I, que a su vez se han basado en las del estudio del Banco Mundial, en que la captación de agua de lluvia está definida como la: "colección de escorrentía superficial para su uso productivo", y que puede lograrse de las superficies de tejados, así como de corrientes de agua intermitentes o efímeras.

Iniciativa para edificios sostenibles y clima (UNEP-SBCI) de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA funciona como una plataforma internacional para que los interesados puedan llevar a cabo conjuntamente actividades de apoyo al desarrollo sostenible en el sector de la construcción. La iniciativa también contribuye directamente a las organizaciones, gobiernos y organismos mundiales que formulan recomendaciones y decisiones que afectan al desarrollo sostenible en este sector.

1.6.2 Marco Conceptual. Las ecoalternativas son una serie de opciones amigables con el ambiente que apuntan hacia un desarrollo sostenible, estas soluciones que se presentan como alternativas para aprovechar de forma racional los recursos. Todos los procesos productivos consumen recursos naturales y generan desechos en el proceso de transformación que afectan el ambiente, para minimizar el impacto al ambiente y la huella negativa que se está dejando en el planeta se proponen una serie de alternativas más amigables con el entorno, entre estas alternativas encontramos el uso de la energía, el suelo, el agua, el aire, la flora y fauna

Sistema de captación de agua de lluvia: Es cualquier tipo de ingenio para la recolección y el almacenamiento de agua de lluvia, y cuya viabilidad técnica y económica depende de la pluviosidad de la zona de captación y del uso que se le dé al agua recogida.

La lluvia es la precipitación de partículas líquidas de agua de diámetro mayor de 0,5 mm o de gotas menores pero muy dispersas. Si no alcanza la superficie terrestre no sería lluvia, sino virga y si el diámetro es menor, sería llovizna. La lluvia se mide en milímetros.

La lluvia depende de tres factores: la presión atmosférica, la temperatura y especialmente la humedad atmosférica.

La cosecha de agua de lluvia es según la SEMARNAT La captación de la precipitación pluvial para usarse en la vida diaria. Este tipo de práctica ayudaría en gran medida a bajar la explotación de los mantos freáticos ya que se dejaría de usar agua que podría ser potable (después de pasar por algún filtro) y en vez de eso utilizar el agua de lluvia en cosas como el baño, regar plantas, entre otras cosas, todo esto reduciría también nuestra huella hidrológica. Actualmente este tipo de práctica es cada vez más popular en climas áridos que es en donde sufren mayor escasez de agua.

Área de captación: Lugar donde se almacenan los escurrimientos de agua de lluvia, antes de realizar su disposición final. Por lo general se utilizan superficies como los techos de las casas, escuelas, almacenes que deben estar impermeabilizados. También se puede captar el agua que escurre de calles o estacionamientos por medio de canales.

Tanques de almacenamiento: Se trata de tinacos o sistemas modulares en donde se conserva el agua de lluvia captada, se pueden situar por encima o por debajo de la tierra. Deben ser de material resistente, impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración y estar cubiertos para impedir el ingreso de polvo, insectos, luz solar y posible contaminantes. Además, la entrada y la descarga deben de contar con mallas para evitar el ingreso de insectos y animales; deben estar dotados de dispositivos para el retiro de agua. Deben ser de un material inerte, el hormigón armado, de fibra de vidrio, polietileno y acero inoxidable son los más recomendados.

## 1.7 METODOLOGÍA

1.7.1 Tipo de Estudio. El tipo de estudio utilizado para el presente trabajo es de tipo descriptivo el cual se lleva a cabo a nivel global, recolectando toda la información posible para poder definir las mejores alternativas para el aprovechamiento de aguas de lluvia.

### 1.7.2 Fuentes de Información

- Libros electrónicos
- Noticias
- Informes técnicos
- Revistas
- Páginas empresariales

## 1.8 DISEÑO METODOLOGICO

- Recolección de información sobre la construcción sostenible, y alternativas ecológicas implementadas a nivel mundial.
- Asistencia a conferencias en la visita técnica a la Universidad de Sao Paulo USP en Brasil, para la semana de la ciencia y tecnología.
- Recopilación de información obtenida en la visita técnica realizada a Brasil.
- Investigación de países que implementen todo tipo de ecoalternativas.
- Aplicación de la herramienta Atlasti con el fin de procesar la información encontrada en las diferentes fuentes de información.
- Realizar un análisis de los resultados obtenidos de la herramienta Atlasti con el fin de identificar las mejores alternativas para la construcción sostenible.

## 2. CONSTRUCCION SOSTENIBLE Y ECO ALTERNATIVAS EN EL MUNDO.

La globalización para Montilla<sup>1</sup> es un tema que impacta directamente en la transformación mundial en aspectos económicos, sociales, tecnológicos, políticos y culturales desde ya hace aproximadamente dos décadas. Este crecimiento progresivo del desarrollo socioeconómico ha generado mayores impactos al medio ambiente debido a las crecientes demandas de recursos naturales, lo que genera

---

<sup>1</sup> MONTILLA MORENO PEDRO J. La construcción de edificios sostenibles. Perspectivas, estrategias y retos en Latinoamérica. Merida: Ecodiseño & sostenibilidad, 2010. p.181

una preocupación en la comunidad mundial que ha reaccionado un poco lento y tarde con respecto a la protección ambiental.

Abordando esto se empieza a trabajar con construcción sostenible la cual está comprometida con el medio ambiente en reducir los impactos ambientales que se generan en el momento de construir tanto edificios como espacios urbanos.

La construcción sostenible se basa en los siguientes principios ecológicos:

- Conservación de recursos.
- Reutilización de recursos.
- Utilización de recursos Reciclables y Renovables en la construcción.
- Consideraciones respecto a la gestión del ciclo de vida de las materias primas utilizadas, con la correspondiente prevención de residuos y de emisiones.
- Reducción en la utilización de la energía.
- Incremento de la calidad, tanto en lo que atiende a materiales, como a edificaciones y ambiente urbanizado.
- Protección del Medio Ambiente.
- Creación de un ambiente saludable y no tóxico en los edificios

Con esto la construcción sostenible busca abarcar el equilibrio entre el aspecto social, ambiental y económico.



Figura 1. Componentes del desarrollo sostenible.



Fuente. GOOGLE. Componentes del desarrollo sostenible [en línea].Bogotá: Google [citado 9 marzo, 2017]. Disponible en Internet:< URL: [https://www.google.com.co/search?q=construccion+sostenible&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiQ7qub05PTAhVG7SYKHYP\\_AEIQ\\_AUIBigB&biw=1366&bih=613#tbm=isch&q=construccion+sostenible+social+economico+ambiental&imgcr=YyIQCSP8Q58SSM:>](https://www.google.com.co/search?q=construccion+sostenible&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiQ7qub05PTAhVG7SYKHYP_AEIQ_AUIBigB&biw=1366&bih=613#tbm=isch&q=construccion+sostenible+social+economico+ambiental&imgcr=YyIQCSP8Q58SSM:>)

## 2.1 ECOALTERNATIVAS

Son tecnologías amigables con el medio ambiente implementadas en la construcción sostenible, creadas para satisfacer necesidades de los seres humanos con el mínimo impacto posible, estas se caracterizan por:

- Uso de materiales amigables con el ambiente.
- Utilizar recursos naturales.
- Beneficiar a la salud de las personas.
- Ahorrar energía y agua

## 2.2 MATERIALES ECOLOGICOS.

“La selección de los materiales y los componentes de un edificio influyen directamente en el diseño y en rendimiento del edificio”<sup>2</sup> el impacto que generan los materiales de construcción convencionales (hierro, aluminio, cobre, cemento) afectan directamente al medio ambiente, desde su extracción y transformación, por esto es un tema que profesionales como arquitectos e ingenieros deben tratar, estableciendo nuevas alternativas de construcción en todo el mundo. Es por eso que ahora se ven más construcciones que implementan materiales amigables con

---

<sup>2</sup> BORSANI, Maria. Estrategias, Alcances y aplicación de los materiales ecológicos como generadores de habitad urbanos sostenibles. Catalunya: Facultad de arquitectura. Master, 2016, p. 30

el medio ambiente, estos materiales deben ahorrar energía en su proceso de extracción, elaboración y utilización, evitar contaminar, no afectar la salud pública y ser reciclables.

Algunas de las características que se buscan en estos materiales es que sean:

- Naturales.
- Alta duración.
- Reciclables.
- Biodegradables.
- Reutilizables.
- Saludables.

Entre los materiales que podemos implementar en la construcción sostenible están:

2.2.1 Madera. La madera es uno de los materiales más utilizados en la construcción sostenible, “es un producto de origen natural, reciclable y renovable, cuyo proceso productivo con relación a otros productos industrializados ofrece menos residuos, requiere un bajo consumo energético y respeta la naturaleza y el medio ambiente”<sup>3</sup>.

Figura 2. Casas de madera



Fuente. OVACEN. La madera en arquitectura y construcción [en línea].Bogotá: Ovacen [citado 9 marzo, 2017]. Disponible en Internet:< URL: <https://ovacen.com/la-madera-en-arquitectura/>>

<sup>3</sup> OVACEN. La madera en arquitectura y construcción [en línea]. Bogotá: OVACEN [citado 9 marzo, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <https://ovacen.com/la-madera-en-arquitectura/> >

La construcción con madera es relativamente económica si se compara con otros materiales, además es un material que se puede renovar 100% si se practica adecuadamente la tala de árboles en bosques certificados, este material puede ser transformado fácilmente mitigando el impacto ambiental además de esto posee una gran resistencia, actualmente el edificio más alto construido en madera es la Torre Stadhaus ubicada en Londres, esta construcción tiene 10 pisos y esta hecha sobre una cimentación de hormigón.

Figura 3. Torre Stadhaus.



Fuente. OVACEN. Torre Stadhaus [en línea]. Bogotá: Ovacen [citado 9 marzo, 2017]. Disponible en Internet:< URL: <https://ovacen.com/wp-content/uploads/2014/04/edificio-construido-con-madera.png>>

2.2.2 Tierra. La tierra es un material de construcción que se utiliza desde hace millones de años y que poco a poco fue perdiendo valor en la edificación, con el paso del tiempo la contaminación ambiental a forzado a las personas a buscar materiales reciclables, es allí donde aparece nuevamente este material, solo que ahora se está utilizando con nuevas tecnologías que mejoran su uso.

La tierra es un producto 100% reciclable que no está asociada con prácticas que afecten el medio ambiente en sus procesos de extracción y transformación por lo que es un material respetuoso con el calentamiento global, además de esto “al utilizar muros gruesos tiene una gran capacidad de almacenar el calor y cederlo

posteriormente (calidad conocida como inercia térmica)”<sup>4</sup> y es un recurso muy económico.

Figura 4. Construcción de tierra



Fuente. OVACEN. Construcción de tierra [en línea]. Bogotá: Ovacen [citado 9 marzo, 2017]. Disponible en Internet: <URL: <https://ovacen.com/wp-content/uploads/2014/07/edificio-arquitectura-ricola.jpg>>

Para esta estructura se utilizaron bloques de tierra comprimidos (BTC) que “son elementos prismáticos usados en obras de fábrica, se obtienen de aplicar presión a la tierra en el interior de un molde, de esta forma se mejora las propiedades mecánicas del material”<sup>5</sup>.

2.2.3 Corcho aglomerado. “Es un producto natural que tiene excelentes prestaciones como aislante térmico y acústico. Su conductividad es muy baja, es permeable a la radiación terrestre, es ignífugo, imputrescible, no acumula electricidad estática, no emite vapores ni partículas tóxicas, y no absorbe humedad por lo que mantiene sus cualidades aislantes”<sup>6</sup>.

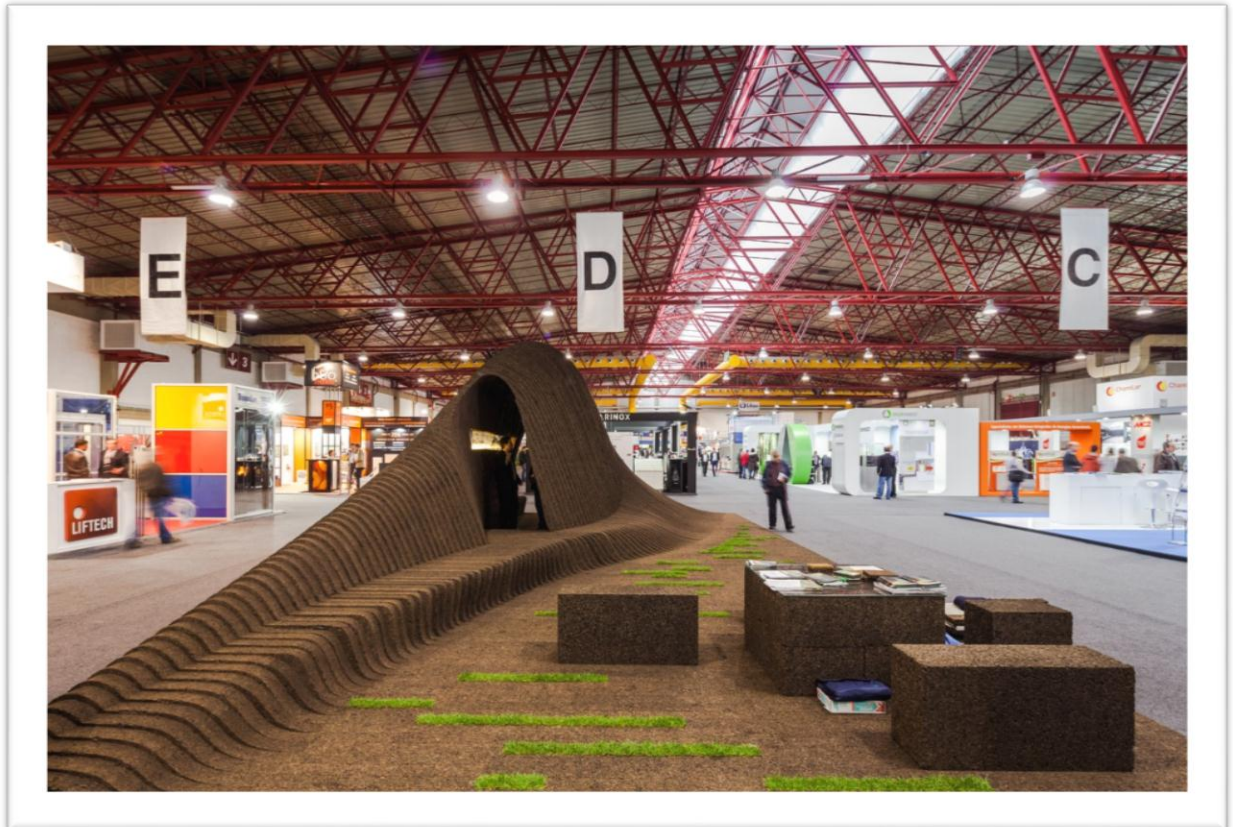
---

<sup>4</sup> OVACEN. La tierra que busca su protagonismo en la arquitectura [en línea]. Bogotá: OVACEN [citado 9 marzo, 2017]. Disponible en Internet : <URL: [https://ovacen.com/la-tierra-que-busca-su-protagonismo-en-la-arquitectura/#Construccion\\_natural](https://ovacen.com/la-tierra-que-busca-su-protagonismo-en-la-arquitectura/#Construccion_natural)>

<sup>5</sup> OVACEN. La tierra que busca su protagonismo en la arquitectura [en línea]. Bogotá: OVACEN [citado 9 marzo, 2017]. Disponible en Internet : <URL: [https://ovacen.com/la-tierra-que-busca-su-protagonismo-en-la-arquitectura/#Construccion\\_natural](https://ovacen.com/la-tierra-que-busca-su-protagonismo-en-la-arquitectura/#Construccion_natural)>

<sup>6</sup> GOOGLE. Guía de materiales para la construcción sostenible [en línea]. Bogotá: [citado 12 marzo, 2017]. Disponible en Internet : <URL:

Figura 5. Pabellón Abovedado de corcho.



Fuente. ARCHDAILY. Pabellón Abovedado de corcho [en línea].Bogotá: [citado 13 marzo, 2017]. Disponible en Internet:< URL <http://www.archdaily.co/co/02-317300/pabellon-abovedado-de-corcho-pedro-de-azambuja-varela-maria-joao-de-oliveira-emmanuel-novo>>

2.2.4 Pintura de silicato. Es una pintura mineral que se hace con silicato potásico, este tipo de pinturas no posee componentes volátiles por lo que es de baja toxicidad por lo que no genera problemas en la salud humana ni el medio ambiente.

2.2.5 Plásticos no clorados. Estos plásticos son hechos con polipropileno, poli butileno y polietileno, los cuales son mejores materiales a utilizar a cambio de tubos de P.V.C., hierro cobre, fibrocemento entre otros en instalaciones eléctricas, sanitarias o de fontanería.

---

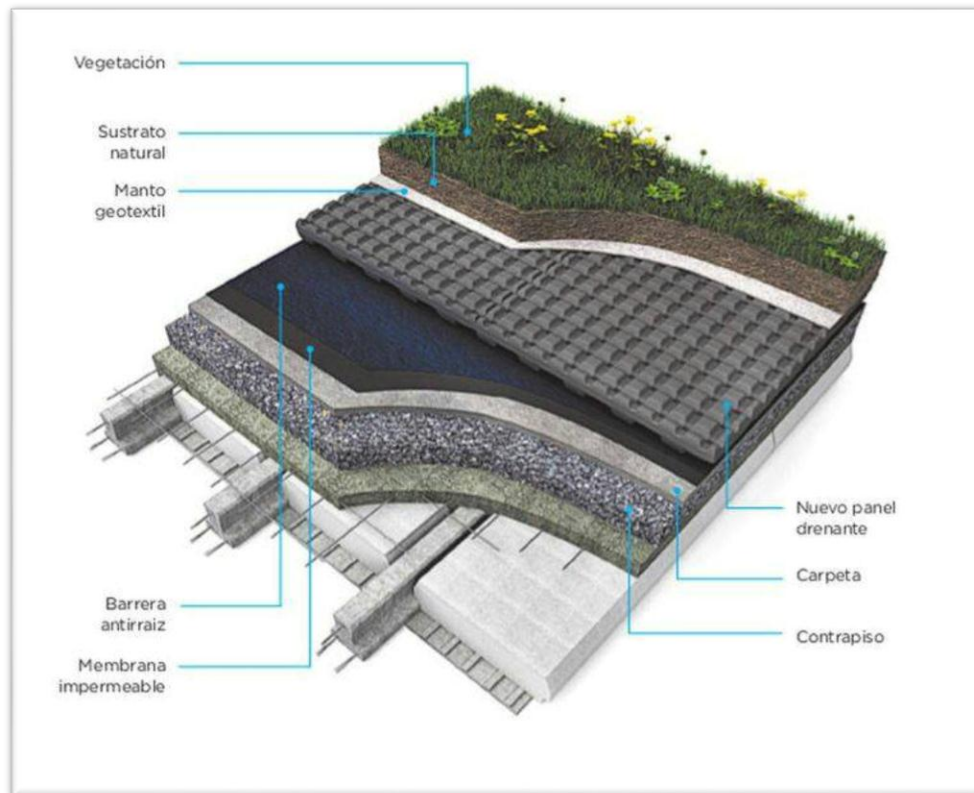
<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:xmcUEF3mOekJ:https://www.coatmu.e/s/descarga.php%3Fdocumento%3Dfd1332504912.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co> >

## 2.3 TECHOS VERDES

“Los principales problemas del crecimiento acelerado de las ciudades son la escasez de espacios verdes y el aumento de la temperatura urbana, y en consecuencia la reducción de la calidad medioambiental”<sup>7</sup>, es por eso que se crean alternativas como los techos verdes que son jardines instalados en las terrazas o azoteas de edificios, esto también con el propósito de minimizar los problemas que están afectando el medio ambiente.

A continuación se presenta una figura que muestra los materiales que debe tener un techo verde.

Figura 6. Materiales de un techo verde.



Fuente. PINTEREST. Materiales para un techo verde [en línea].Bogotá: Pinterest [citado 17 marzo, 2017]. Disponible en Internet:< URL <https://es.pinterest.com/pin/304133781064280612/>>

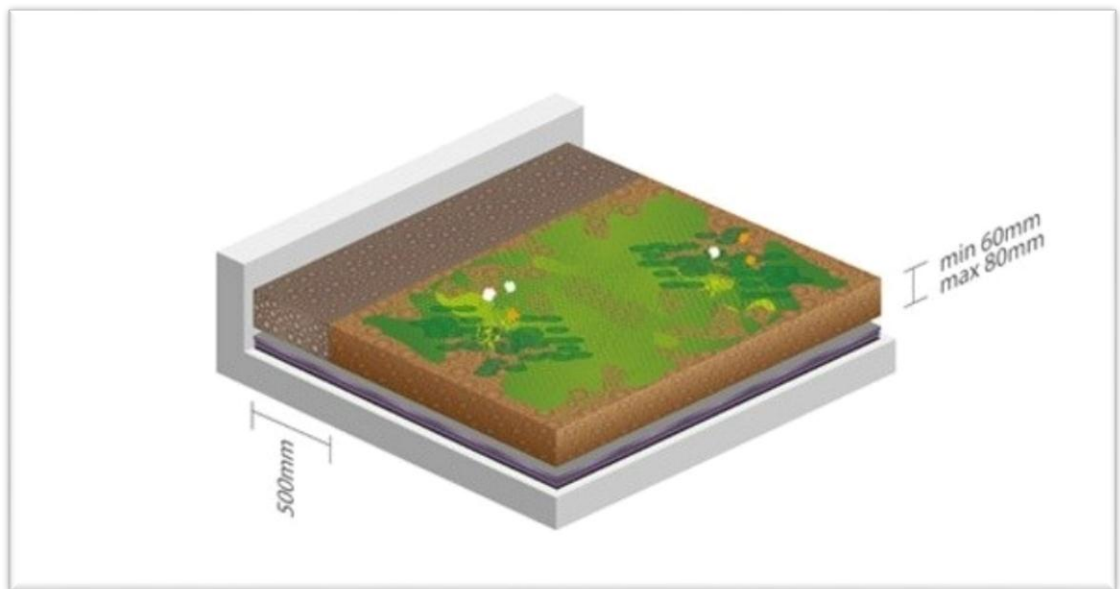
<sup>7</sup> ECOHABITAR. Nuevo sistema de cubierta verde ligera urbanspace. En: EcoHabitat. 06 –10, 2015

Existen dos tipos de techos verdes:

- Techos extensivos.
- Techos intensivos

2.3.1 Techos extensivos. “Los tejados extensivos actúan como una capa con funciones ecológicas, que tienen beneficios, tanto ambientales como económicos sobre los costes de mantenimiento del edificio donde se implantan (sirven de aislante térmico). Este sistema es el más ligero de todos y el más barato. Siendo el mejor para instalar en los tejados de difícil acceso o en los de gran pendiente”<sup>8</sup>.

Figura 7. Techos verdes extensivos.



Fuente. SUD SOSTENIBLE. Techo verde extensivo [en línea].Bogotá: Ana Abellan [citado 15 marzo, 2017]. Disponible en Internet:< URL <http://sudsostenible.com/tipos-de-cubiertas-verdes/#comment-271>>

---

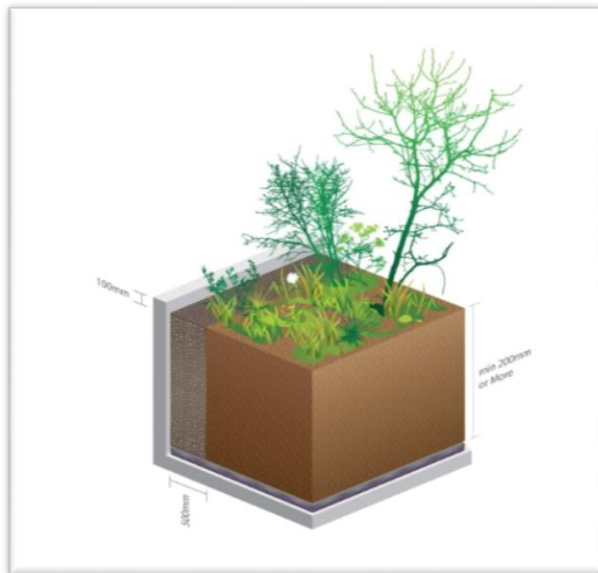
<sup>8</sup>SUD SOSTENIBLE. Tipos de cubiertas verdes [en línea]. Bogotá: Ana abellan [citado 14 marzo, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <http://sudsostenible.com/tipos-de-cubiertas-verdes/#comment-271>>

Las plantas de este tipo de techos pueden ser pastos, flores silvestres y musgos por lo que soportan altas temperaturas, sequías y vientos, algunos de las características más importantes son:

- Se utilizan plantas que no superan los 50 cm.
- El peso de agua saturada no supera los 200 Kg/m<sup>2</sup>.
- Requiere bajas cantidades de agua por riego.
- Procesos de fertilización y mantenimiento mínimo.
- Proceso de maduración de 4 a 6 meses.
- Se utiliza como una capa de protección ecológica.
- Puede emplearse como elemento de drenaje urbano.
- Plantas de crecimiento rápido

2.3.2 Techos intensivos. “La instalación de cubiertas verdes intensivas es comparable a la construcción de un jardín en una cubierta ya que proporcionan beneficios similares a los de pequeños parques o jardines domésticos”<sup>9</sup>.

Figura 8. Techos verdes intensivos.



Fuente. SUD SOSTENIBLE. Techo verde intensivo [en línea]. Bogotá: Ana Abellan [citado 15 marzo, 2017]. Disponible en Internet: <URL <http://sudsostenible.com/tipos-de-cubiertas-verdes/#comment-271>>

<sup>9</sup> SUD SOSTENIBLE. Tipos de cubiertas verdes [en línea]. Bogotá: Ana abellan [citado 14 marzo, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <http://sudsostenible.com/tipos-de-cubiertas-verdes/#comment-271>>



Generalmente este tipo de techo es costoso, se puede plantar árboles, arbustos y jardines vegetados, algunas de sus características más importantes son:

- Se diseñan con fines recreativos.
- Las plantas se demoran en alcanzar su tamaño óptimo.
- Las plantas crecen más de 50 cm.
- Deben instalarse en techos planos o de poca inclinación.
- Necesitan de un mantenimiento similar al de un jardín.

2.3.3 Beneficios de los techos verdes. En las ciudades se ha incrementado notablemente el calentamiento de la atmosfera debido a la gran cantidad de automóviles, edificios e industrias, por lo que utilizar la alternativa de techos verdes genera grandes ventajas como:

- Producción de oxígeno.
- Absorción de CO<sub>2</sub>.
- Filtración de partículas de suciedad en el aire.
- Mejoras en el drenaje de aguas.
- Disminución de superficie de concreto.
- Reducen variación de temperatura.
- Son atractivos visualmente

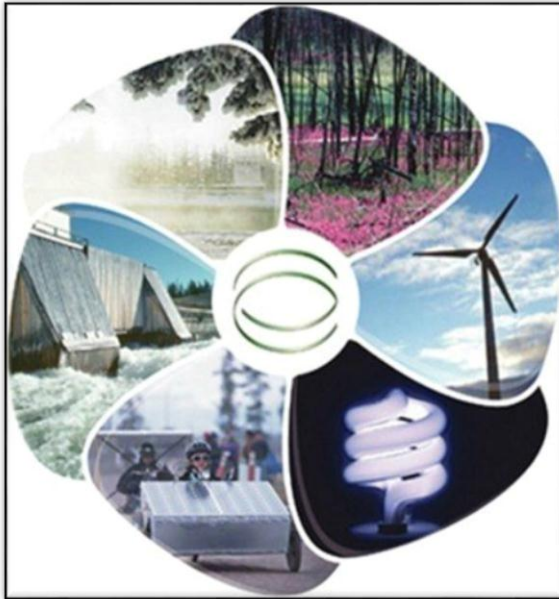
## 2.4 ENERGIAS RENOVABLES

Según Velásquez<sup>10</sup> cuando la energía proviene de fuentes naturales o tiene la capacidad de regenerarse por medios naturales esta es llamada energía renovable, esta energía es aprovechada por la humanidad y a diferencia de los combustibles fósiles su fuente no está limitada y su uso no causa problemas ambientales, las energías renovables son una alternativa que brindaría beneficios a las redes del sistema eléctrico del planeta y una importante contribución para el desarrollo de los países ya que crean menor dependencia de los combustibles fósiles, se producen menores emisiones de gases de efecto invernadero, el proceso es económico ya que el mantenimiento requerido es mínimo y garantiza el buen funcionamiento del sistema, aprovechamiento de los recursos naturales por todos estos beneficios las energías renovables crean menor dependencia de los combustibles fósiles, son una alternativa eficaz y amigable con el planeta.

---

<sup>10</sup> VELÁZQUEZ, Suárez. Impacto de la Generación Eólica y Solar en el sistema eléctrico de Baja California Norte. México D.F: Instituto Politécnico Nacional. Facultad de Ingeniería Eléctrica. Modalidad Posgrado, 2010, p. 120

Figura 9. Energías Renovables.



Fuente. ERENOVABLE. Energías renovables [en línea] Madrid: Fernando [citado 18 marzo, 2017]. Disponible en Internet:< URL <http://erenovable.com/energias-renovables/>>

Entre los diferentes tipos de energías renovables se encuentran: la energía hidráulica, energía eólica, energía solar, energía geotérmica, energía mareomotriz y energía de la biomasa.

Las energías renovables son una de las opciones eficientes y conservadoras para reemplazar a los combustibles fósiles y cubrir la demanda mundial de servicios energéticos, estas permiten suministrar electricidad, pueden ser adoptadas en lugares de consumo urbano y rural.

El costo de la energía en ciertas tecnologías de la energía renovable es alto debido a las regiones donde se implementa, las características tecnológicas, aunque la mayoría de las energías renovables siguen siendo competitivas y permiten prestar servicios competitivos en determinadas circunstancias; los avances tecnológicos han disminuido el costo de las energías renovables y en el futuro se estima que estos costos sigan reduciendo aún más, la implementación de políticas transparentes podrían reducir riesgos la hora de invertir, facilitan la implantación de la energía renovable y la evolución de aplicaciones de bajo costo.

En varios países los sistemas de suministro de energía han ido evolucionando a lo largo del tiempo y han distribuido de manera rentable y eficiente electricidad, gas, calor y vectores energéticos en el transporte de suministros de servicios energéticos útiles a los usuarios finales esto podría exigir con el tiempo cambios en las políticas y que estos puedan dar lugar a una mayor implantación de modo que pueda suministrarse un mayor porcentaje de energías renovables.

La exigencia de energías renovables de una variedad completa de servicios energéticos a las comunidades de los países desarrollados y en desarrollo llegara a exigir inversiones considerables en infraestructura y nuevas tecnologías, Los sistemas de suministro de energía están evolucionando continuamente, algunos recursos de la energía renovable tienen predicción limitada y llegan hacer variables mientras que otros presentan especificaciones técnicas diferentes a las de los combustibles fósiles. Estas características de los recursos de la energía renovable pueden llegar a causar dificultad en la integración y acarrear costos adicionales, especialmente cuando se alcanzan índices elevados de implantación de las energías renovables.

Las energías renovables contribuyen en gran parte al desarrollo sostenible claro está que esto depende de la evaluación en el contexto de cada país, las contribuciones que trae son el desarrollo social y económico, el aporte de energía, la reducción del impacto ambiental y así mismo de la salud de la población, estas contribuciones conllevan a formular medidas económicas, sociales y medioambientales adecuadas.

El analizar e integrar los procesos de planificación, las políticas y la implantación puede llegar hacer muy útil para anticipar y superar las barreras que se puedan presentar así como al aprovechar las oportunidades de la implantación de la energía renovable, crear conciencia de aceptación por parte de la población es un factor importante para avanzar en la implantación de la energía renovable ya que de esta manera se podrían cumplir los objetivos en la mitigación del cambio climático, se podría pensar que crear esta conciencia se tomaría como una tarea fácil pero no se consigue de esta manera debido a la resistencia al cambio que se presenta por parte de la naturaleza humana y la falta de interés en lo que podría pasar en el futuro si no se toman medidas para reducir el impacto ambiental.

Teniendo en cuenta el proceso de desarrollo hay que tener una idea clara de los correspondientes costos y beneficios sociales.

2.4.1 Energía eólica. Es una de las fuentes de energía renovable, esta utiliza el viento a través de turbinas que convierten la energía cinética en electricidad.

“El rotor que es donde se encuentran ubicadas las aspas y donde se realiza la principal función del sistema de conversión las cuales convierten la energía oscilante del viento en energía mecánica, el generador absorbe la potencia mecánica y la va convirtiendo en energía eléctrica la cual es suministrada a una

red eléctrica. La caja de engranajes adapta el rotor a la velocidad del generador, la electricidad producida en el generador baja por cables hasta el transformador del parque eólico allí se eleva la tensión hasta que alcanza”<sup>11</sup>

La tensión nominal de la red eléctrica, lo que es necesario dado que para inyectar energía a la red esta electricidad ha de tener la tensión igual a la de la red eléctrica.

La fuerza del viento esta siempre cambiante debido a las estaciones del año este es el mayor impedimento para la contribución de la energía.

“El viento se produce debido a que el sol calienta las diferentes zonas del planeta desigual lo que provoca el movimiento del aire que rodea a la tierra y así produciéndose el viento; el viento es energía en movimiento que es útil para la humanidad, las mejores localizaciones para los aerogeneradores son en el mar o muy cercanas a la costa con escasa vegetación ya que allí el viento sopla con mayor fuerza sobre las colinas es otro lugar donde el viento sopla con fuerza y es viable localizar aerogeneradores”<sup>12</sup>

En la actualidad las turbinas eólicas más grandes de existen llegan a medir más de 150m de alto y cuentan con una capacidad de 5MW. “En particular la energía eólica es la tecnología que mayor peso tiene en el crecimiento de Europa y en el futuro de la generación a partir de este tipo de fuentes, apoyados por los avances tecnológicos y mejoras económicas de las turbinas eólicas. De acuerdo con algunas estimaciones se prevé que la capacidad de generación eólica instalada llegue a representar el 18% del total mundial y en Europa se cuente con 180000 MW en 2020”<sup>13</sup>.

Por medio de las Aero turbinas se realiza el mayor aprovechamiento de la energía eólica ya que estas pueden transformar esta energía en energía mecánica y eléctrica por medio de aeromotores que se han utilizado para actividades como el bombeo de agua y aerogeneradores que sobre sus palas inciden el viento lo que hace que se produzca trabajo mecánico de rotación que mueve el generador y produce electricidad. Los aerogeneradores pueden llegar a tener una vida útil hasta de más de 20 años y su disponibilidad es del 98% esto quiere decir que su disposición de funcionamiento es del 98% de las horas del año solo se requiere de una revisión de mantenimiento cada 6 meses lo cual hace económico su sostenimiento a comparación de otros sistemas.

Los parques eólicos son un sistema formado por un grupo de aerogeneradores tales como Parques eólicos interconectados en donde el propietario del parque es

---

<sup>11</sup> VELÁZQUEZ, Op. Cit., p. 12

<sup>12</sup> SCHALLENBERG, Julieta. Energías renovables y eficiencia energética. 1 Ed. Canarias: ISBN, 2008. p. 143

<sup>13</sup> VELÁZQUEZ, Op. Cit., p. 8

un productor más de electricidad donde la compañía eléctrica se encuentra obligada por ley a permitir la conexión de los aerogeneradores a la red eléctrica y a comprar la producción total de electricidad, basados en un sistema de precios establecidos a nivel nacional para la energía eólica. Los Parques eólicos con consumos asociados (autoconsumo) allí la electricidad que producen por los aerogeneradores es utilizada para el consumo propio y si llega a ver un excedente de electricidad se conecta en la red eléctrica por último se encuentran los Parques eólicos aislados que son aquellos que abastecen un consumo puntal y no tienen ningún tipo de conexión con alguna red eléctrica.

La disponibilidad, las horas equivalentes y el factor de capacidad son los parámetros por los cuales se caracteriza la eficacia de un aerogenerador de esta manera se estima la energía eléctrica generada.

La energía eólica afecta al medio ambiente al realizarse la instalación del parque eólico ya que produce impacto visual debido a la gran concentración de máquinas en el campo provocando impacto paisajístico otra afectación que se produce es el impacto sobre las aves se han realizado estudios donde concluyen que este impacto es mínimo frente al producido por causas naturales. “Un estudio español ha determinado que la tasa de colisiones de aves es del 0,1%. Estudios similares realizados en Dinamarca han concluido que las aves se acostumbran rápidamente a los aerogeneradores y desvían su trayectoria de vuelo para evitarlos”. El impacto acústico es otra de las afectaciones al realizarse la instalación debido al ruido causado por los aerogeneradores, en los últimos años se han realizado investigaciones al respecto y han conseguido disminuir el ruido<sup>14</sup>Es importante tener en cuenta el impacto causado por la fabricación, el transporte, la instalación, el funcionamiento y el desmantelamiento de las turbinas eólicas.

Con respecto a la mitigación del cambio climático se puede llegar a reducir notablemente las emisiones de gases de efecto invernadero tanto a corto como a largo plazo principalmente por el desplazamiento de la electricidad generada mediante combustibles fósiles “según se estima, la intensidad de emisión de GEI de la energía eólica está comprendida entre 8 y 20 g CO<sub>2</sub>/kWh en la mayoría de los casos, con unos períodos de retribución de entre 3,4 y 8,5 meses. Además, la gestión de la variabilidad de la energía producida no parece haber rebajado mucho los beneficios de la energía eólica en lo que se refiere a las emisiones de GEI”.

---

<sup>14</sup> SCHALLENBERG, Op.cit., p. 81

Figura 10. Energía Eólica.



Fuente. TWENERGY. Energía eólica [en línea] Ponferrada: Calvo Marta [citado 18 marzo, 2017]. Disponible en Internet:< URL <https://twenergy.com/a/que-es-la-energia-eolica-382>>

2.4.2 Energía hidráulica. Dicha energía renovable se produce debido al movimiento del agua, se obtiene por el aprovechamiento de la energía cinética y el potencial de las corrientes.

Las centrales hidroeléctricas producen la energía, estas instalaciones permiten aprovechar las aguas en movimiento las cuales son represadas y se dejan caer por una tubería que tiene en la salida una turbina que gira al caer el agua, este movimiento hace que el generador se active y se obtenga de esta manera la electricidad. La producción de esta energía renovable tiene una gran ventaja y es que llega a ser constante y previsible a diferencia de otras y se puede utilizar de manera óptima para satisfacer la demanda eléctrica base de la población.

Las centrales hidroeléctricas están clasificadas en:

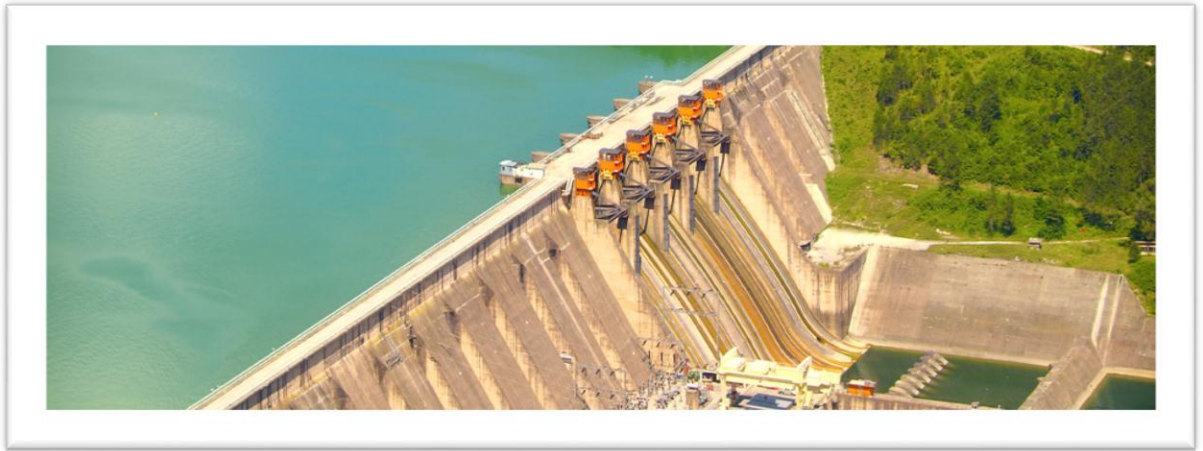
- Centrales hidráulicas que son centrales con una potencia instalada mayores de 10 MW.
- Centrales mini hidráulicas que son centrales con una potencia instalada menor de 10 MW.

Generan impacto ambiental en su construcción ya que al represar el agua altera el ecosistema de la fauna y flora, así mismo con el desplazamiento de materiales para la instalación causan daños que pueden durar muchos años en subsanar y sin embargo este daño nunca será remediado debido a que el traslado de la fauna

y flora del sector no se acoge de la misma manera a las condiciones de otro sector.

“La energía hidráulica proporciona una quinta parte de la electricidad a escala mundial, con una potencia instalada de 700 GW. En algunos países, la hidráulica constituye la principal fuente energética para la producción de electricidad, como es el caso de Noruega (más del 95% de su electricidad es de origen hidráulico), Brasil (con más del 90%) o Canadá (con un 60%)”.<sup>15</sup>

Figura 11. Energía Hidráulica.



Fuente. TWENERGY. Energía Hidráulica [en línea] Ponferrada: Bollero David [citado 18 marzo, 2017]. Disponible en Internet:< URL <https://twenergy.com/ar/a/energia-hidroelectrica-argentina>>

2.4.3 Energía geotérmica. Esta energía renovable aprovecha el calor natural del interior de la tierra, para producir energía esta utiliza el vapor el cual pasa a través de una turbina que se encuentra conectada a un generador. “Para ello es necesario que la temperatura del agua subterránea sea superior a 150 °C; si se usa la tecnología de ciclo binario, la temperatura puede ser de 100 °C (esta tecnología consiste básicamente en que el agua le cede el calor a otro fluido que vaporiza a menor temperatura)” la producción de esta electricidad no es discontinua pero se presenta una desventaja y es que al transportarse el agua caliente por las tuberías se presenta deterioro por estas.

La producción de calor también se produce a partir de energía geotérmica y se obtiene de dos formas: Aplicaciones de baja y media temperatura y Aplicaciones de muy baja temperatura.

---

<sup>15</sup> SCHALLENBERG, Op.cit., p.100

Figura 12. Energía Geotérmica.



Fuente. TWENERGY. Energía Geotérmica [en línea] Ponferrada: Shikome Yayi [citado 20 marzo, 2017]. Disponible en Internet:< URL <https://twenergy.com/energia/energia-geotermica> >

2.4.4 Energía mareomotriz. Es una energía renovable que aprovecha el ascenso y descenso de las olas del mar y las corrientes oceánicas para producir electricidad, para lograr un aprovechamiento rentable es necesario que la diferencia entre las mareas sea por lo menos de 5 metros. Cabe mencionar que entre una de sus principales desventajas se encuentra el impacto en el medio marino o costero.

“La energía cinética contenida en el movimiento de las olas se puede transformar en electricidad de distintas formas. El gradiente térmico se produce por la diferencia de temperatura entre la superficie marina y la del fondo del mar, las corrientes marinas se pueden aprovechar utilizando turbinas de baja presión de estas maneras se pueden aprovechar los recursos del mar para producir electricidad”<sup>16</sup>.

2.4.5 Energía solar. “Esta energía renovable es la que aprovecha la luz; la generación térmica solar y el uso de luz en electricidad útil para la humanidad. Cuando se presentan altas temperaturas estas ponen a funcionar una turbina de vapor. La energía solar que llega a la superficie de la tierra directamente antes de ser almacenada en el agua o el suelo es llamada energía solar directa mientras que la energía solar directa que se utiliza para producir calor es la energía solar térmica”<sup>17</sup>.

Para el aprovechamiento de la energía solar térmica es usado un colector solar que funciona como el efecto invernadero, este captura la energía radiada por el sol y la convierte en energía térmica. Para su funcionamiento tiene una superficie absorbente por donde circula el fluido, el aislamiento térmico el cual evita las pérdidas de calor, una cascara externa que es la encargada de proteger.

<sup>16</sup> MELFORD, Michael. Fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático. 2011. 227

<sup>17</sup> VELÁZQUEZ, Op. Cit., p. 14



En el mundo existen muchas edificaciones que utilizan energías renovables entre ellos se encuentra el Sun Moon Mansión que es hasta ahora el más grande que funciona con energía solar, utiliza paneles, aislamiento avanzado en paredes y techos que ayudan a reducir un alto porcentaje de energía.

En Colombia la universidad Jorge Tadeo Lozano cuenta con 24 paneles solares y una turbina eólica ubicados en el techo del edificio que permiten aprovechar los recursos naturales y disminuyen la utilización de elementos artificiales, esta universidad tiene como principio fundamental desarrollar biocombustibles utilizando los residuos de la agroindustria

“La energía solar no solo es aprovechada en edificaciones, en Normandía Francia se construyó una carretera cubierta de placas fotovoltaicas que tiene la capacidad de iluminar los espacios públicos de una ciudad de aproximadamente 3400 habitantes. Esta es una fase experimental ya que se tiene previsto instalar más de estas cubiertas fotovoltaicas en todo el país”<sup>18</sup>.

“Como ocurre con otras energías renovables la energía solar causa impacto ambiental esto durante la fabricación de los equipos pero esta suele ser reducida y de fácil control. Las desventajas que presenta esta energía renovable se debe a que un panel solar consume gran cantidad de energía en su fabricación por lo tanto para tener una fuente considerable de energía se requiere mucho espacio, los costos a comparación de otras energías son altos, tienen una dependencia climatológica ya que al haber lluvia se presentan dificultades”<sup>19</sup>.

En los últimos años ha habido avances importantes y se espera que en los siguientes años siga aumentando la presencia de energías renovables y de esta manera contribuir con la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y así conseguir que la temperatura media del planeta no siga subiendo de la manera acelerada como está ocurriendo hasta este momento, los países en desarrollo son quienes más están invirtiendo en las energías renovables y no solo contribuyen con el medio ambiente como ya se mencionaba si no con el desarrollo social y económico del país. En muchos países ya se implementan leyes de energías renovables que incentivan el desarrollo de proyectos uno de estos países es Argentina.

---

<sup>18</sup> EL PAIS. Paris.26, Diciembre, 2016. # 8.

<sup>19</sup> GARCIA, Páez. Sostenibilidad urbana y transición energética: Un desafío institucional. México D.F: Instituto Politécnico Nacional. Facultad de Ingeniería Eléctrica. Modalidad Posgrado, 2010, p. 271

Figura 13. Energía Solar.



Fuente. TWENERGY. Energía Solar [en línea] Ponferrada: López Penélope [citado 20 marzo, 2017]. Disponible en Internet:< URL <https://twenergy.com/a/smartflower-pop-el-girasol-que-genera-energia-solar-2122>>

## 2.5 AGUAS RESIDUALES

Existen cuatro fuentes fundamentales de aguas residuales que son, aguas domésticas o urbanas, aguas residuales industriales, escorrentías de usos agrícolas y pluviales.

“Las aguas residuales son materiales derivados de los residuos domésticos o de procesos industriales, los cuales por razones de salud pública y por consideraciones de recreación económica y estética, no pueden desecharse vertiéndolas sin tratamiento en lagos o corrientes convencionales”<sup>20</sup>

2.5.1 Naturaleza de las aguas a evacuar en la edificación. Las aguas residuales pueden clasificarse en aguas pluviales, fecales, usadas de escorrentía y aguas freáticas. Dependiendo de la procedencia, la naturaleza o composición.

Según Soriano Rull<sup>21</sup>, la clasificación de las aguas de acuerdo a las características mencionadas se definen de la siguiente manera:

<sup>20</sup> BARON, Laura. Aguas Residuales. El cid Editor|Apuntes, 2009. p.42

<sup>21</sup> RULL, Albert. Evacuación de aguas residuales en edificios. Editorial Marcombo, 2009. P 8,9

Las aguas pluviales o aguas blancas provienen de las precipitaciones o lluvias, son recogidas en cubiertas, terrazas, patios y superficies planas o inclinadas que pueden dar a la intemperie estas aguas son consideradas limpias por lo que son aprovechables y recuperables por su condición de no estar contaminadas.

Las aguas fecales hacen referencia a aquellas que arrastran fluidos con residuos sólidos en suspensión. Se recogen desde los inodoros, vertederos, placas turcas existentes en la edificación, la evacuación de estas aguas debe ser rápida, cómoda y eficaz.

Las aguas usadas también denominadas aguas grises son aquellas procedentes de sanitarios o electrodomésticos con un porcentaje casi nulo de arrastre de sólidos de suspensión.

Las aguas de escorrentía son aguas lluvias que se recogen generalmente sobre el suelo urbano, es decir sobre el terreno no edificado, en su recorrido estas tienden a formar un cauce natural o canalizado hacia el alcantarillado

Finalmente las aguas freáticas que hace referencia a aquellas de origen subterráneo que por infiltración penetran en las propias conducciones de saneamiento.

2.5.2 Clasificación de las aguas a evacuar en una edificación. “Dado que la conducción, evacuación y tratamiento de estos cuatro tipos de aguas podría realizarse de forma independiente, para un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos existentes, y puesto que este tratamiento tan selectivo no es en la mayoría de los casos técnica y/o económicamente viable, se opta como solución, agrupar bajo una sola red las aguas fecales junto a las usadas, pasando a recibir dicho agrupamiento la denominación de Aguas residuales”<sup>22</sup>.

Teniendo en cuenta lo anterior las aguas que deben evacuarse en una edificación se clasifican en aguas Pluviales, como se mencionó con anterioridad aquellas que procedan de la lluvia que cae sobre la edificación, y aguas residuales definidas como aquellas procedentes de la unión entre la red de aguas fecales y usadas en el propio edificio.

2.5.3 Tratamiento de aguas residuales. El grado de tratamiento requerido para un agua residual depende fundamentalmente de los límites de vertido para el afluente, Para Remalto<sup>23</sup>, el tratamiento primario se emplea para la eliminación de los sólidos de suspensión y los materiales flotantes, impuesta por los límites tanto de

---

<sup>22</sup> Ibid, p. 10

<sup>23</sup> RAMALTO, Ruben. Tratamiento de aguas residuales. Editorial Reverté S.A. 2003. p.101

descarga al medio receptor como para poder llevar los efluentes a un tratamiento secundario, directamente o pasando por una neutralización.

El tratamiento secundario comprende tratamientos biológicos convencionales. El objetivo del tratamiento terciario es la eliminación de contaminantes que no se eliminan con los tratamientos biológicos convencionales.

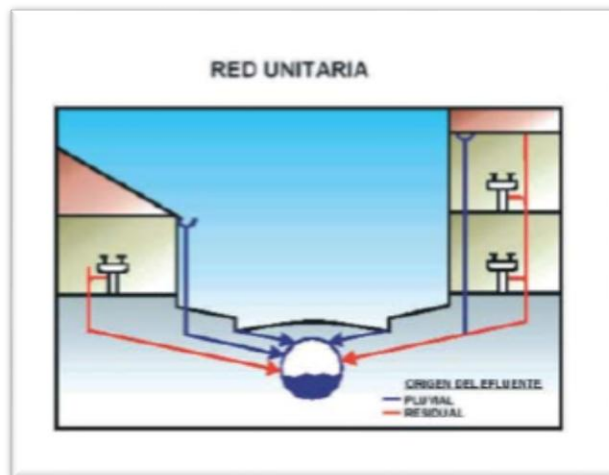
2.5.4 Objetivo de una red de saneamiento. La red de saneamiento según Rull<sup>24</sup> tiene por objetivo reunir las aguas residuales al exterior de las edificaciones, canalizándolas a través de conductos que se conectan a la red de alcantarillado público, que son conducidas a los colectores principales.

Las aguas se canalizan desde los desde los colectores principales que confluyen en las estaciones depuradoras de aguas residuales, allí se lleva a cabo un tratamiento que permite aprovecharlas para nuevas utilidades o devolverlas al medio natural.

Las redes de saneamiento exterior según Albert se clasifican y definen en cuanto a la canalización de aguas que recogen así:

Redes Unitarias: “Constituidas por un solo conducto, en el que se recogen las aguas residuales y pluviales. Su inversión, construcción y mantenimiento son más económicos”<sup>25</sup>.

Figura 14. Red unitaria



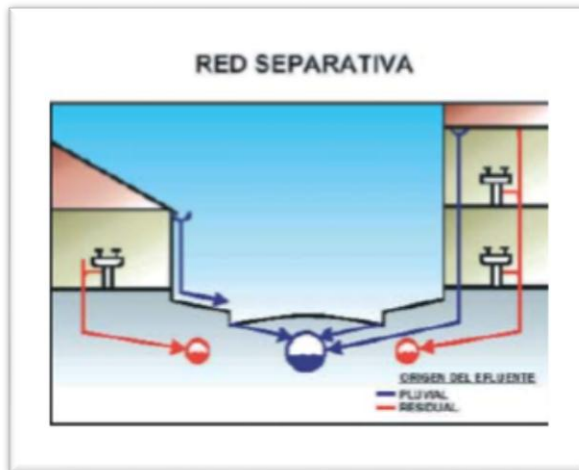
Fuente. RULL, Albert. Evacuación de aguas residuales en edificios [citado 25 marzo, 2017]. Editorial Marcombo, 2007. 11

<sup>24</sup> Ibid. RULL, Albert. Evacuación de aguas residuales en edificios. Editorial Marcombo, 2009. P 8,9

<sup>25</sup> RULL, Op. Cit., p. 11

Redes separativas: “Las aguas residuales y pluviales se recogen independientes, la inversión para su instalación y mantenimiento es mayor, se rentabiliza a medio plazo, debido a los menores costes de depuración y a la mayor racionalidad en el tratamiento y reaprovechamiento de las aguas posteriormente tratadas”<sup>26</sup>.

Figura 15. Red separativa



Fuente. RULL, Albert. Evacuación de aguas residuales en edificios, Red separativa [citado 25 marzo, 2017]. Editorial Marcombo, 2007. 12

Redes seudo- separativas: “Aquellas en las que existe separación entre aguas pluviales y residuales en las calles pero no en las fincas. Hay una doble red, una exclusivamente de pluviales de viales, espacios verdes entre otros, y otra que se recoge las aguas de las fincas, que las que los desagües aguas residuales y pluviales al mismo tiempo”<sup>27</sup>.

Redes doblemente separativas: “Esas redes disponen de conductos separados para las aguas residuales urbanas y las aguas residuales industriales”<sup>28</sup>.

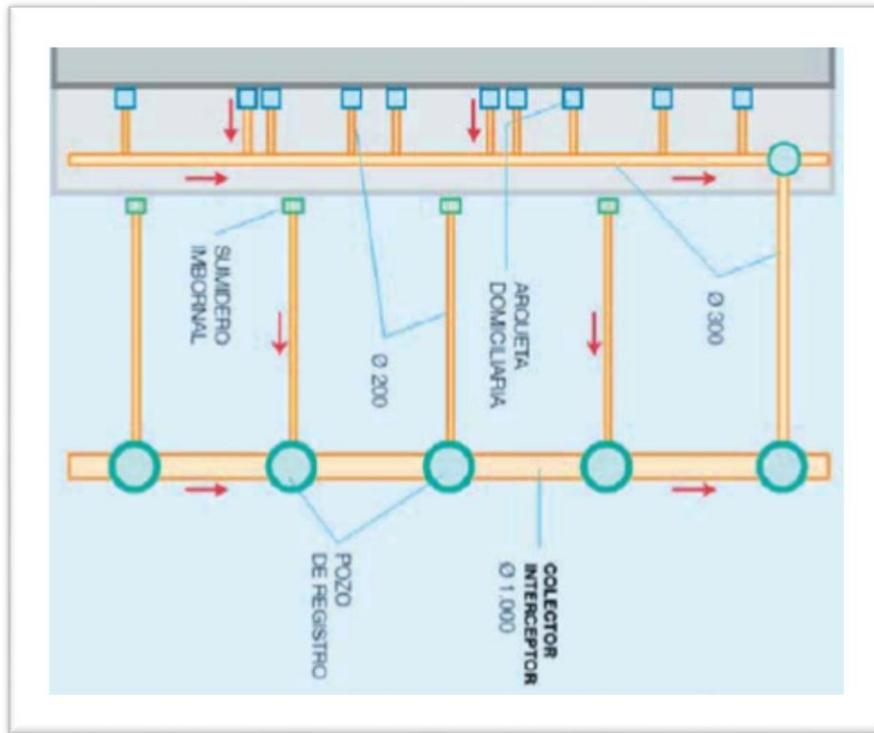
---

<sup>26</sup> RULL, Op. Cit., p. 12

<sup>27</sup> RULL, Op. Cit., p. 12

<sup>28</sup> RULL, Op. Cit., p. 12

Figura 16. Redes doblemente separativas



Fuente. RULL, Albert. Evacuación de aguas residuales en edificios, Redes doblemente separativas [citado 26 marzo, 2017]. Editorial Marcombo, 2007. 12

Esta imagen ilustra el trayecto de las aguas residuales desde su recogida en el exterior de una edificación, hasta la llegada al punto de tratamiento.

2.5.5 Tecnologías sostenibles para el tratamiento de agua. Las tecnologías sostenibles solo son posibles aplicarlas siempre y cuando la comunidad se apropie de ella y sea capaz de operarla, mantenerla y sostenerla a través del tiempo. Las tecnologías convencionales no sostenibles se aplican indiscriminadamente sin atender a la problemática de la región en donde incide.

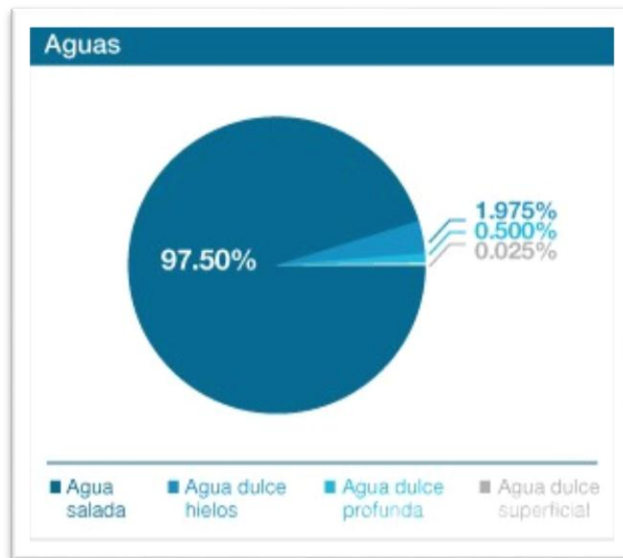
“Para conseguir una gestión integral y sostenible del agua, es fundamental disponer de tecnologías adecuadas tanto para la captación como para el tratamiento, sin olvidar que una fuente alternativa de recursos hídricos se encuentra en la opción del reusó de aguas ya utilizadas”<sup>29</sup>.

<sup>29</sup> MORATO, Jordi, SUBIRANA, Anna, GRIS, Anna. Tecnologías sostenibles para el tratamiento de agua. Red Revista Lasallista de Investigación, 2009. p. 220

## 2.6 AGUAS PLUVIALES

La escasez de agua potable es uno de los problemas a los que se enfrenta el mundo actualmente, ya que a pesar de que el 71% de la superficie del planeta este cubierto de agua y la masa continental solo sea el 29% restante, es claro la mayoría de agua es salada, y solo un pequeño porcentaje representa el agua dulce.

Figura 17. Porcentaje de agua del planeta.



Fuente. GREENPEACE. Disponibilidad del recurso [en línea].Bogotá: Greenpeace [citado 20 marzo, 2017]. Disponible en Internet:< URL <http://www.greenpeace.org/colombia/es/campanas/contaminacion/agua/>>

“Del porcentaje total de agua dulce casi el 79% se encuentra en forma de hielo permanente en los hielos polares y glaciares, por lo tanto no está disponible para su uso. Del agua dulce en estado líquido, el 20% se encuentra en acuíferos de difícil acceso por el nivel de profundidad en el que se hallan (algunos casos superan los 2.000 metros bajo el nivel del mar). Sólo el 1% restante es agua dulce superficial de fácil acceso. Esto representa el 0,025% del agua del planeta”<sup>30</sup>.

<sup>30</sup> GREENPEACE. Disponibilidad del recurso [en línea]. colombia: Greenpeace [citado 25 marzo, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <http://www.greenpeace.org/colombia/es/campanas/contaminacion/agua/>>

En la actualidad se están implementando nuevos sistemas de aprovechamiento de agua ya que es un recurso muy limitado, las aguas pluviales pueden ser utilizadas para labores en las que se utiliza agua potable y no es necesario como:

- Limpieza
- Sanitarios
- Riego
- Procesos industriales

Figura 18. Red de agua



Fuente. CERTIFICADOS ENERGETICOS. [En línea]. Madrid: Red de inodoros y urinarios, riego, limpieza de vehículos y baldeo [citado 28 marzo, 2017]. Disponible en Internet:< URL <http://www.certificadosenergeticos.com/aprovechamiento-agua-lluvia-impedir-aumento-precio> >

Además al detener es escurrimiento pluvial, se evita el aumento de flujo de agua en zonas urbanas lo que genera que se saturen drenajes y provoquen inundaciones.



2.6.1 Principales países que utilizan aguas pluviales. “La captación y reúso de agua de lluvia en el mundo se está viendo como una solución para los problemas de abasto que sufren las grandes urbes cada vez más pobladas y el reto que está suponiendo un clima inestable, de fenómenos cada vez más intensos e impredecibles. El desarrollo urbano también está afectando esta situación debido a que han aumentado las zonas impermeables a la vez que se han destruido los ecosistemas naturales que ayudaban a absorber el agua de lluvia”<sup>31</sup>.

2.6.1.1 Alemania. Es uno de los principales países europeos que almacena aguas pluviales en sus casas, “debido a la polución industrial y la estricta normativa en lo que se refiere al agua potable, el recurso pluvial es utilizado para usos no potables como descarga de sanitarios, lavado de ropa y riego de áreas verdes. Además del ahorro que significa aprovechar el agua de lluvia, las personas que utilizan estos sistemas reciben el beneficio de no tener que pagar la tasa anual que se cobra por descargar el escurrimiento pluvial a los drenajes”<sup>32</sup>.

Un ejemplo de sus grandes proyectos que almacenan agua de lluvias es el Potsdamer Platz, el cual fue creado “con el fin de controlar las inundaciones, utilizar racionalmente el agua de la ciudad y crear un mejor micro clima. El agua lluvia cae en las cubiertas de 19 edificios (32.000 m<sup>2</sup>), se recoge y almacena en un tanque subterráneo de 3500 m<sup>3</sup>. Esta agua es usada para la descarga de inodoros, el riego de zonas verdes (incluyendo techos verdes) y llenar un estanque artificial”<sup>33</sup>

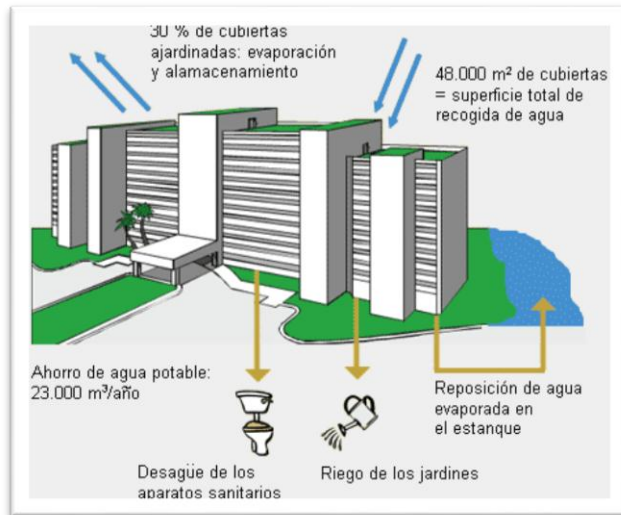
---

<sup>31</sup> HIDRO PLUVIALES. Captación en Alemania [en línea]. Mexico: Hidro pluviales [citado 25 marzo, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <http://hidropluviales.com/captacion-en-el-mundo/>>

<sup>32</sup> HIDRO PLUVIALES. Captación en el mundo [en línea]. México: Hidro pluviales [citado 25 marzo, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <http://hidropluviales.com/captacion-en-el-mundo/>>

<sup>33</sup> GARCIA, Beatriz. Caracterización del agua de lluvia captada en una edificación para su aprovechamiento con fines de sustentabilidad hídrica. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería Ambiental. Modalidad Maestría, 2013, p. 210

Figura 19. Recolección de agua en Potsdamer Platz



Fuente. ZINCO. Recolección de agua en Potsdamer Platz [en línea]. Bogotá: Zinco [citado 28 marzo, 2017]. Disponible en Internet: < [http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/sistemas\\_cubiertas/extensivas/reutilizacion.php](http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/sistemas_cubiertas/extensivas/reutilizacion.php) >

Además de este también existen otros proyectos de aprovechamiento de aguas pluviales como la universidad técnica de Darmstadt y el aeropuerto de Frankfurt en el cual “se implementó un sistema de captación en la mayoría de zonas techadas de la terminal construida en 1993 (área de 26.800 m<sup>2</sup>). El agua es almacenada en 6 tanques que se encuentran en los sótanos, cada uno con una capacidad de 100m<sup>3</sup>. El agua es utilizada para sanitarios, riego y limpieza de los aires acondicionados”<sup>34</sup>

2.6.1.2 Suiza. Este es uno de los países con más compromiso con el desarrollo sostenible a nivel mundial y el manejo responsable de sus recursos naturales por lo que este país cuenta con un sistema de aprovechamiento de agua en el que el agua pluvial captada en las viviendas se utiliza para la descarga de escusados, lavado de ropa, limpieza de autos en “Norrköping se está implementando un proyecto para lograr que las tareas domésticas que necesitan solo de agua de baja calidad sean satisfechas a través de la captación de agua de lluvia, con ello se pretende ahorrar 3800 m<sup>3</sup> de agua al mes por uso en escusados, 3000 m<sup>3</sup> en lavado de ropa y hasta 25 m<sup>3</sup> al mes en la limpieza de vehículos”<sup>35</sup>

2.6.1.3 Reino Unido. Una de las principales causas para utilizar los sistemas de captación de agua pluvial es el incremento de la población y la demanda de agua,

<sup>34</sup> HIDRO PLUVIALES. Aeropuerto de Frankfurt [en línea]. México: Hidro pluviales [citado 28 marzo, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <http://hidropluviales.com/captacion-en-el-mundo/>>

<sup>35</sup> ALCANTARA, Aldo. Implementación de una interfaz hombre máquina para el monitoreo de la captación y tratamiento de agua pluvial para uso doméstico. México: Instituto politécnico Nacional. Facultad de Ingeniería de Automatización. Modalidad pos grado, 2013, p.144

ya que estos factores hacen que se agote el recurso hídrico. Por esta razón se desarrolló un programa que busca reducir gradualmente el consumo de agua de 150 litros por persona a 80.

Los sistemas de captación de agua pluvial se aprovechan para:

- Suministro suplementario de agua para usos no potables como: lavado de ropa, descarga de escusados, riego de jardines y limpieza en general de superficies.
- Reducción de la carga en drenajes como medida de control de escurrimientos.
- Reducir la polución en fuentes de agua, superficiales y subterráneas, el evitar que los escurrimientos arrastren contaminantes y basuras.
- Aumentar las reservas de agua subterránea.

Un punto a favor para la captación de aguas pluviales en Inglaterra fue la creación de la UKRHA (uk rainwater management association) que es la mayor asociación de aguas pluviales de reino unido, esta es la encargada de encargada de promover leyes y negociar con el gobierno acerca de las ventajas de aplicar nuevas tecnologías de aprovechamiento de aguas pluviales. Además de que “reúne a los intereses de las muchas empresas del sector privado, las autoridades del sector público y agencias, empresas de servicios públicos de agua, y las muchas otras organizaciones dedicadas a evitar las inundaciones y las sequías futuras”<sup>36</sup>.

Uno de los últimos proyectos fue el sistema de captación Casas Milenio Verde este “sistema cuenta con 5 tanques para almacenar agua con capacidad para 18 días, está instalado en casas de 4 habitaciones con un área de techo de 153m<sup>2</sup> que deben repartir aproximadamente 95m<sup>3</sup>/año. El sistema debe bombear 3.500 litros. Junto con otras tecnologías de ahorro, redujeron el consumo de agua a 50m<sup>3</sup> por año (50.000 litros)”<sup>37</sup>

2.6.1.4 China. Este país se ha enfrentado a serios problemas de escasez de agua debida a que su densidad poblacionales de las más grandes del planeta por lo que se ha enfrentado a grandes pérdidas tanto ambientales como económicas.

Uno de los lugares donde en que la falta de agua genera las peores condiciones es en la meseta de Loess de Gansu al noroeste del país, esta pequeña zona

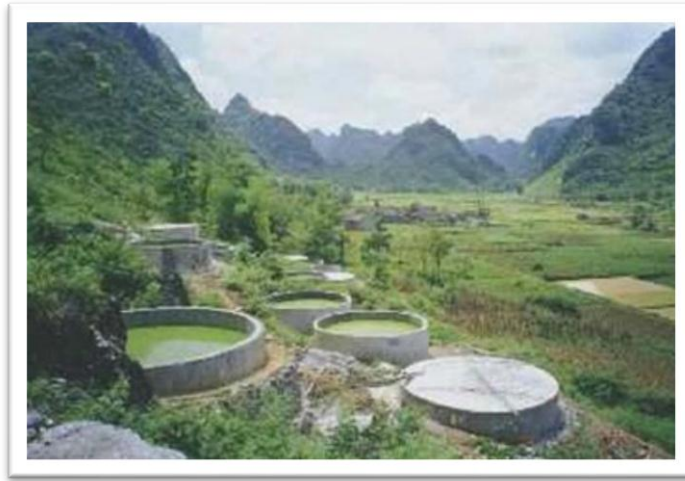
---

<sup>36</sup> UKRMA. uk rainwater management association [en línea]. Reino Unido: Ukrma [citado 15 marzo, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <http://www.ukrma.org/> />

<sup>37</sup> ALCANTARA, Aldo. Implementación de una interfaz hombre máquina para el monitoreo de la captación y tratamiento de agua pluvial para uso doméstico. México: Instituto politécnico Nacional. Facultad de Ingeniería de Automatización. Modalidad pos grado, 2013, p.144

depende casi por completo del agua de lluvia para sus necesidades básicas y el sustento de sus cultivos, pero las lluvias cada año son más escasas por lo “que desde 1988, se han probado eficientes técnicas de captación de agua lluvia y de 1995 a 1996, el gobierno local ha implementado el proyecto llamado “121” para captación de agua lluvia, apoyando económicamente a cada familia para construir un campo de recolección de agua, dos almacenamientos y un terreno adecuado para captar, suministrando agua a 1.2 millones de personas (260,000 familias) y 1.18 millones de cabezas de ganado”<sup>38</sup>

Figura 20. Provincia de Loess de Gansu.



Fuente. HIDROPLUVIALES. Recolección de agua en China [en línea]. México: Hidropluviales [citado 15 abril, 2017]. Disponible en Internet: <<http://hidropluviales.com/captacion-en-el-mundo/>>

2.1.6.5 Japón. En Japón la temporada de lluvias comienza desde primeros de junio hasta octubre cuando la época de tifones termina, su promedio anual es de 1380mm. En la Ciudad se promueve la recolección y la utilización de agua de lluvia, para mitigar la escasez de agua, controlar las inundaciones y tener reserva de líquido en caso de emergencias, se calcula que alrededor de 750 edificios públicos y privados hacen uso de estos sistemas para la utilización del recurso pluvial. En Tokio se desarrolla un sistema urbano a gran escala que establece unas zonas de retención y almacenamiento, con este sistema también se busca la preservación de la naturaleza en los bordes de los ríos y acoplado superficies para que se inunden en la época de lluvia, y así evitar que los desbordamientos afecten otras zonas.

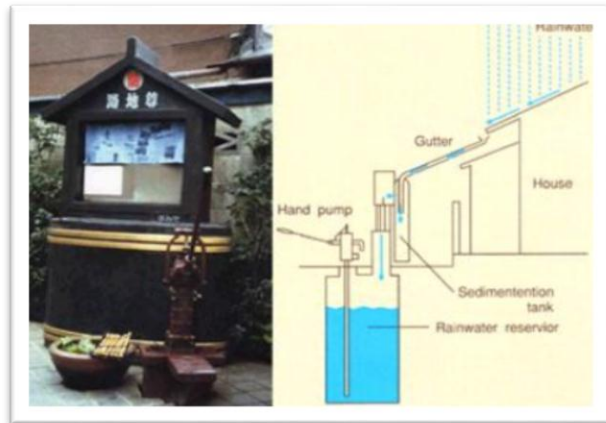
---

<sup>38</sup> GARCIA, Beatriz. Caracterización del agua de lluvia captada en una edificación para su aprovechamiento con fines de sustentabilidad hídrica. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería Ambiental. Modalidad Maestría, 2013, p. 210

“Desde 1994, después de la Conferencia Internacional sobre la utilización de agua de lluvia, hubo un crecimiento sobre la importancia que tiene la recogida de agua de lluvia. A nivel comunitario, una simple y única instalación de utilización de agua de lluvia, "Rojison", se ha establecido por las autoridades locales residentes en el distrito Mukojima de Tokio para utilizar el agua de lluvia recogida de los tejados de las casas privadas para riego de jardines, extinción de incendios y agua potable en las emergencias”.<sup>39</sup>

“Con la utilización del sistema de “Sumida” En el Coliseo de lucha de Sumo Ryogoku Kokugikan, se aprovecha una azotea de 8.400 m<sup>2</sup> como superficie de captación, el agua de lluvia recogida se vierte en un tanque de almacenamiento de 1.000 m<sup>3</sup> y utilizan para limpieza de superficies, baños y aires acondicionados. La municipalidad está ampliando este sistema para las nuevas instalaciones públicas”<sup>40</sup>.

Figura 21. Red de aprovechamiento en Japón



Fuente. COLLET. Recuperación de las aguas de lluvia [en línea].Bogotá: Archdaily [citado 30 marzo, 2017]. Disponible en Internet:< URL: <http://slideplayer.es/slide/2980682/>

2.6.1.6 India. Es el segundo país más poblado del mundo, en el cual “el agua se ha convertido en un grave problema. El sistema hídrico hindú depende básicamente de los ríos Ganges e Indo. Los hindúes disponen de 2.240m<sup>3</sup> por persona/año, cifra que cada año disminuye debido a dos causas, en primer lugar a su fuerte crecimiento demográfico y en segundo lugar por el desarrollo económico

<sup>39</sup> POLO, Christian. Diseño y construcción de una bomba manual de émbolo para cisternas de aguas pluviales y pozos someros, Madrid; Universidad Politécnica de Madrid, Escuela técnica superior de ingeniería y diseño industrial. Modalidad Tesis, 2014, p.112

<sup>40</sup> HIDRO PLUVIALES. Aeropuerto de Frankfurt [en línea]. México: Hidra pluviales [citado 28 marzo, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <http://hidropluviales.com/captacion-en-el-mundo/>>

en que está inmerso el país. Puede decirse que India está cerca del llamado estrés hídrico”<sup>41</sup>.

Debido a esto las autoridades de este país han desarrollado programas que promueven el ahorro y uso eficiente del agua, para esto se han planteado el uso de nuevas tecnologías y técnicas como el aprovechamiento de agua pluvial.

“Los sistemas para captar el agua de lluvia, son de bajo impacto, de poco costo y puede ayudar a aumentar las reservas. Razón por la cual, los gobiernos locales y nacionales están implementando leyes y buscando fondos que lleven a fomentar y aumentar la captación de lluvia. Un 50% de los fondos de desarrollo rural son usados para promover sistemas de cosecha de lluvia en el campo”<sup>42</sup>.

Los sistemas de captación de agua de lluvia se han implementado obligatoriamente en algunos estados. Por ejemplo:

En la ciudad de Mumbai, el Municipal Corporation of Greater Noida (MCGM) ha aprobado recientemente una ley que obligue a los grandes edificios a reciclar el agua residual. Según la ley todos los edificios en áreas de más de 2.000 metros cuadrados o con más de 60 viviendas están obligados a reciclar el agua y utilizarla para fines no potables. Para fomentar esta iniciativa la corporación ha propuesto un descuento del 25% en los impuestos sobre agua y alcantarillado

En nueva delhi “desde junio de 2001, el Ministerio de Asuntos Urbanos y alivio de la pobreza ha hecho recogida de aguas pluviales obligatoria en todos los edificios nuevos con una superficie de tejado de más de 100 metros cuadrados y en todas las parcelas con una superficie de más de 1.000 metros cuadrados, que se están desarrollando”<sup>43</sup>

En Kanpur la recolección de aguas de aguas pluviales es obligatoria en todos los edificios construidos a partir del 2004 que posean una superficie de 1.000 metros cuadrados o más.

La Rainwater Harvesting Policy es la política que trata de coordinar todas las instituciones (públicas, privadas) así como a los ciudadanos para mejorar la gestión del agua de lluvias. Tiene por objetivo, entre otras cosas, mitigar las

---

<sup>41</sup> NUEVA TRIBUNA. La crisis del agua en india [en línea]. Madrid: Nueva tribuna [citado 15 abril, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <http://www.nuevatribuna.es/articulo/medio-ambiente/la-crisis-del-agua-en-la-india/20110107141748040047.html>>

<sup>42</sup> HIDRO PLUVIALES. Captación en el mundo [en línea]. México: Hidro pluviales [citado 15 abril, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <http://hidropluviales.com/captacion-en-el-mundo/>>

<sup>43</sup> RAINWATERHARVESTING. NORMATIVIDAD EN INDIA [en línea]. Rainwaterharvesting [citado 15 abril, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <http://www.rainwaterharvesting.org/policy/legislation.htm>>

inundaciones, conservar y mejorar la cantidad y calidad del agua subterránea o mejorar el papel de los organismos municipales en la gestión del agua

2.6.1.7 Singapur. En Singapur el 86% de la población vive en edificios de altura ya que la tierra en este lugar es bastante escasa y cara, los habitantes se enfrentan a una demanda creciente de agua. En 1986, se reconoció el grave problema de escases de agua por el que atravesaba el país, debido a ello se implementaron esquemas para la captación de agua lluvia. Debido a sus limitadas zonas para la captación de agua, Singapur ha desarrollado formas innovadoras para garantizar el suministro de agua de manera diversificada, fiable y rentable. “El promedio de lluvia anual en Singapur es de 2.400 mm y se está buscando que 50% de la superficie se utilice para captar el agua de lluvia”<sup>44</sup>.

Para mitigar este problema se están buscando alternativas y métodos para la recolección de aguas lluvias. Razón por la cual, se están utilizando alternativas como la utilización de los techos en los edificios, también uso de las pistas de aeropuerto, los techos de estacionamientos de los complejos industriales e instituciones educativas. El agua es aprovechada en usos no potables. Se aplican tecnologías que aseguren la calidad del agua, ya que la captación de estas aguas se realiza en zonas urbanas por lo que se genera un control la contaminación a través de estas tecnologías.

En Singapur existen ejemplares en la captación de aguas lluvias, uno de ellos está ubicado al en la localidad de Sedar al noreste del país, se trata del estuario de Sungei, cuenta con un área de captación de 3200 Ha, el agua es recolectada para ser llevada a un sistema de purificación y posteriormente ser distribuida.

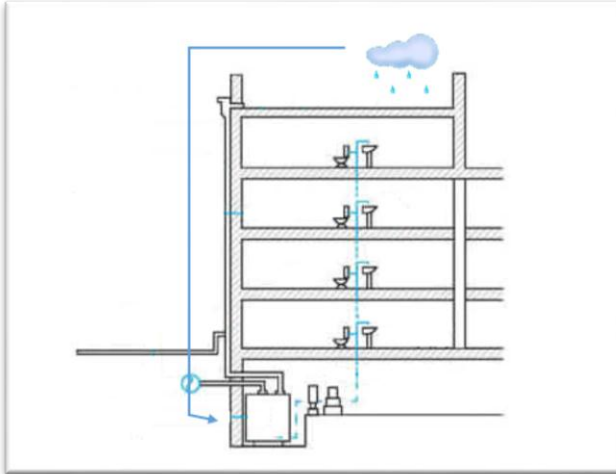
En el aeropuerto de Changi implementaron un sistema para captar el agua lluvia que escurre por las pistas, las áreas verdes y los techos, estas son almacenadas en depósitos para entonces ser utilizadas en las reservas antiincendios y para los inodoros. Gracias a este método se ha reducido entre un 28-33% el uso de agua en las instalaciones y por ende ha generado un ahorro aproximado de 390,000 dólares de Singapur.

Se ha utilizado también un sistema de recolección de aguas en edificios, a partir del techo, dicha agua luego de caer allí, es dirigida a tanques de almacenamiento y es utilizada para la descarga en sanitarios, como se muestra en el siguiente esquema. Con este sistema según cálculos según los cálculos se ha conseguido un ahorro de hasta 13, 7% del agua.

---

<sup>44</sup> HIDRO PLUVIALES. Aeropuerto de Frankfurt [en línea]. México: Hidro pluviales [citado 28 marzo, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <http://hidropluviales.com/captacion-en-el-mundo/>>

Figura 22. Aprovechamiento del agua en edificios.



Fuente: El Autor

Otra de las alternativas que ha adoptado esta ciudad son los sistemas urbanos de drenaje sostenible como los techos verdes, instalados en las cubiertas con el fin de captar el agua lluvia y reducir volúmenes de escorrentía, como es el caso de la Escuela de diseño de arte y medios de comunicación de la Universidad Tecnológica de Nanyang, en Singapore.

Figura 23. Universidad Tecnológica de Nanyang



Fuente. 20MINUTOS. Sistemas de captación de niebla [en línea]. Bogotá: Archdaily [citado 30 marzo, 2017]. Disponible en Internet: < URL: <http://listas.20minutos.es/lista/las-universidades-mas-asombrosas-del-mundo-394911/> >

La vegetación del techo ayuda a mantener una temperatura agradable en el interior del edificio y a recolectar agua de lluvia para regar otras zonas verdes del campus



Figura 24. Techos verdes Universidad Tecnológica de Nanyang



Fuente. ELPLANZ. Sistemas de captación de niebla [en línea].Bogotá: Archdaily [citado 30 marzo, 2017]. Disponible en Internet:< URL: <http://elplanz-arquitectura.blogspot.com.co/2012/04/universidad-tecnologica-de-nanyang.html>>

2.1.6.8 Australia. En este país el aprovechamiento de agua se ha convertido en un requisito y en algunos paises estados de Australia se han dado grandes avances que promueven una legislación para el aprovechamiento de aguas pluviales.

En victoria desde el 2005 las nuevas casas y departamentos deben cumplir con requisitos de gestión señalados sobre sistemas ahorradores de agua, utilizando tanques para almacenar agua pluvial que luego se utiliza en la descarga de escusados.

En Sídney “las regulaciones del Índice para Construcciones y Sustentabilidad (BASIX por sus siglas en inglés) proponen un 40% de reducción en el uso de agua de suministro público, para lo cual proponen la utilización de sistemas ahorradores y captación de agua de lluvia en tanques que se use para escusados y lavado de ropa. En los juegos olímpicos de Sídney 2000 se aplicaron sistemas de captación de agua de lluvia para su reuso en los escusados de la billa olímpica<sup>45</sup>.

2.6.1.9 Perú. La escasez de agua es uno de los principales motivos por el que las actividades productivas que se realizan en zonas rurales como los son la agricultura y la ganadera se vean limitados, fenómeno que se observa con mayor frecuencia en países con escasos recursos económicos. A este problema se le suma en muchas ocasiones la ausencia de cobertura vegetal en el terreno ya que este actúa como captador natural de agua y además favorezca su infiltración en el suelo recargando los acuíferos subterráneos que abastecen los manantiales naturales desde los que se provee de agua la población.

---

<sup>45</sup> HIDRO PLUVIALES. Captación en el mundo [en línea]. México: Hidro pluviales [citado 15 abril, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <http://hidropluviales.com/captacion-en-el-mundo/>>

“Algunas de las zonas afectadas por este problema cuentan con una fuente alternativa de agua que no siempre es aprovechada: la niebla. Este es el caso de zonas desérticas de la costa oeste de Sudamérica (Chile y Perú, principalmente) en donde se forman nieblas procedentes del océano pacífico, y también en zonas del interior del continente en los valles donde se forman otro tipo de nieblas durante la madrugada. Por tanto, el desarrollo de mecanismos que mejoren la captación de las pequeñas gotas de agua que conforman la niebla puede resultar de gran interés para la población de estas regiones”<sup>46</sup>.

El aprovechamiento de agua de las nieblas, es un sistema que se conoce desde la antigüedad, que consiste en reproducir la captación de agua de la atmosfera que realiza la vegetación en forma natural fue en los años sesena cuando países como Perú empezaron a investigar y diseñar alternativas sencillas y eficientes para realizar esta captación de una manera en la que se pudiera aprovechar un porcentaje alto de agua a través de la niebla con el fin de facilitar las captaciones pluviales en lugares con escasez.

En Perú gracias a estas investigaciones se realizó la recolección de neblina del mar de lima con un sistema denominado “atrapa nieblas” siendo una solución rentable frente a la creciente escasez de agua en esta ciudad.

“Lima es la segunda ciudad desértica más grande después de El Cairo, pero tiene un clima más frío y húmedo del que plantea su latitud sub-tropical. Las precipitaciones son muy bajas – menos de 4cm al año – pero la humedad puede alcanzar el 98%”<sup>47</sup>.

Figura 25. Sistema de captación de niebla



Fuente. BGREENPROYECT. Sistemas de captación de niebla [en línea].Bogotá: Archdaily [citado 30 marzo, 2017]. Disponible en Internet:< URL:

<sup>46</sup> ZABALTECA/NERGROUP. captación de agua de niebla para reforestación en Perú y Bolivia. Modalidad Informe técnico, 2013, p. 117

<sup>47</sup> COLLYNS, Dan. Atrapanieblas en Perú para atrapar suministros de agua. En: The Guardian, Reino Unido. 12 de septiembre de 2012. p. 112

<https://bgreenproject.wordpress.com/2013/04/18/atrapanieblas-sacar-agua-de-las-nubes/>>

En Perú la ONG viene desarrollando un prototipo de vivienda sostenible centrado en la recolección de aguas lluvia.

“Yantaló Volunteer House es un proyecto desarrollado por la Organización Internacional de Voluntarios Yantaló, una organización sin fines de lucro creada por siete amigos que visitaron el lugar para compartir sus conocimientos arquitectónicos con sus habitantes. La casa comunitaria para voluntarios, actualmente en construcción, centra su diseño en una cubierta tipo “mariposa” que recolecta la abundante agua de la lluvia de la zona y busca replicarse en nuevas viviendas para empoderar a sus habitantes a través del “poderoso recurso del agua”. La cubierta puede ser incluso adaptada a viviendas ya existentes. Imágenes de su construcción, detalles y más información, después del salto”<sup>48</sup>.

Figura 26. Vivienda sostenible en Perú



Fuente. ARCHDAILY. Vivienda sostenible en Peru [en línea].Bogotá: Archdaily [citado 30 marzo, 2017]. Disponible en Internet:< URL: <http://www.archdaily.pe/pe/02-367459/peru-ong-construye-prototipo-de-vivienda-sostenible-centrado-en-la-recoleccion-de-las-aguas-lluvia> >

---

<sup>48</sup> ARCHIDAILY COLOMBIA. Perú: ONG construye prototipo de vivienda sostenible centrado en la recolección de las aguas-lluvia. [en línea]. Colombia: José Tomas Franco. [15 de abril de 2017] Disponible en Internet <URL: <http://www.archdaily.co/co/751023/peru-ong-construye-prototipo-de-vivienda-sostenible-centrado-en-la-recoleccion-de-las-aguas-lluvia>>

El techo permite recolectar cerca de 7.500 litros de agua mensual para el riego local o uso personal, empoderando al dueño de casa con el poderoso recurso del agua.

2.6.1.10 Brasil. Es uno de los países latinoamericanos que en los últimos años ha tenido que enfrentarse a sequías que han tenido graves efectos sociales, es por esto que se plantea la construcción de tanques de almacenamiento de agua de lluvia este programa fue llamado “un millón de cisternas” (P1MC).

“En una primera fase, las cisternas estaban destinadas a proporcionar agua para consumo humano; y en una segunda fase, también a la producción agrícola. Esta segunda fase ha recibido el nombre de Programa “Una tierra y dos aguas”, porque su finalidad es generar agua para el consumo humano y también para la producción agrícola y ganadera. Ambos programas han ido acompañados de importantes subsidios para las familias que viven en el semiárido, como por ejemplo la Bolsa Familia”<sup>49</sup>

Figura 27. Proyecto un millón de cisternas.



Fuente. UNIZAR. Programa un millón de cisternas [en línea]. Brasil: Unizar [citado 15 abril, 2017]. Disponible en Internet:<[http://www.unizar.es/aguariospueblos/es/caso.php?id\\_eje=6&id\\_caso=39](http://www.unizar.es/aguariospueblos/es/caso.php?id_eje=6&id_caso=39)>

<sup>49</sup> GONZALEZ. Nelson Captación y aprovechamiento de agua de lluvia en América Latina. Fortaleza: 2014, p. 160

## 2.7 BENEFICIOS DEL APROVECHAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES

- **Prevención de desastres naturales:** Las captaciones pluviales reducen la infiltración y sobrecarga de agua en el subsuelo, disminuyendo la probabilidad de inundaciones, hundimientos y deslizamientos.
- **Fuente alternativa de agua:** según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el agua lluvia es catalogada como un recurso de bajo riesgo biológico y químico. Es por esto que puede ser usada directamente para actividades que no requieren agua potable y ser tratada fácilmente para su consumo.
- **Aumento de la calidad de la red hídrica urbana:** Cuando el agua lluvia hace contacto con la superficie, se crean corrientes que pueden arrastrar basuras, químicos y otros contaminantes que encuentren en su recorrido. Estas corrientes, conocidas como agua superficial, transportan la contaminación a quebradas, ríos y otros cuerpos de agua importantes para ciudades y regiones. Una estrategia de drenajes para las ciudades puede evitar esta situación filtrando contaminantes de diferentes maneras antes de que se unan a la red hídrica urbana.
- **Prevención de enfermedades:** La captación de agua pluvial puede ser destinada a actividades como la agricultura o lavado de alimentos, contribuyendo a la reducción de problemas de desnutrición o intoxicación por comida. Además, destinar el agua lluvia para actividades de limpieza personal, como por ejemplo el lavado de manos, reduce enfermedades como la diarrea hasta un 35%, según la OMS.
- **Flexibilidad y adaptabilidad:** Los sistemas de captación de aguas lluvias son asequibles para cualquier tipo de población, generando una economía no solo en vivienda si no a nivel urbano. El sistema de recolección se adapta de forma eficiente a las necesidades de la ciudad.
- **Cultura del agua:** El uso de sistemas de recolección por comunidades hace que se adquiera un sentido de pertenencia con esta fuente natural y se promuevan programas con procesos participativos y educativos promueven el reconocimiento del agua lluvia como un recurso estratégico para el desarrollo urbano sostenible, la mitigación de riesgos y la capacidad de adaptación de las ciudades.
- **Reducción de costos por atención a desastres naturales:** Auxiliar los desastres naturales pueden tener un costo muy elevado para los gobiernos y los ciudadanos. El grupo MoSSaiC y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) sostienen que la pérdida humana, económica y ecológica que resulta de los desastres naturales repercute enormemente en el Producto Interno Bruto (PIB) de los países Latinoamericanos.

### 3. APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA ATLAS.TI

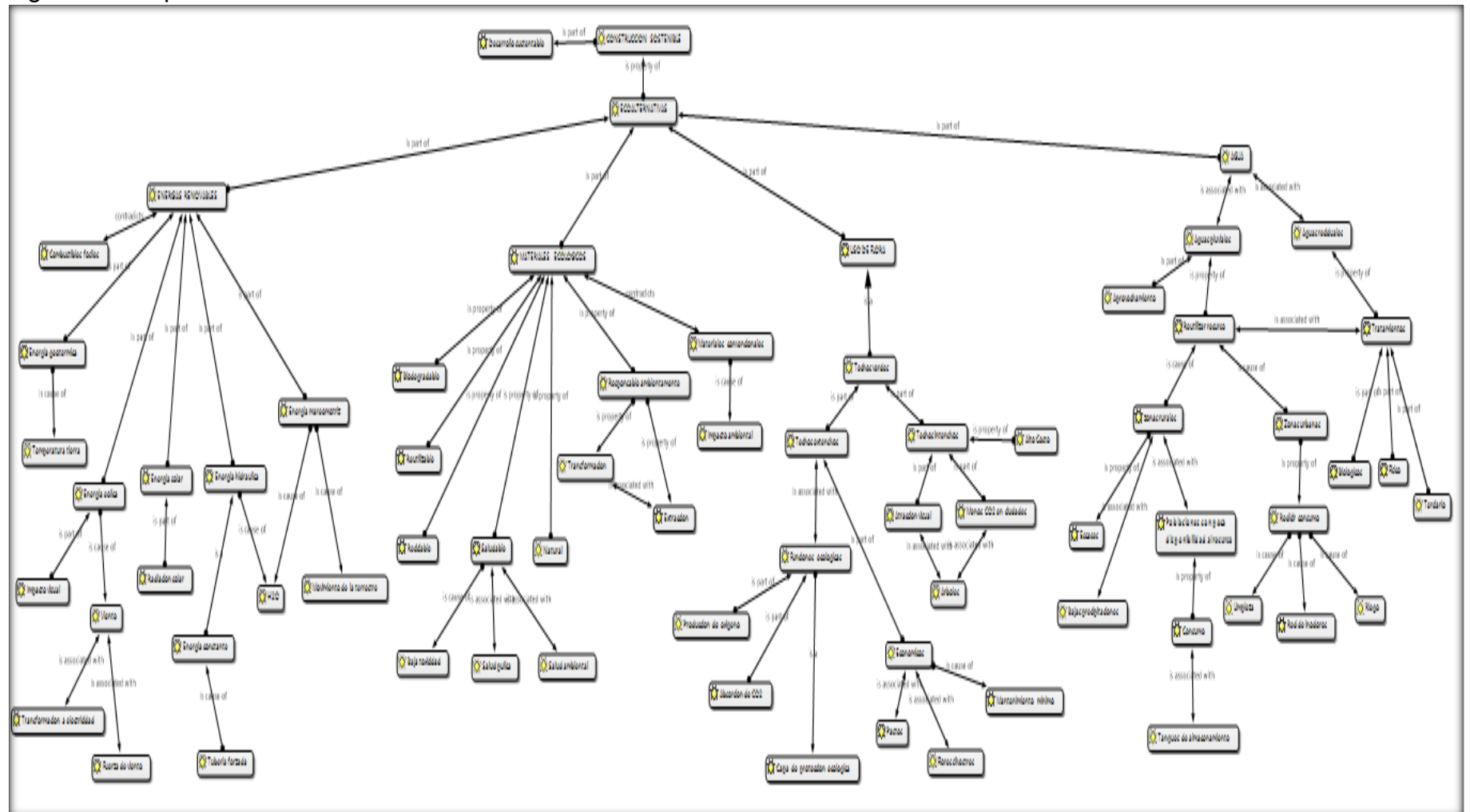
#### 3.1 RED VISUAL DE ALTERNATIVAS SOSTENIBLES

Para la obtención de las redes de eco alternativas utilizadas en la construcción sostenible, se utilizó la herramienta Atlas.Ti con la cual se agrupó y organizó toda la información tanto de la visita técnica internacional a Brasil como la recolectada sobre construcción sostenible.

La clasificación de la información está dada en cuatro categorías: energías renovables, materiales sostenibles, fauna y agua estas surgieron a partir de la importancia que tienen estas prácticas actualmente en la construcción sostenible, esto con el fin, de mitigar el impacto ambiental que afecta actualmente al mundo.

La razón por la que se decidió trabajar con esta herramienta para la obtención de una red general de ecoalternativas en la construcción sostenible, fue por su trayectoria como programa de investigación cualitativo o de análisis desde hace 24 años.

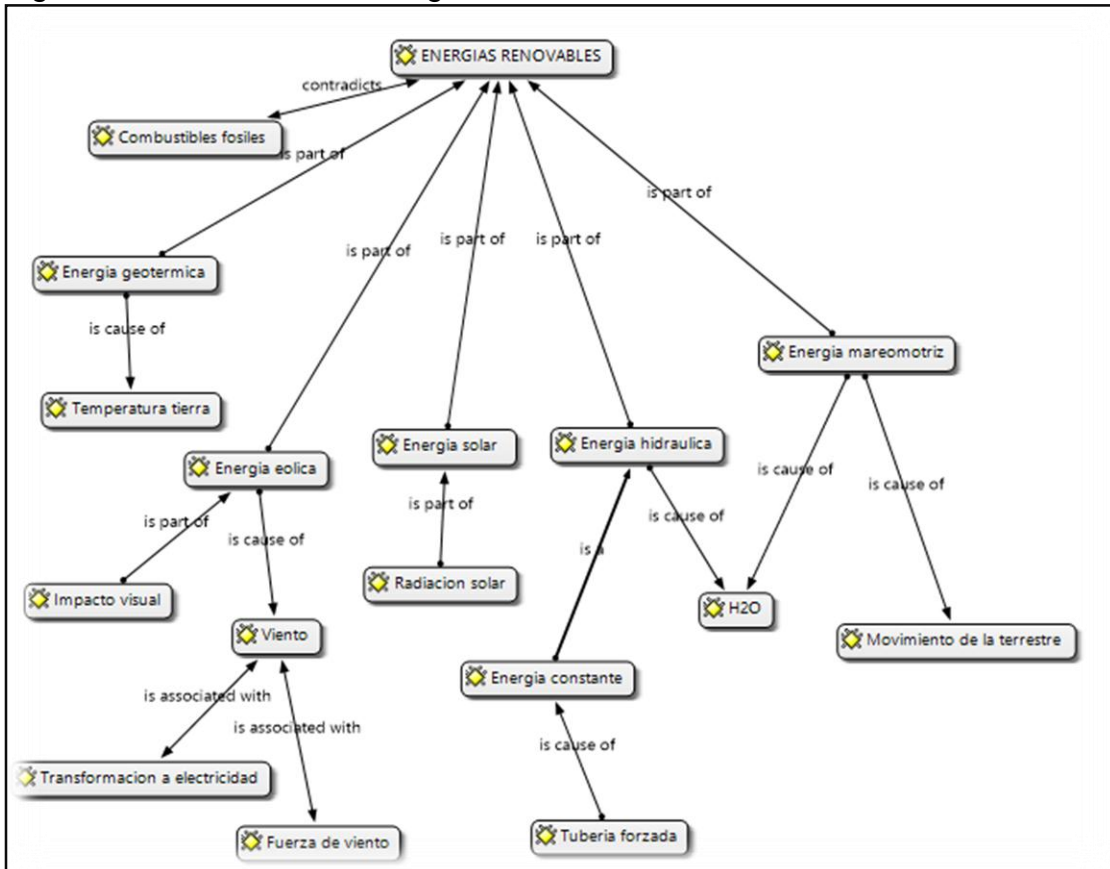
Figura 28. Mapa construcción sostenible.



Fuente. El Autor

El primer esquema muestra el esquema de las ecoalternativas y sus características propias dependiendo cada caso a su vez presentan las mejores opciones frente a economía o que mejor ayudan al planeta.

Figura 29. Alternativa de energías renovables.

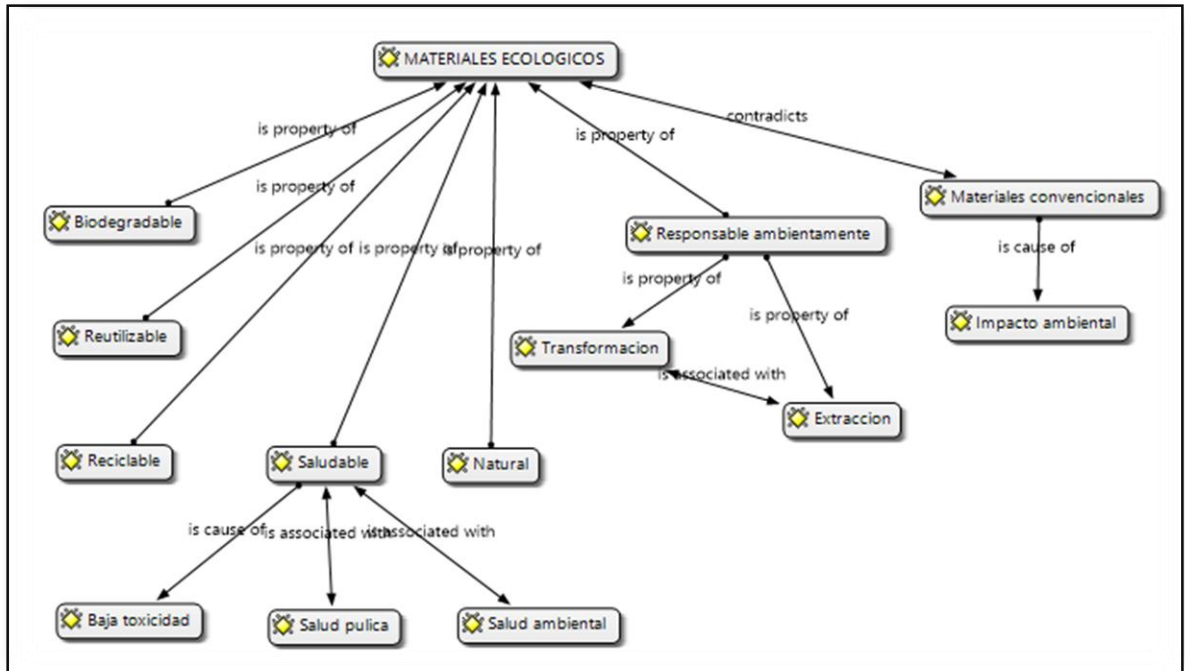


Fuente. El Autor

Esta imagen muestra las características de la ecoalternativa del uso de energías renovables, cual energía natural utilizan y algunas características particulares de cada una.



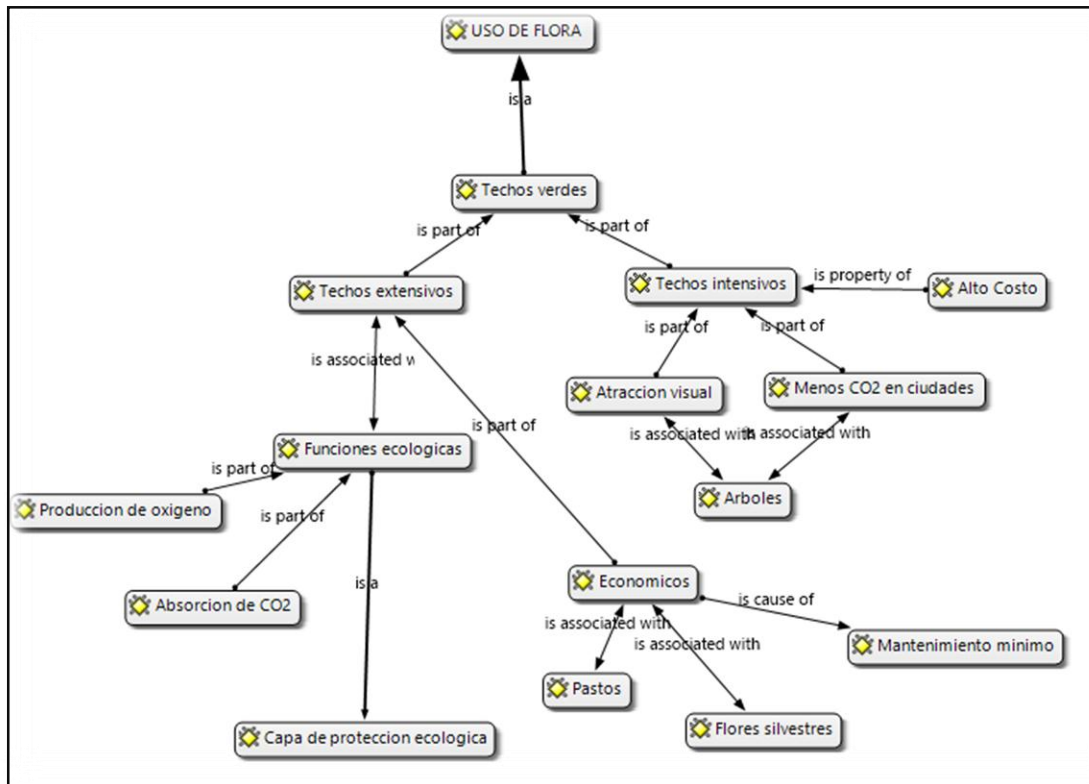
Figura 30. Alternativa de materiales ecológicos.



Fuente. El Autor

El esquema de la ecoalternativa de materiales ecológicos muestra que características debe tener un material para ser identificado como ecológico, además de explicar la importancia de los procesos de extracción y transformación de un material.

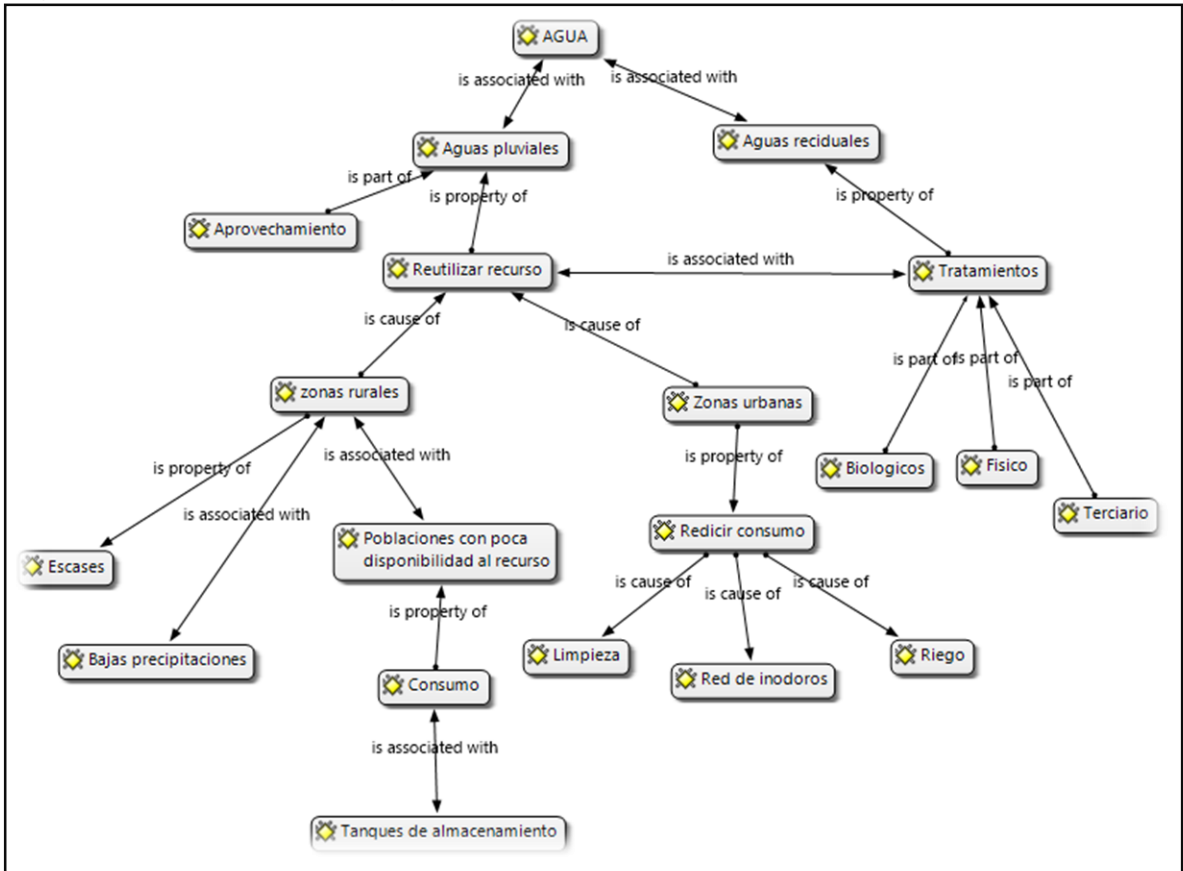
Figura 31. Alternativa uso de flora.



Fuente. El Autor

En el uso de flora encontramos los techos verdes sus características que dependen del tamaño y propiedades del techo y cuáles son sus funciones medio ambientales.

Figura 32. Alternativa de agua.



Fuente. El Autor

El anterior esquema presenta las alternativas correspondientes al manejo de agua, explica la manera en que estas contribuyen con el buen manejo del agua potable y como pueden ser utilizada el agua dependiendo la región.

#### 4. ANÁLISIS DE LAS ECOALTERNATIVAS EN LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE

La red general suministrada por la herramienta ATLAS.ti, en la cual se han relacionado los factores y características de las principales ecoalternativas trabajadas a nivel mundial en cuanto a la construcción sostenible, este esquema permite analizar las alternativas, en una manera más amplia teniendo en cuentas fuentes externas y valorando las tendencias que describan las mejores alternativas ecológicas aplicables en construcción.

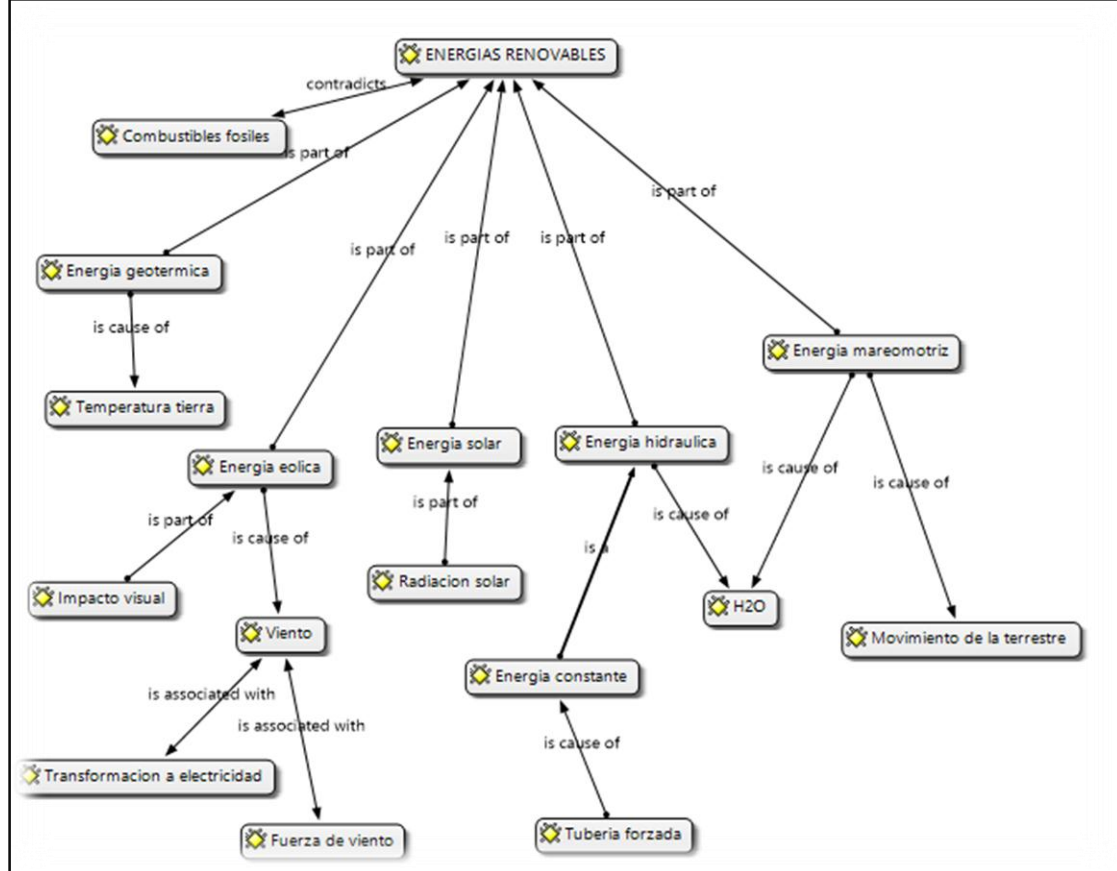
El análisis de la construcción sostenible se realiza con base en cuatro eco alternativas las cuales se analizan por separado, con el objetivo de poder determinar las características, tipos y estrategias de estas alternativas y así establecer la tendencia que se debería seguir en términos de construcción.

##### 4.1 CONSTRUCCION SOSTENIBLE.

La construcción sostenible es una de las principales características que poseen los países preocupados por su desarrollo sustentable, además que es un tema que afecta en los aspectos económicos y sociales de cada ciudad. Este tipo de construcción se está utilizando actualmente debido a la preocupación por mitigar el impacto ambiental que genera este sector.

El avance en este sector ha hecho que se generen políticas y alternativas que se enfocan en el cuidado del medio ambiente en los procesos de planeación y ejecución de las construcciones y en cómo estas a futuro no generen problemáticas ambientales, las alternativas más utilizadas actualmente se enfocan en el uso de energías renovables, agua, materiales ecológicos y el uso de flora.

#### 4.1.1 Energías renovables.



Fuente. El Autor

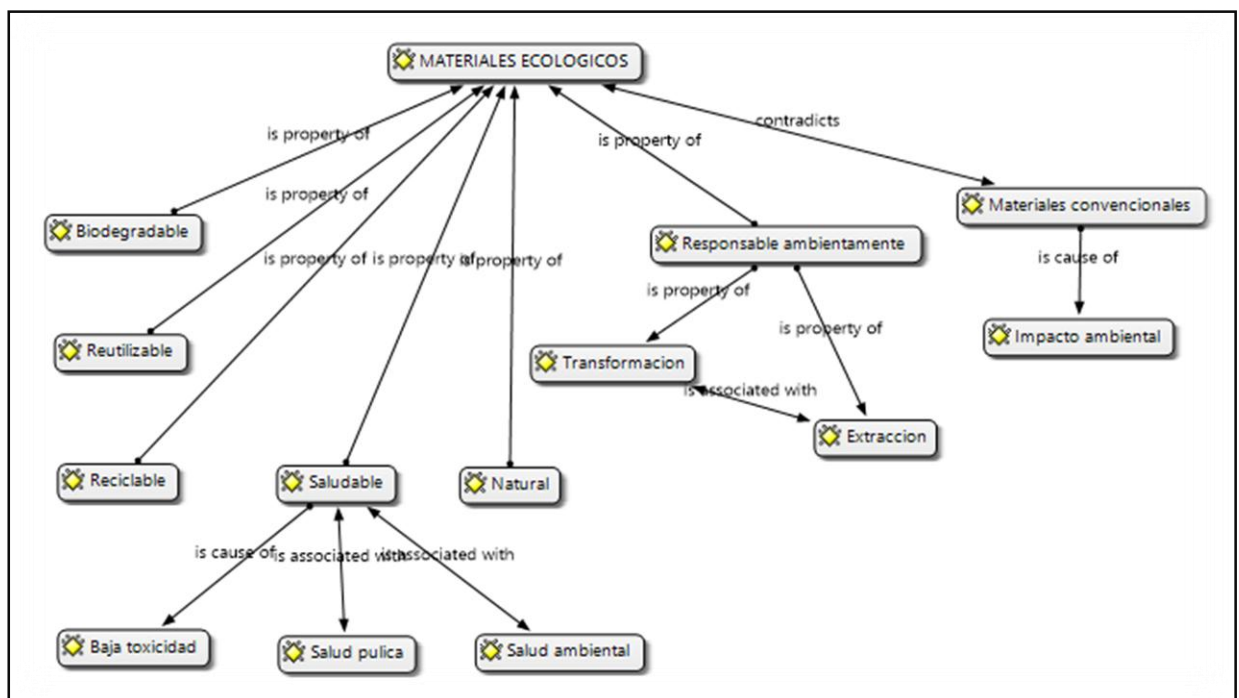
Las energías renovables son una Eco alternativa que al ser consumidas no producen daños significativos al medio ambiente ya que provienen de fuentes naturales. Dentro de las energías renovables se encuentran la Energía Solar, Energía geotérmica, Energía Eólica, Energía Hidráulica y la Energía Mareomotriz de las cuales se destaca por ser de las más utilizadas la energía hidráulica y la energía eólica, debido a que actualmente generan electricidad de forma más económica.

La energía Hidráulica tiene ventajas como su flexibilidad en el funcionamiento ya que dependiendo la demanda se puede ajustar el flujo del agua, es segura debido a que el único combustible por así decirlo que se utiliza es el agua y la generación de electricidad en las centrales hidroeléctricas por si mismas no ocasionan contaminación. A su vez la energía hidráulica tiene desventajas en el momento de realizar su instalación para su funcionamiento ya que las construcciones afectan la naturaleza, principalmente los hábitats de la fauna existente en estos lugares así como también el drenaje de los ríos. Otra desventaja es el costo de la construcción ya que este es caro inicialmente.

La energía eólica al igual que la hidráulica cuenta con la ventaja de producir energía limpia y evita emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera, su producción es económica e incrementa la necesidad de contratar trabajadores indirectos lo que contribuye con el desarrollo económico del sector donde se trabaja. Trae con si desventajas como lo es el impacto ambiental ya que las aves en estos sectores corren riesgo de mortalidad por los impactos con las hélices de los generadores, así como también la contaminación auditiva que generan los sonidos emitidos por los generadores.

Según el programa Atlas.ti la tendencia más viable es la energía hidráulica por ser una energía constante y flexible ante la demanda existente.

4.1.2 Materiales ecológicos. A continuación, se mostrará la parte de la red en lo que concierne a la alternativa de materiales ecológicos y de las distintas características que estos poseen, con el fin de observar las tendencias más utilizadas en y el porqué de su uso.

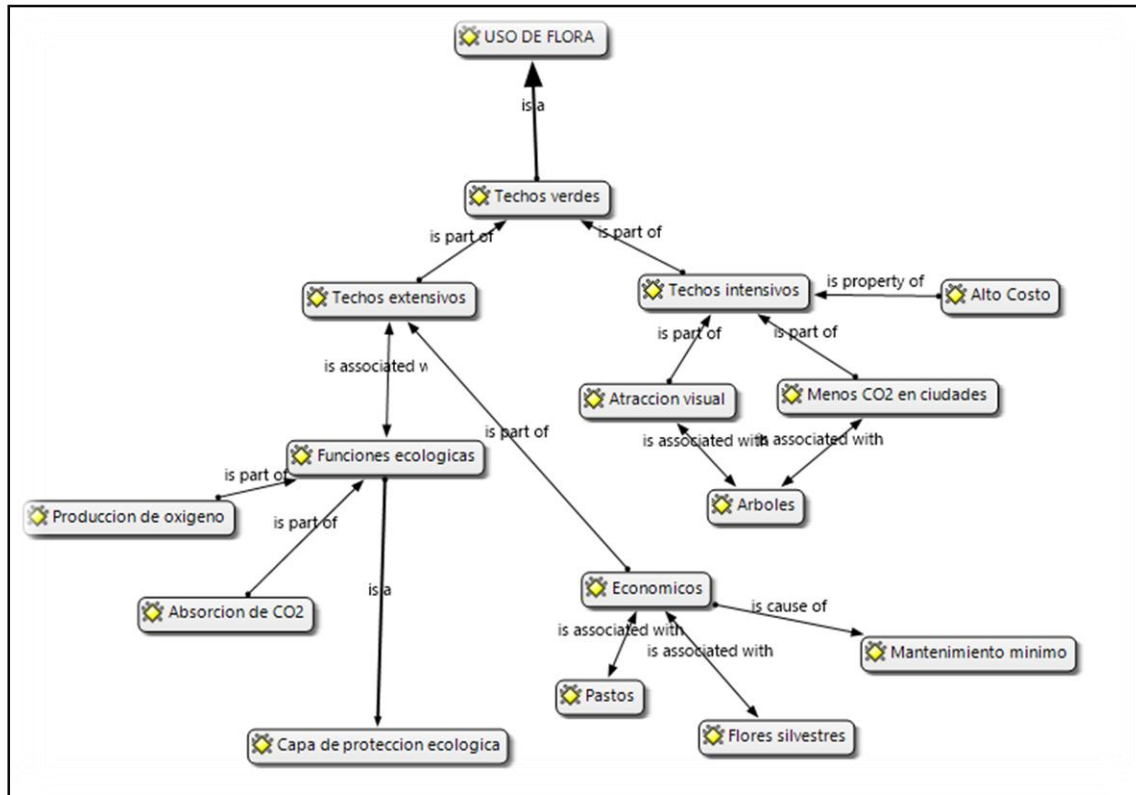


Fuente. El Autor

El uso de materiales ecológicos señala que los aspectos más importantes de estos es que sean materiales biodegradables, reutilizables, reciclables, naturales, saludables y responsables ambientalmente. La tendencia identifica que la responsabilidad ambiental que se le da a estos materiales en los procesos de transformación y extracción son de gran importancia teniendo en cuenta que son procesos en los que se genera mucha contaminación, otra tendencia relevante es

que estos materiales sean de baja toxicidad, con el fin de que estos materiales no afecten la salud pública ni la salud ambiental

#### 4.1.3 Uso de flora.



Fuente. El Autor

La red de uso de flora se centra en el uso de techos verdes en las construcciones sostenibles, este tipo de techos tiene dos tipos de aplicaciones, los techos intensivos y los techos extensivos.

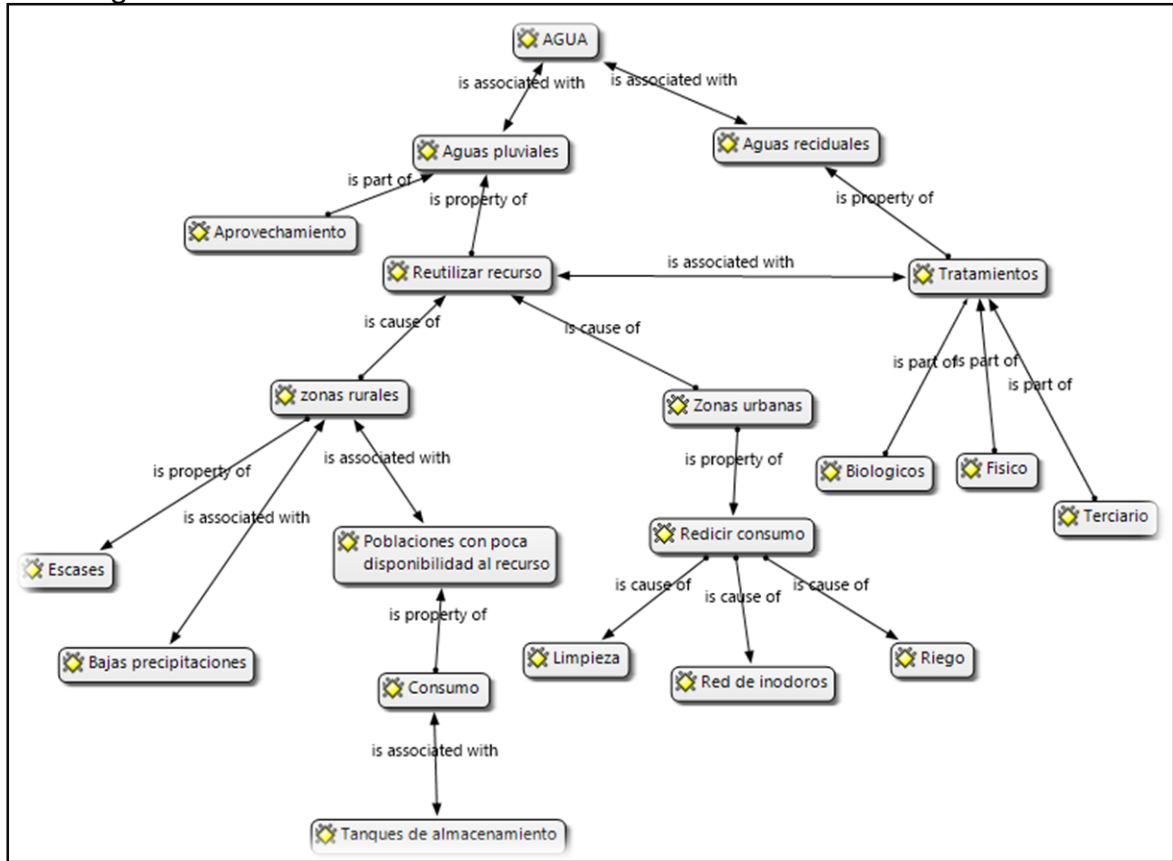
La tendencia nos muestra que los techos de tipo extensivo son los más utilizados a nivel mundial debido a que el mantenimiento de este tipo de techos es mínimo ya que no necesita grandes cambios en las estructuras por el uso de vegetación pequeña como pastos y flores silvestres.

Este tipo de techos es utilizado como una capa de protección ecológica en las construcciones sostenibles por sus funciones ecológicas las cuales están asociadas con la absorción de CO2 y la producción de oxígeno.

La otra tendencia de techos verdes es la de techos intensivos, la cual presenta características que la muestran como una alternativa costosa para la construcción sostenible pero con un impacto más positivo con respecto al CO2 de la ciudades, este tipo de techos posee las mismas características ambientales que los techos

extensivos pero adicional a estas puede ser utilizado como atracción visual ya que generalmente se utilizan árboles en su construcción, por este motivo debe ser construido en techos con cualidades específicas de alta resistencia.

#### 4.1.4 Agua.



Fuente. El Autor

La alternativa del agua señala principalmente dos aspectos a tener en cuenta, las aguas residuales y las aguas pluviales debido a su gran contribución para reducir el gasto de agua potable.

La primera tendencia está fundamentada en tratar las aguas residuales, esto por medio de tres tipos procesos físicos, biológicos y un proceso terciario.

El aprovechamiento de aguas pluviales es la tendencia más utilizada actualmente para la construcción sostenible y el desarrollo sustentable de diferentes poblaciones, este tipo de agua es utilizado en zonas rurales y urbanas.

En las zonas urbanas las aguas pluviales se aprovechan con el fin de reducir el consumo de agua potable en actividades en las que no es necesario este tipo de



agua, las actividades como riego, limpieza y red de urinarios son las tendencias que más se asocian al uso de aguas lluvias

En las zonas rural el agua pluvial se utiliza mayormente por poblaciones con poca disponibilidad del recurso, esta se utiliza tanto para consumo de la población como para fines agrícolas.

Esta tendencia al uso de aguas pluviales se está utilizando actualmente en las construcciones sostenibles ya que se reduce el gasto de agua potable en actividades que no necesariamente deben ser realizadas con este tipo de agua.

## 5. CONCLUSIONES

Al finalizar el proceso de investigación que dio inicio con la visita técnica internacional a Brasil y que concluyo con los resultados obtenidos de la herramienta Atlasti.ti y la información encontrada sobre eco alternativas para la construcción sostenible se puede concluir:

- Las ecoalternativas en la construcción sostenible son un tema que se ha vuelto muy importante debido al impacto negativo que se ha generado en el ambiente durante los últimos años en todo el mundo.
- La construcción sostenible es uno de los elementos fundamentales en el desarrollo sustentable, ya que este sector permite satisfacer las necesidades de la sociedad sin afectar el medio ambiente.
- Existen muchas alternativas para aplicar en las construcciones, ya sea en sus materiales o el uso de sus recursos.
- Las energías renovables mitigan el impacto ambiental que se ha generado con el uso de combustibles fósiles, ya que aprovechan los recursos renovables para su funcionamiento.
- Los techos verdes extensivos son una de las alternativas más económicas y fáciles de utilizar en las construcciones debido a su bajo costo de mantenimiento y que se pueden adecuar en techos de cualquier inclinación.
- Las aguas pluviales pueden ser utilizadas en labores domésticas como lavado, riego, aseo y esto permite que se genere una reducción drástica del uso de agua potable.
- Bogotá es una ciudad que posee las características requeridas para la implementación de un sistema de aguas de lluvia lo que facilita el aprovechamiento del recurso y contribuye con la disminución del impacto generado al ambiente.

## 6. RECOMENDACIONES

Al aplicar la herramienta de análisis de datos en este proyecto de tipo descriptivo se recomienda:

- Realizar más estudios con respecto a las alternativas aplicadas a la construcción sostenible, teniendo en cuenta el impacto ambiental que generan .
- Realizar mejoras a las alternativas existentes, teniendo en cuenta que se facilite su aplicación en las construcciones.
- Analizar los avances tecnológicos que puedan ser implementados a las alternativas de construcción ambiental
- Fomentar el uso de herramientas de investigación para variables cualitativas

## BIBLIOGRAFIA

ALCANTARA, Aldo. Implementación de una interfaz hombre máquina para el monitoreo de la captación y tratamiento de agua pluvial para uso doméstico. México: Instituto politécnico Nacional. Facultad de Ingeniería de Automatización. Modalidad pos grado, 2013. p.144

ARCHIDAILY COLOMBIA. Perú: ONG construye prototipo de vivienda sostenible centrado en la recolección de las aguas-lluvia. [en línea]. Colombia: José Tomas Franco. [15 de abril de 2017] Disponible en Internet <URL: <http://www.archdaily.co/co/751023/peru-ong-construye-prototipo-de-vivienda-sostenible-centrado-en-la-recoleccion-de-las-aguas-lluvia>>

BARON, Laura. Aguas Residuales. El cid Editor|Apuntes, 2009. p.42

BORSANI, Maria. Estrategias, Alcances y aplicación de los materiales ecológicos como generadores de habitat urbanos sostenibles. Catalunya: Facultad de arquitectura. Master, 2016. p.220

COLLYNS, Dan. Atrapanieblas en Perú para atrapar suministros de agua. En: The Guardian, Reino Unido. 12 de septiembre de 2012. p.114

ECOHABITAR. Nuevo sistema de cubierta verde ligera urbanspace. En: EcoHabitar. 06 –10, 2015

EL PAIS. Paris.26, Diciembre, 2016. # 8

GARCIA, Beatriz. Caracterización del agua de lluvia captada en una edificación para su aprovechamiento con fines de sustentabilidad hídrica. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería Ambiental. Modalidad Maestría, 2013. p.53

GARCIA, Páez. Sostenibilidad urbana y transición energética: Un desafío institucional. México D.F: Instituto Politécnico Nacional. Facultad de Ingeniería Eléctrica. Modalidad Posgrado, 2010, p. 271

GONZALEZ.Nelson Captacion y aprovechamiento de agua de lluvia en america latina. Fortaleza: 2014. p.50

GOOGLE. Guía de materiales para la construcción sostenible [en línea]. Bogotá: [citado 12 marzo, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:xmcUEF3mOekJ:https://www.coatmu.es/descarga.php%3Fdocumento%3Dfd1332504912.pdf+%&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co>>

GREENPEACE. Disponibilidad del recurso [en línea]. Colombia: Greenpeace [citado 25 marzo, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <http://www.greenpeace.org/colombia/es/campanas/contaminacion/agua/>>

HIDRO PLUVIALES. Captación en Alemania [en línea]. Mexico: Hidro pluviales [citado 25 marzo, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <http://hidropluviales.com/captacion-en-el-mundo/>>

MELFORD, Michael. Fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático Bogotá:. 2011. p. 227

MONTILLA MORENO PEDRO J. La construcción de edificios sostenibles. Perspectivas, estrategias y retos en Latinoamérica. Merida: Ecodiseño & sostenibilidad, 2010. p.181

MORATO, Jordi, SUBIRANA, Anna, GRIS, Anna. Tecnologías sostenibles para el tratamiento de agua. Red Revista Lasallista de Investigación, 2009. P 22  
NUEVA TRIBUNA. La crisis del agua en India [en línea]. Madrid: Nueva tribuna [citado 15 abril, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <http://www.nuevatribuna.es/articulo/medio-ambiente/la-crisis-del-agua-en-la-india/20110107141748040047.html>>

OVACEN. La madera en arquitectura y construcción [en línea]. Bogotá: OVACEN [citado 9 marzo, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <https://ovacen.com/la-madera-en-arquitectura/> >

POLO, Christian. Diseño y construcción de una bomba manual de émbolo para cisternas de aguas pluviales y pozos someros, Madrid; Universidad Politécnica de Madrid, Escuela técnica superior de ingeniería y diseño industrial. Modalidad Tesis, 2014, p.2

RAINWATERHARVESTING. NORMATIVIDAD EN INDIA [en línea]. Rainwaterharvesting [citado 15 abril, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <http://www.rainwaterharvesting.org/policy/legislation.htm>>

RAMALTO, Ruben. Tratamiento de aguas residuales. Editorial Reverté S.A. 2003. p.101

RULL, Albert. Evacuación de aguas residuales en edificios. Editorial Marcombo, Barcelona:2009. p.189

SCHALLENBERG, Julieta. Energías renovables y eficiencia energética. 1 Ed. Canarias: ISBN, 2008. p. 143

SUD SOSTENIBLE. Tipos de cubiertas verdes [en línea]. Bogotá: Ana abellan [citado 14 marzo, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <http://sudsostenible.com/tipos-de-cubiertas-verdes/#comment-271>>

UKRMA. uk rainwater management association [en línea]. Reino Unido: Ukrma [citado 15 marzo, 2017]. Disponible en Internet : <URL: <http://www.ukrma.org/> />

VELÁZQUEZ, Suárez. Impacto de la Generación Eólica y Solar en el sistema eléctrico de Baja California Norte. México D.F: Instituto Politécnico Nacional. Facultad de Ingeniería Eléctrica. Modalidad Posgrado, 2010, p.120

ZABALTECA/NERGROUP. captación de agua de niebla para reforestación en Perú y Bolivia. Modalidad Informe técnico, 2013, p.117