

**ESTUDIO DE LOS FACTORES CONSTRUCTIVOS QUE ORIGINAN EL
DESARROLLO DE ISLAS DE CALOR Y MICROCLIMAS EN ESPACIOS
URBANOS, CASO DE ESTUDIO LOCALIDAD DE SUBA.**

HANS WILLY VELÁSQUEZ TORRES

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL
BOGOTÁ, D.C.**

2016

**ESTUDIO DE LOS FACTORES CONSTRUCTIVOS QUE ORIGINAN EL
DESARROLLO DE ISLAS DE CALOR Y MICROCLIMAS EN ESPACIOS
URBANOS, CASO DE ESTUDIO LOCALIDAD DE SUBA.**

HANS WILLY VELÁSQUEZ TORRES

Trabajo de grado para optar al título de
Especialista en Gestión Ambiental Urbana

Director

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL
BOGOTÁ, D.C.**

2016

Nota de Aceptación

Firma decano de la Facultad

Firma primer jurado

Firma segundo jurado

Bogotá, D.C., Marzo de 2016

Agradecimientos

El autor expresa sus agradecimientos

A la Universidad Piloto de Colombia

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la elaboración del proyecto.

Tabla de contenido

	Pág.
Introducción.....	6
1. Formulación.....	10
1.1. Planteamiento del problema	10
1.2 Pregunta de investigación	15
1.3. Objetivos.....	15
1.3.1 Objetivo General	15
1.3.2. Objetivos Específicos	15
2. Marco referencial.....	16
2.1. Marco teórico	17
2.2. Marco conceptual.....	19
2.3. Marco normativo.....	25
3. Sitio de estudio	29
3.1. Descripción de la Localidad	29
3.2. Reseña histórica	30
3.3. División política.....	31
3.4. Ubicación geográfica.....	32
3.5. Limites	33
3.6. Clima.....	33
3.7. Pluviosidad	33

3.8. Temperatura.....	34
3.9. Relieve.....	35
3.10. Hidrografía:	35
4. Metodología.....	36
4.1 Fase 1 –análisis.....	36
4.1.1. Zona de estudio de la Localidad, UPZ 27 Suba (Sector Centro Suba).	46
4.1.2. Delimitación de la zona de estudio.	49
4.1.3. Usos del suelo en el sector.	51
4.1.4. Características del Uso Residencial	54
4.2. Fase 2 - propuesta de Diseño arquitectónico y Urbano.	62
4.2.1. Componente arquitectónico	64
4.2.2. El elemento contenedor	73
4.2.3. El sustrato	74
4.2.4. Sistema de riego	75
4.2.5. El muro soporte	76
4.2.6. Beneficios de una fachada verde	77
4.2.7. Beneficios económicos.....	78
4.2.8. Componente urbano.....	79
4.2.9. Capacidad de carga	80
4.2.10. Capacidad de carga del sector según propuesta Urbana.....	81
4.2.11. Reemplazo de vías y aceras por materiales ecológicos	82
4.2.12. Ventajas.....	84

4.2.13. Otros tipos de Materiales para construcción aplicables en el lugar.....	87
4.2.14. Pisos.....	87
4.2.15. Concretos	88
4.2.16. Aislamientos	88
4.2.17. Techo y cubiertas	88
4.2.18. Vidrio	89
Conclusiones.....	90
Recomendaciones	92
Referencias	94

Tabla de figuras

	Pág.
Figura 1. Mapa localidades ciudad de Bogotá,	29
Figura 2. Estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio (izq. Estación Suba, der. Estación Guaymaral).	40
Figura 3. Registro de mediciones de temperatura zona de estudio (década de 2002-10.	42
Figura 4. Diferencia de temperatura por periodo mensual.	43
Figura 5. Proyecciones de aumento de la temperatura por décadas en localidades de Bogotá.....	46
Figura 6. Población de Suba, mediados del siglo XIX	47
Figura 7. Clasificación de la UPZ	49
Figura 8. Delimitación de la zona de estudio.	50
Figura 9. Segmento de plano usos del sector de estudio, UPZ 27 sectores 10 y 11.....	51
Figura 10. Muestra de Uso Residencial en el sector a partir de vivienda multifamiliar en ladrillo en el Sector.	55
Figura 11. Zona de Uso Residencial en el sector, Barrio típico constituido a partir de vivienda unifamiliar.	56
Figura 12. Edificio del centro comercial Centro Suba construido en ladrillo y cubiertas en metal y acrílico.	57
Figura 13. Avenida Suba a la altura de la Tv 91, suelo remplazado por superficies duras en concreto, asfalto y adoquín.	58

Figura 14. Típica muestra del desarrollo urbano en el lugar, edificaciones construidas en ladrillo, concreto, metal y vidrio conjugadas con espacio urbano en concreto y asfalto sin zonas verdes ni suelos permeables.	60
Figura 15. Cubierta interior del centro comercial Centro Suba elaborada en vidrio y metal. .61	
Figura 16. Domo en metal y vidrio para cubierta de espacios centrales y circulación en centro comercial del sector.	62
Figura 17. Propuesta de edificio sostenible para comercio y oficinas.	65
Figura 18. vista superior de terrazas verdes y fachadas falsas a través de paneles para manejo de la asoleación y control de la temperatura.	66
Figura 19. Parte exterior de edificio sostenible implantado en zonas verdes y vías peatonales combinadas con vegetación.	67
Figura 20. Universidad Tecnológica de Nanyang – Singapur.	68
Figura 21. Dreamhouse – rehabilitación de un edificio de 1950 de Róterdam.	69
Figura 22. Corte isométrico elementos constructivos de los techos verdes.	71
Figura 23. Musée du Quai Branly, de París (Francia).	72
Figura 24. Gaia B3 Hotel – norte de Bogotá	73
Figura 25. Muestra de elemento contenedor de fachada verde.	74
Figura 26. Imagen de sustrato dentro de su elemento contenedor	75
Figura 27. Imagen sistema de riego para fachada verde.	76
Figura 28. Imagen sistema de muro soporte para fachada verde.	76
Figura 29. Imagen edificio con sistema para fachada verde.	77
Figura 30. Imagen edificio con sistema para fachada verde.	79
Figura 31. Implantación de edificios sostenibles en altura para liberación de espacios utilizados para zonas verdes.	81

Figura 32. Muestra característica de granulometría del concreto83

Figura 33. Capas estructurales del concreto poroso. Fuente: (Ekeco, 2009).....84

Figura 34. Ejemplos de senderos peatonales y parqueaderos en adoquín ecológico.85

Figura 35. Diferentes tipos de adoquín ecológico.86

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Número de hectáreas y manzanas por UPZ.....	32
Tabla 2. Comparativo Tipos de suelo, urbanizado y para desarrollar por localidades. Incluido Localidad de Estudio (Hectáreas), año 2002.....	37
Tabla 3. Estaciones meteorológicas representativas en el área de estudio	40
Tabla 4. Comparativo Incremento de temperatura en Localidades de referencia por °C periodo 2002-2012 por E.M.	43
Tabla 5. Proyecciones de aumento de la temperatura por décadas en localidades de Bogotá.....	45
Tabla 6. Usos permitidos del sector de estudio, UPZ 27 sectores 10 y 11.	52
Tabla 7. Consolidación urbanística UPZ 27 sector 10 y 11.	53
Tabla 8. Clasificación de la vivienda sectores de Estudio 10 y 11.....	54
Tabla 9. Capacidad de carga del sector actual.....	80
Tabla 10. Capacidad de carga del sector según propuesta Urbana.....	81

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar las incidencias generadas por las alteraciones causadas al interior de las ciudades, por la transformación de sus características naturales y la implementación de sistemas constructivos establecidos y desarrollados a través del tiempo, encaminados a la generación de espacios urbanos, que en su concepción se enfocan mayormente en la accesibilidad y confort de los seres humanos.

Posteriormente se formuló una estrategia de gestión, basada en una metodología acompañada de alternativas arquitectónicas y urbanísticas sostenibles que permitirán hacer un mejor aprovechamiento del territorio, sus espacios, y los recursos naturales, regularizando el consumo de energía en las edificaciones y optimizando el manejo del suelo, contribuyendo a la mitigación de las afectaciones ocasionadas por la Isla de calor tales como: a) el aumento en el uso de energía, lo cual lleva a que se liberen más gases de invernadero, b) polución del aire y aumento de los niveles de ozono urbano, c) costos más altos debido a un mayor consumo de agua y energía, d) malestar humano y a veces riesgos para la salud humana.

La transformación de los espacios y en especial del suelo en las ciudades, el uso de tecnologías constructivas más eficientes en cuanto a tiempo de ejecución, estética y durabilidad, contrastan con la aparición de fenómenos físicos no planificados sobre las zonas intervenidas, que comienzan a afectar en determinado grado las actividades del ser humano.

Estos cambios en las ciudades inicialmente pasan desapercibidos hasta que se demuestran con estudios específicos, en la mayoría de los casos sus causas son atribuibles al cambio climático, pero su existencia se hace más notoria con la consolidación de grandes espacios urbanos en los cuales se utilizan grandes cantidades y volúmenes importantes de materiales para su construcción, cuyas características físicas y químicas contribuyen directamente en la transformación de las circunstancias originales del medio, ocasionando la formación de islas de calor y micro climas dentro de las ciudades. El aumento en la temperatura de las ciudades parece estar agravándose con el tiempo, y como es bien sabido los sucesos que ocurren en los territorios urbanos tiene consecuencias tanto en los lugares cercanos a éstos como en sitios a kilómetros de distancia.

En una orientación puntual, el estudio se centra en identificar las causas que generan cambios de temperatura en los espacios más densamente poblados de la ciudad de Bogotá, los cuales son generados por actividades antrópicas que han sustituido espacios verdes y arborización de entornos otrora naturales, por aglomeraciones de edificaciones acompañadas de su espacio público contiguo, surgidos de procesos temporales de expansión y transformación urbana, explicando cómo este fenómeno se expande durante los periodos de densificación urbanística desde el lugar reformado hasta afectar zonas más distantes.

Para este caso, el establecer las condiciones iniciales de Bogotá, es fundamental para identificar el grado de afectación y alteraciones que este tipo de fenómenos puede generar,

para lo cual se utiliza la información recopilada de diversos periodos de tiempo, de las estaciones meteorológicas instaladas en puntos específicos de la ciudad.

Esta caracterización será la línea de partida sobre la cual se dará inicio al análisis de los factores que ocasionan estas modificaciones, con el estudio de las cualidades y calidades urbanas, arquitectónicas, espaciales y su articulación con áreas amortiguadoras como zonas verdes, parques y relictos de vegetación, para continuar con una identificación y definición de los materiales según su procedencia y propiedades.

Con la identificación de las causas que contribuyen con la formación de la isla de calor, se establecen los parámetros necesarios para formular estrategias arquitectónicas y urbanísticas aplicables en el sitio que permiten mitigar el impacto provocado por este fenómeno, reduciendo significativamente los efectos negativos y molestias que este suceso produce sobre las actividades humanas.

Abstract

This paper aims to assess the impact generated by the disturbances caused to the inner cities, for the transformation of their natural characteristics and the implementation of established construction systems and developed over time, aimed at the generation of urban spaces, in its conception mostly they focus on accessibility and comfort of human beings.

Subsequently a management strategy based on a sustainable accompanied by alternativas arquitectónicas and planning methodology that will make better use of the territory, its spaces, and natural resources, regulating energy consumption in buildings and optimizing soil management was formulated, contributing to the mitigation of the damages caused by the heat island such as: a) the increased use of energy, which leads to more greenhouse gases, b) air pollution and increased ozone levels are released urban, c) higher costs due to higher consumption of water and energy, d) human discomfort and sometimes risks to human health.

The transformation of spaces and especially land in cities, the use of more efficient building technologies in terms of runtime, aesthetics and durability, contrast with the appearance of physical phenomena unplanned in the treatment area, which begin to affect in certain degree the activities of human beings.

These changes in cities initially go unnoticed until they are shown with specific studies, in most cases the cause is attributable to climate change, but their existence becomes more noticeable with the consolidation of large urban spaces which use large quantities and large volumes of building materials, whose physical and chemical characteristics contribute directly to the transformation of the original circumstances of the environment, causing the formation of heat islands and microclimates within cities. The increase in temperature of cities seems to be increasing over time, and as is well known the events that occur in urban areas has consequences in nearby places like these sites kilometers away.

In a timely guidance, the study focuses on identifying the causes temperature changes in the most densely spaces populated city of Bogotá, which are generated by human activities that have replaced green spaces and tree planting natural once environments, agglomerations of buildings accompanied by their public contiguous space, arising from temporary processes of expansion and urban transformation, explaining how this phenomenon expands during periods of urban densification from the place renovated to affect more distant areas.

In this case, establishing the initial conditions of Bogotá, it is essential to identify the degree of damage and alterations that this phenomenon can generate, for which the information gathered from various periods of time, weather stations used installed on specific points of the city.

This characterization will be the baseline on which to start is given to the analysis of the factors that cause these changes, with the study of the qualities and urban, architectural, spatial qualities and its articulation with buffer areas such as green areas, parks and relict vegetation, to continue with identification and definition of the materials according to their origin and properties.

With the identification of the causes that contribute to the formation of heat island, the necessary parameters are set to develop architectural and urban strategies applicable at the site that mitigate the impact caused by this phenomenon, significantly reducing the negative effects and inconvenience this event occurs on human activities.

Introducción

El crecimiento y evolución de las ciudades como base del desarrollo de la sociedad, ha generado la aglomeración de comunidades humanas en espacios reducidos de territorio dentro de las urbes. No obstante el incremento demográfico de estos lugares obedece a factores de índole económico, funcional y de consolidación de zonas provistas de lo que se denomina equipamientos urbanos.

Este crecimiento acelerado de la población, ha traído consigo la necesidad impetuosa de suplir la demanda espacial que se requiere, para que allí se desarrollen multiplicidad de actividades productivas cotidianas y necesarias para contribuir con el denominado desarrollo urbano.

Sin embargo estos procesos de afianzamiento de la ciudad, traen consigo la ejecución de sistemas constructivos cada vez más eficientes e innovadores, vinculando tecnologías que permiten explorar gran variedad de representaciones arquitectónicas, reflejadas en la implementación de nuevos conceptos en el diseño de edificaciones y en el espacio urbano que los rodea o sobre el que se localizan. El dominio de nuevas técnicas constructivas representan el avance en los métodos utilizados para la transformación, conjugación y maleabilidad de los materiales empleados en la elaboración de edificaciones, que previo a un conocimiento de sus propiedades físico-químicas permiten su optimización para ser utilizados en los fines requeridos.

Hace apenas un siglo el 14% de la población mundial vivía en las urbes (Naciones Unidas, 2001), en tanto hoy alcanza ya el 50%, si bien en algunos países desarrollados tales cifras se aproximan a 75 y 80%. El crecimiento de la

población humana continúa su carrera exponencial a una tasa media de 1% anual, mientras que el crecimiento urbano hace lo propio a una velocidad casi dos veces superior (1,8%) (Naciones Unidas, 2004). Lo que indica la relación entre la constante demanda y oferta en la construcción y transformación de espacios en las ciudades.

Para el caso de la ciudad de Bogotá, esta no ha sido ajena al crecimiento poblacional, situación que ha incrementado la urbanización y la transformación del territorio de forma acelerada, siempre acompañado de deficiencias en la planificación. Dentro de las causas más notables que este proceso trae consigo se considera relevante la pérdida de áreas verdes, de permeabilidad de los suelos y el incremento en la acumulación de temperatura en edificaciones y estructuras; condición que al transferirse a superficies y al aire termina en la formación de lo que se conoce como islas de calor.

Los datos de medición empleados para la identificación de este fenómeno en la ciudad, demuestran la existencia de islas de calor en determinadas zonas crasamente urbanizadas y caracterizadas por una profunda transformación y desaparición del medio natural, en menoscabo de los beneficios ambientales.

Esta consecuencia es el resultado de un modelo de ocupación que se dio a partir de mayor concentración en el centro, con expansión hacia la periferia siguiendo los desarrollos del ferrocarril y las vías principales del momento, demarcando hitos en zonas que se convirtieron en estratégicas para el desarrollo de la ciudad y del país. Al presentar mayor concentración de personas, no hubo otra alternativa que densificar el territorio, con la necesidad de transformar y aumentar la capacidad del suelo se incrementó la construcción de

edificaciones, las cuales se erigieron siguiendo patrones de forma y diseño de acuerdo al estilo o corriente arquitectónica de la época, la cual traía consigo la utilización de diferentes tipos de materiales.

En Bogotá se ha identificado la existencia de Islas de Calor, siendo el centro de la ciudad por sus características morfológicas y prevalencia histórica en procesos constructivos la de mayor relevancia; sin embargo el fenómeno cada vez se ha venido extendiendo a otras zonas de la ciudad que experimentan algún modelo de ocupación, y su formación está estrechamente ligada a la planificación urbana, el cambio de uso rural a uso urbano, las características morfológicas, arquitectónicas y constructivas empleadas, así como la implementación de diversos tipos de materiales con particularidades físico-químicas cuyas propiedades alteran las características del suelo aumentando el calor relativo de las superficies urbanas.

Para este caso la zona de estudio es la localidad de Suba, por presentar un proceso de ocupación y desarrollo relativamente nuevo y acelerado, situación que ha transformado su territorio de forma descontrolada. El análisis se enfoca en demostrar el por qué la deficiente planeación urbana, el uso desmedido y sin el análisis adecuado de determinado tipo de materiales, ha generado las condiciones apropiadas para la aparición y expansión del fenómeno de isla de calor y microclimas dentro del territorio de la localidad.

Consecuentemente con la problemática identificada se proponen acciones sobre la parte construida que transforman positivamente el entorno urbano, disminuyendo el malestar que las altas temperaturas del lugar ocasionan, trascendiendo en algunos casos en efectos perjudiciales para la salud humana.

Las propuestas de intervención planeadas en el sitio de estudio y en la Ciudad deben desarrollarse dentro del marco de la normativa vigente. En Bogotá el DECRETO 566 DE 2014 (Diciembre 16) “Por el cual se adopta la Política Pública de Ecourbanismo y Construcción Sostenible de Bogotá, Distrito Capital 2014-2024”, es la normativa vigente bajo la cual se busca garantizar la protección de los elementos naturales y su armonización con los elementos construidos, así como el aumento de la resiliencia de la ciudad para enfrentar el cambio climático. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014)

Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines, previniendo y controlando los factores de deterioro ambiental.

En estos determinantes deberá jugar un papel importante la planeación, el principio de sustentabilidad ambiental, referido a la consideración dentro de los programas, proyectos y estrategias incluidas dentro de los Planes de Desarrollo, posibilitando el desarrollo socioeconómico en armonía con el medio natural.

1. Formulación

1.1. Planteamiento del problema

La transformación de los escenarios ambientales originales a causa del crecimiento de la ciudad, así como la implementación de acciones en procura del desarrollo y expansión urbana que traen consigo la ejecución de sistemas constructivos, y el uso de materiales y tecnologías que no consideran los efectos posteriores que estos generan en el territorio cuando entran en interacción con factores ambientales.

Estas modificaciones del medio están estrechamente ligadas con los procesos de urbanización, la construcción de edificaciones sin atributos ambientales y la sustitución de las superficies naturales que impiden la capacidad original de permeabilidad y absorción transformando las propiedades térmicas del suelo, lo cual incide en la formación de islas de calor y microclimas dentro de la ciudad y contribuye con factores que se relacionan directamente con el aumento del calentamiento global.

La alteración de las condiciones normales del lugar no siempre están asociados a dinamismos antrópicos como la altura y la densidad de las edificaciones o el tipo de superficies, también está asociada a variables naturales relativas a vientos, humedad, precipitación y la nubosidad (Givonni, 1998); pero su exposición a eventos agregados como la concentración y retención de temperatura en las edificaciones, la refracción de la luz según las propiedades de los materiales que los componen y las actividades humanas complementarias a los usos urbanos del sitio, contribuyen a acrecentar el problema.

Las repercusiones que estos fenómenos traen para las zonas afectadas van más allá del aumento de la temperatura en el lugar, que pueden generar malestar humano y a veces riesgos para la salud. La necesidad de minimizar el impacto que genera el aumento de la temperatura por las acciones antrópicas en las edificaciones, lo que de manera indirecta trae consigo el incremento de las consecuencias por deterioro de los recursos naturales. Factores como el aumento en el uso de tecnología para regular las situaciones adversas, conlleva a que se liberen más gases de efecto invernadero, contaminación del aire y aumento de los niveles de ozono urbano, y costos más altos debido a un mayor uso de agua y energía.

Estas islas de calor producen impactos que se extienden desde escalas locales hasta escalas globales, y realzan la importancia de la urbanización sobre el medio ambiente que trascienden en el incremento del calentamiento global. Con respecto a las emisiones de carbono urbanas, éstas son responsables del 97% del CO² antropogénico, de los cuales 60% proviene del transporte y la construcción y 40% del sector industrial (Svirejeva-Hopkins et al., 2004). Por lo anterior, es un hecho que la urbanización constituye un cambio drástico de la naturaleza y ésta incide en los cambios globales (IPCC, 2002; Foley et al., 2005).

La ciudad expone alta contaminación atmosférica, 60% de la cual se atribuye a los vehículos y el restante 40% a las industrias; a su vez, la zona norte de la ciudad muestra mayor cobertura de zonas verdes que el resto de la ciudad (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2000)

Son variadas las consecuencias que se desprenden de la formación de islas de calor y microclimas, al igual que múltiples las causas que generan su aparición. La presencia de alta contaminación atmosférica, 60% de la cual se atribuye a los vehículos y el restante 40% a las

industrias; son un agregado adicional al fenómeno y a las molestias que se identifican en los lugares donde se presenta la problemática.

De manera general se identifica un aspecto que contribuye en proporción importante a la formación del fenómeno de isla de calor o microclima dentro de la ciudad, para establecer las causas y efectos originados por el uso de materiales de construcción empleados en las edificaciones y superficies constitutivas del espacio público. Con la comparación de una fracción de ciudad a menor escala como la localidad de Suba con las características de las demás localidades, se detallaron los factores constructivos que originan el desarrollo del fenómeno en los espacios urbanos.

Bogotá no ha sido ajena a los problemas derivados del proceso de urbanización de las ciudades, entre los cuales mencionamos: Reducción en la captación de gases de carbono, mayor emisión de contaminantes atmosféricos, pérdida de áreas verdes, impermeabilidad de los suelos y almacenamiento de calor en estructuras, superficies y aire, los cuales dan origen a las llamadas islas térmicas o "islas de calor" (Grimmond, 2007). De igual manera, se tiene en cuenta la densificación de las construcciones, la altura y el material utilizado y tipo de superficie, los cuales junto con variables naturales relativas a vientos, humedad, precipitación y nubosidad contribuyen a la formación de islas de calor. (Givonni, 1998). La isla de calor, es un ejemplo de modificación climática no intencional cuando la urbanización le cambia las características a la superficie y a la atmósfera de la tierra (Voogt, 2003).

La urbanización implica también disminución del porcentaje de zonas permeables, pues afecta la capacidad del suelo para absorber agua, acrecentando los caudales de escorrentías y facilitando las inundaciones. El crecimiento descontrolado reduce de manera significativa la

cantidad de suelo blando, pues el diseño urbano y arquitectónico no incorpora de manera suficiente la implementación de zonas permeables en sus proyectos. A esto se suma la ausencia de incentivos normativos para promover el uso de elementos que permitan la infiltración de las aguas lluvias en el suelo.

En concordancia con lo anterior, encontramos que los materiales que componen el área urbana (las propiedades termo físicas de dichos materiales, especialmente el albedo solar y la emisividad infrarroja) tienen un impacto significativo en la intensidad de las islas de calor. La temperatura superficial del pavimento es superior en todos los casos a la temperatura ambiente, lo cual explica el incremento de la temperatura de la capa de la atmósfera en contacto con éste. (Correa et al, 2003)

Por otra parte, las temperaturas urbanas más elevadas durante el día en la isla de calor pueden aumentar la formación del smog urbano, puesto que tanto las emisiones de contaminantes precursores, como las tasas de reacciones fotoquímicas de la atmósfera, aumentan (Cardelino, 1990). Las islas de calor, también pueden afectar en forma directa la salud humana exacerbando el estrés por calor durante las oleadas fuertes de este, y creando las condiciones adecuadas para que se distribuyan las enfermedades transmitidas por vectores (Changnon, 1996).

Estudios de evaluación de la temperatura realizados por (Montealegre 1979 y León, 1998), encontraron que la temperatura en Bogotá ha venido aumentando, en tanto Pabón (1998) se refiere la presencia de una isla de calor que se viene formando desde 1970 en el centro de la ciudad.

Otra investigación reciente evaluó los cambios de temperatura ocurridos en la ciudad de Bogotá durante cerca de cuatro décadas y se observó que la temperatura del aire en la ciudad al igual que en muchas otras ciudades del mundo, muestra gradientes espaciales así como tendencias temporales diversas que incluyen además, ciclos estacionales. En tal sentido, "se ha encontrado que la parte interna de la ciudad exhibe una temperatura aproximada de 3°C superior a la de la periferia como resultado de la presencia de construcciones e interacciones urbano-urbano en la primera, frente a interacciones urbano-rurales y un mayor componente vegetal en la segunda. Se evidencia entonces, presencia de una isla de calor que se expande no sólo por el centro de la ciudad sino que ha alcanzado el norte y el occidente de la misma". (Ramírez & Dominguez, 2010).

Un factor relacionado y que representa una amenaza directa para la salud, es el cambio climático, se manifiesta de forma gradual, los efectos de los fenómenos meteorológicos extremos –más tormentas, inundaciones, sequías y olas de calor– son abruptos y se perciben de forma aguda. Y aunque el cambio climático es un fenómeno mundial, sus consecuencias no se distribuirán de manera uniforme. Los científicos coinciden en que los países en desarrollo y los pequeños Estados Insulares serán las zonas que primero y más gravemente se verán afectadas (Chan, 2008). La recurrencia de las olas de calor puede influenciar las islas de calor urbanas, y por ende, pueden aumentar directamente la morbilidad y la mortalidad, principalmente entre las personas de edad con enfermedades cardiovasculares o respiratorias. (Política de salud ambiental, 2011-2023. Línea de intervención cambio climático).

1.2 Pregunta de investigación

Cómo mitigar el efecto del fenómeno denominado isla de calor generado por el desarrollo urbano, arquitectónico y la utilización de materiales constructivos en la localidad de Suba?

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Formular alternativas arquitectónicas y urbanísticas con elementos constructivos que mitiguen las consecuencias del fenómeno de Isla de Calor, en los espacios urbanos de la localidad de Suba.

1.3.2. Objetivos Específicos

- a) Identificar los factores constructivos que generan la formación de Islas de Calor en zona urbana de la localidad de Suba.
- b) Realizar un análisis comparativo de las estadísticas de temperatura de las estaciones meteorológicas ubicadas en la localidad, para determinar la correlación de los cambios asociados a procesos de urbanización y la temperatura.
- c) Proponer técnicamente procesos constructivos, arquitectónicos y urbanísticos tendientes a la mitigación de la isla de calor, mediante el uso de materiales y componentes adecuados para la regulación de temperatura.

2. Marco referencial

De acuerdo con múltiples estudios realizados en todo el mundo, el modo en que las ciudades se encuentran configuradas genera una modificación del microclima en los lugares donde se ubican. Estos cambios se deben principalmente a las modificaciones en la composición atmosférica (emanación de gases), en la rugosidad (por las edificaciones), y en el balance de energía (por el cambio en la composición de las superficies) (Valor, 2000). Estos factores en conjunto tienen como efecto el denominado fenómeno de Isla de Calor Urbana o Isla Térmica Urbana, el cual se basa en que la temperatura del aire al interior de las ciudades es mayor a la registrada en las áreas rurales y naturales de los alrededores (Hough, 1998); de este modo la temperatura de la ciudad va aumentando hacia su centro. Según (Sailor, 2007), este fenómeno tiene grandes consecuencias tanto a nivel ambiental, como económico y social; entre mayor sea la temperatura, habrá mayor emisión de gases a la atmósfera y consecuentemente consumo de energía, así como efectos perjudiciales para la salud humana entre otras cosas.

Dentro de los muchos factores que afectan los ambientes originales en las ciudades se ha establecido que los procesos de desarrollo urbano, como el crecimiento de la población y la construcción de viviendas, tienen como consecuencia el incremento de la temperatura de aire en los territorios, especialmente los que son transformados de uso rural a uso urbano.

Por lo tanto, los estudios que ayuden a esclarecer dicha relación son de gran importancia para una planeación y gestión más adecuada en torno a minimizar el impacto que reciben los ecosistemas urbanos.

Las consecuencias atribuidas a la influencia o el uso de materiales de construcción inadecuados, que son destinados a la elaboración de edificaciones en espacios densos de las ciudades, en ocasiones constituyen uno de los mayores contribuyentes al aumento de la temperatura y a la modificación de las condiciones térmicas y físicas, a la absorción, retención y conducción de energía, alteran el espacio destinado para ser ocupado por las personas, en el desarrollo de sus actividades comunes.

Por tal razón el determinar la relación entre el uso de una edificación y los determinantes que hacen parte de sus componentes, permiten definir su efecto sobre la zona de estudio: a) industrial, b) comercial, c) residencial, d) institucional, entre otros, estableciendo rangos de incremento que permitirán distinguir el incremento o disminución de las afectaciones.

2.1. Marco teórico

Si bien el estudio del fenómeno Isla de Calor se presenta con más intensidad en las últimas décadas, generado por la necesidad de conocer y contrarrestar las múltiples afectaciones que este fenómeno genera en las Ciudades, su estudio no es novedoso. Debemos remontarnos a la Historia Antigua, con griegos y romanos, para observar los primeros estudios y preocupaciones sobre el clima urbano. Es a Hipócrates al que podríamos señalar como el primer científico preocupado por los cambios en la naturaleza introducidos por la ciudad, ya que en su obra denominada “De los aires, de las aguas y de los lugares” (S. V a. C.), ya relaciona el aire distinto de las ciudades. Séneca, más tarde, en el S. I se lamenta del aire pestilente de Roma, los cuales le provocaban hasta cambios de humor al abandonar la ciudad, introduciendo, por tanto, problemas ambientales en las urbes. Siglos después, en la Edad Media, el hacinamiento y concentración de la población en ciudades amuralladas, sumado a la escasez de sistemas de recogida y reciclado de basuras, provoca efectos reconocidos, como los

cambios producidos en la composición del aire. Londres, como ciudad importante, en esta época y en siglos posteriores, constituye el ejemplo más representativo de contaminación urbana, teniendo que recurrir a la prohibición de quema de carbón en la ciudad, a partir del siglo XII, y especialmente durante el siglo XVI.

Serán, por tanto, varios los autores que tomarán a la capital británica como objeto de estudio de sus obras. Autores tales como John Evelyn, con la obra “Fumifugium” (1661), donde se publica el considerado como primer tratado sobre contaminación atmosférica urbana u otros científico, como son Epp, que se centrará en Múnich o Luke Howard, que realizará una propuesta científica para la clasificación de nubes. Otro estudioso de las islas de calor urbanas, es el francés Emilien Renou (1815-1902), el cual detecta el calentamiento anómalo del centro de París con respecto a la periferia. Estos estudios urbanos conocerán un impulso y mejora, gracias a las redes de observación meteorológica que a finales del siglo XIX, comenzarán a emplear datos meteorológicos para analizar las alteraciones climáticas urbanas. No obstante, el empleo de datos de observatorios únicamente permite conocer las diferencias entre puntos muy concretos. Por tanto, supuso de vital importancia la novedosa metodología que introducirán varios estudiosos del clima urbano en el estudio del mismo, como por ejemplo, Schmidt en Viena y Pepler en Karlsruhe, que introducirán vehículos a motor con aparatos de medida para obtener numerosos datos de acuerdo a itinerarios por toda la ciudad, para calcular las diferencias de temperatura entre diversos puntos. Después de la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), el crecimiento económico, industrial y, sobre todo, territorial de prácticamente la mayoría de asentamiento urbanos, conlleva en que el estudio del clima urbano tenga repercusión en todos los rincones del planeta, tanto a mano de los científicos, geógrafos y físicos, en mayor medida, como a nivel de las instituciones. Así, la celebración de 1968 de un

Symposium internacional sobre climas urbanos, promovido por la Organización Meteorológica Mundial, en 1970, impulsaron las investigaciones de climatología urbana de base local, centradas, sobre todo en el reconocimiento de la isla de calor de distintas ciudades. También debemos citar a Chandler, como impulsor del estudio de la isla de calor, tras la publicación de su obra en 1965.

Todos los continentes tienen ya ciudades con un estudio sobre su isla de calor, dándose sobre todo en Europa, Norteamérica y Japón, desde el contexto más cercano regional Latinoamericano y Suramericano solo se identifican los más importantes en la Ciudad de México (Jauregui, 1973) y en las ciudades brasileras de Río de Janeiro (Gallego, 1972) y Sao Paulo (Lombardo, 1985).

2.2. Marco conceptual

Los estudios realizados en diferentes ciudades han demostrado una homogeneidad en lo referente a la información y conceptos obtenidos, que sin ser extensa contextualiza de forma precisa las causas y consecuencias del fenómeno, profundizando y generando multiplicidad de definiciones referentes a las Islas de Calor en los cuales se hace énfasis en su explicación científica causa y efecto.

El término de isla de calor fue utilizado por primera vez en 1958 por el inglés Gordon Manley para tratar una de las modificaciones climáticas más claras que causa la urbanización, como es el incremento térmico en las ciudades en comparación con su periferia. Este hecho era conocido desde el siglo XIX, Luke Howard en su obra sobre el clima de Londres publicada en 1818, menciona el efecto urbano sobre la temperatura, aunque no se utilizaba la denominación tan gráfica y a la vez geográfica para designar el fenómeno.

“El fenómeno se refiere a la representación gráfica de la distribución espacial de la temperatura en la ciudad y sus alrededores con un mapa de isotermas, donde estas representan una disposición concéntrica alrededor del centro urbano, señalando un máximo a modo de isla y su disminución progresiva al alejarse del centro y acercarse a la periferia donde se alcanzan las temperaturas más frías” (Moreno, 1997). Inmediatamente a lo planteado por Manley se observó también que la diferencia térmica llevaba aparejada una diferencia de humedad, en sentido inverso, lo que configuraba la isla de calor a la vez como una isla de sequedad.

El descubrimiento de este doble fenómeno climático, junto con la publicación de los primeros trabajos generales sobre el clima urbano, así como la celebración en 1968 de un evento internacional sobre climas urbanos, promovido por la Organización Mundial de Meteorología (W.M.O), impulsaron las investigaciones de climatología urbana de base local, centradas, sobre todo, en el reconocimiento de la isla de calor en distintas ciudades, estudios que eran de metodología relativamente fácil.

Hoy puede decirse que la mayoría de las metrópolis mundiales cuenta con estudios climáticos a dos niveles de análisis; uno, inicial con carácter meramente aproximativo y descriptivo, y otro, más reciente, de mayor profundización, en el que se analiza el clima urbano en su complejidad de implicaciones climáticas y urbanísticas, a la vez que se establecen ya, desde distintos modelos de interpretación y relaciones explicativas generales. (Carrera, 1990).

Las ciudades constituyen el hábitat por excelencia de los seres humanos y pese a su diversidad presentan características ambientales comunes en muchas partes del mundo, como por ejemplo la presencia de la Isla de Calor Urbana, que

corresponde a un aumento de origen antrópogenico de la temperatura del aire superficial en zonas urbanas densamente construidas, siendo esta mayor que la temperatura que registra la capa de aire que cubre la ciudad como consecuencia del calor acumulado por estructuras y cuerpos que lo componen, tales como techos, paredes de las edificaciones, calles y avenidas, sitios industriales y estacionamientos, todos estos factores corresponden propiamente al efecto de formación de isla de calor. (Correa et al, 2003)

Otra línea de investigación se ha centrado en la relación existente entre la isla de calor y la distribución de temperatura en el área urbana siendo influenciada por urbanización, así como también la relación con algunas variables meteorológicas. “En este sentido, los estudios sobre el balance energético de distintas aéreas urbanas ponen de manifiesto las diferencias que se presentan entre las áreas urbanas y rurales (Tsukamoto et al, 1973; yap y Oke, 1974).

Dentro de los estudios sobre el balance energético, hay que considerar de indudable importancia la relación del fenómeno que tratamos con el factor radiación (Bello, 1994).

El componente urbano de mayor superficie horizontal expuesta a la radiación solar es el pavimento con un 20% de suelo urbano aproximadamente, el cual en la mayoría de los casos posee alta absorción y elevada capacidad térmica. Estas características hacen que su contribución al efecto de isla de calor urbana sea significativa, particularmente en climas áridos con elevados niveles de radiación. La isla de calor está estrechamente relacionada con el clima de la región y puede mostrar ciclos diurnos y estacionales, en aéreas urbanas puede tener el efecto de subir la temperatura entre 6 y 10 grados (City o f Chicago, 2002).

(Givonni, 1998), hace referencia a varios factores diferentes e independientes que contribuyen al desarrollo de la isla de calor urbana, tales como:

- 1- Diferencias en el balance neto de radiación entre el área urbana y el entorno natural abierto. En particular, la menor proporción de enfriamiento durante la noche.
- 2- Acumulación de energía solar en la masa de los edificios en la ciudad durante el día y su liberación durante la noche.
- 3- Generación de calor por las actividades del área urbana durante todo el año (transporte, industria, etc.)
- 4- Escasa evaporación del suelo y de la vegetación, mucho menor que en espacios rurales abiertos y,
- 5 - Contaminación atmosférica (Tumini, 2012)

La intensidad de la isla de calor urbana depende también de otros factores como el tamaño y la morfología urbana, la topografía, las actividades antrópicas y las características climáticas (viento, temperatura, inversión térmica, etc.). En el espacio urbano se distinguen dos tipos de ICU, la superficial y la atmosférica, que se diferencian por los elementos que la generan, los métodos para identificarlas y medirlas, los impactos generados y, en algunos casos, las formas para mitigarlas.

La isla de calor superficial se genera cuando las superficies de suelos, techos y fachadas registran una temperatura superior a la del aire. En general la isla de calor superficial se produce tanto por el día como por la noche, pero tiende a ser más fuerte por el día cuando el Sol está alto y el cielo está claro.

La isla de calor atmosférica se identifica con la diferencia de temperatura del aire entre las áreas urbanas y las rurales, según siguientes niveles:

- a) La ICU a nivel de suelo que existe en la capa de aire que afecta directamente a los habitantes, entre el suelo y el nivel superior de los techos o árboles;
- b) La ICU de la capa en altura que empieza por encima de los techos o árboles y se extiende en altura hasta el punto en el que el paisaje urbano influye en la temperatura del aire. Esta altura generalmente no supera los 1,5 km.

Otras afirmaciones sugieren que el término de las islas de calor se refiere al vapor en la superficie de las ciudades debido a las altas temperaturas, clasificando tres tipos de Isla de Calor según sus características:

1. Isla de Calor de la capa de Dosel (ICCD)
2. Islas de Calor de la capa de Perímetro (ICCP)
3. Islas de Calor de superficie (ICS)

Isla de Calor de Capa Dosel y la Isla de Calor de Perímetro:

Se refieren al calentamiento de la atmósfera urbana. Los científicos miden la temperatura de estas 2 islas de calor usando termómetros directamente.

Isla de Calor de superficie:

Se refiere a calor relativo de las superficies urbanas. Esta es medida con sensores remotos instalados sobre satélites o aviones.

Sus características difieren en que para la Isla de calor de superficie el aire más caliente se encuentra en el centro de la ciudad, mientras que en la denominada Capa Dosel o de Perímetro se concentran en las isotérmicas, o líneas de igual temperatura, forman un patrón que es igual a una isla. Estas líneas de temperatura se encuentran en las zonas urbanas.

“Respecto a la estacionalidad de la isla de calor no existe consenso, algunos por ejemplo indican que es más intensa en verano (Eliasson, 1994; Klyzik y Fortuniak, 1999) y otros en invierno” (Moreno, 1994; Montavezet, 2000). Lo anterior demuestra que es muy difícil un acuerdo global respecto a la estacionalidad y que esto dependerá de las condiciones propias de la localización geográfica del emplazamiento de la ciudad, su entorno y su climatología. (Santamouriset, 2001)

A pesar de que las causas y efectos de la isla de calor son conocidos y referenciados en las diferentes definiciones empleadas, su interpretación y modo expresivo puede cambiar según donde se desarrolle el estudio, por ejemplo, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos en sus Conceptos básicos sobre meteorología de la contaminación del aire sugiere que: “La isla de calor es un Domo de aire cálido que se forma en área urbanas debido a la presencia de edificios y superficies pavimentadas que continúan irradiando calor incluso después de la puesta del sol.” (EPA, 1999).

Los conceptos siempre hacen énfasis en realidades que tienen que ver con el calentamiento del aire con un comportamiento variado a raíz de actores antrópicos propios de las ciudades, promoviendo un

Fenómeno de circulación del aire característico de las ciudades, mediante el cual el aire tibio se concentra sobre el centro de ellas, se eleva, se extiende sobre la

ciudad y, conforme se enfría, baja en sus orillas. Al mismo tiempo, el aire frío de las orillas fluye hacia el centro de la ciudad para cerrar el ciclo. A causa de este fenómeno se genera un sistema cerrado de circulación que sólo puede romperse por el efecto de vientos relativamente fuertes. El resultado es un calentamiento relativo de la atmósfera sobre la ciudad en relación con los alrededores. (López y Flores, 1991).

“Para efectos de este estudio se define la isla de calor urbana o UHI (UrbanHeat Island) como clima urbano y en cualquier ciudad se pueden distinguir dos tipos: la primera, denominada isla de calor atmosférica, representa las diferencias en la temperatura del aire entre las zonas urbanas y las rurales; la segunda, denominada isla de calor superficial, indica las diferencias térmicas entre las superficies artificiales (pavimento, aceras, tejados de los edificios, etc.) y las naturales (vegetación, cultivos, roquedo) (García y Martilli, 2012)

2.3. Marco normativo

A pesar de la detección del fenómeno de Isla de Calor en la ciudad de Bogotá, son escasos los estudios realizados en los que se plantean o métodos para tratar de contrarrestar sus efectos, por lo que determinantes o lineamientos a seguir, así como la implementación de técnicas novedosas en los procesos de urbanización y construcción de las edificaciones pocas veces son tenidas en cuenta y por consiguiente todos los sistemas constructivos y sus componentes relacionados con el aumento de la temperatura en la Ciudad están libres de prohibiciones.

Sin embargo, en un intento por promover y estimular la implementación de nuevas y novedosas disyuntivas que podrían ayudar a esgrimir el incremento de la temperatura en la

Ciudad, no así como mecanismo eficaz para la generación de normas tendientes a confrontar el problema, la Alcaldía de Bogotá D.C. presenta el proyecto de acuerdo no. 386 de 2009, "por el cual se implementan, promueven y estimulan las tecnologías de creación de techos verdes en Bogotá, d.c. y se dictan otras disposiciones", según la exposición de los siguientes motivos:

Los vehículos y la calefacción no solo se consumen el poco oxígeno que se produce en la ciudad, sino que además llenan la atmósfera de sustancias nocivas para la salud. Las grandes superficies de cemento y asfalto generan una gran masa de calor que sobre-calienta la atmósfera y ayuda a crear el efecto invernadero sobre la tierra.

Bogotá, D.C. padece problemáticas ambientales graves: tiene una baja proporción en zonas o espacios verdes, apenas un 4.93 M^2 de 9 M^2 que debe tener cada habitante, según la OMS, se está viendo afectada por los cambios climáticos y por el calentamiento global, sufriendo inundaciones, efecto isla de calor, pérdida de biodiversidad, despilfarro energético, contaminación atmosférica y emisión de anhídrido carbónico. Como una alternativa entre muchas otras posibles para procurar minimizar dichos impactos se presenta a consideración de este Concejo, este proyecto pretende equilibrar la relación, convirtiendo las azoteas, cubiertos y techos de cemento impermeabilizados, inútiles en ocasiones y subutilizados, en jardines, en techos verdes que ayudan a mejorar el ambiente y a su sostenibilidad.

Los Techos y muros verdes hoy en día son una tendencia a nivel mundial, máxime cuando fenómenos como el calentamiento global, la pérdida de la capa de ozono, el Niño y la Niña parecen traer consecuencias graves para nuestro planeta. Además de los beneficios estéticos por el impacto de lo verde y el aprovechamiento de espacios, los techos y muros verdes favorecen el ambiente y mejoran la calidad de vida de nuestros habitantes.

(el proyecto de acuerdo no. 386 de 2009, se aprueba con el proyecto de acuerdo no. 355 de 2009, acta sucinta 061 del 10 de noviembre de 2009, suscrita por el concejo de Bogotá).

Actualmente el DECRETO 566 DE 2014 (Diciembre 16) “Por el cual se adopta la Política Pública de Ecurbanismo y Construcción Sostenible de Bogotá, Distrito Capital 2014-2024”.

EL ALCALDE MAYOR DE BOGOTÁ, D.C. plantea consideraciones que deben ser tenidas en cuenta para la intervención de la ciudad según los siguientes artículos:

Artículo 1°. Objeto y ámbito de aplicación. Adóptese la “Política Pública de Ecurbanismo y Construcción Sostenible de Bogotá Distrito Capital, 2014 – 2024”, en el marco de la construcción de un territorio resiliente que se adapta y mitiga el cambio climático. Esta política se aplicará en el territorio urbano y rural de Bogotá, Distrito Capital.

Artículo 3°. Principios - Esta política pública se fundamenta en el Objetivo de Desarrollo del Milenio de la ONU No. 7 “Garantizar la Sostenibilidad del Medio Ambiente” “Incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales y reducir la pérdida de recursos del medio ambiente”.

Artículo 4°. - Enfoque - La Política Pública de Ecurbanismo y Construcción Sostenible de Bogotá Distrito Capital se orienta por un enfoque de desarrollo sostenible, mediante dos premisas fundamentales: (i) propender por el bienestar social y la mejora de la calidad de vida de la ciudadanía y; (ii) garantizar que este desarrollo no deteriore el ambiente ni el derecho de las generaciones futuras a disfrutarlo. Esto debe contemplar costos ambientales medidos acordes con las actividades humanas, basadas en la protección de los elementos naturales y su

armonización con los elementos construidos, así como el aumento de la resiliencia de la ciudad para enfrentar el cambio climático.

3. Sitio de estudio

El sitio seleccionado en el cual se realizó el estudio de la isla de calor y las consecuencias generadas por el aumento de la temperatura en el entorno urbano, es la Localidad N° 11 de la Ciudad de Bogotá D.C. denominada como Localidad de SUBA. (Ver [figura 1](#))



[Figura 1](#). Mapa localidades ciudad de Bogotá, (imagen tomada página web universidad distrital Francisco José de Caldas).

3.1. Descripción de la Localidad

Suba es la localidad número 11 de la ciudad, se encuentra ubicada al noroccidente de la ciudad y es la cuarta localidad más extensa de la capital, con 10.056 hectáreas después de Sumapaz, Usme y Ciudad Bolívar, respectivamente. Su suelo urbano comprende 6.271

hectáreas de las cuales 559 son protegidas; el suelo rural comprende 3.785 hectáreas de las cuales 910 corresponden a suelo de protección rural; el suelo de expansión es de 874 ha. Limita al Norte con el municipio de Chía; al Sur con la localidad de Engativá; al Oriente con la localidad de Usaquén y al Occidente con el municipio de Cota.

Tiene aproximadamente 1'200,000 habitantes y está compuesta por 12 UPZ: La Academia, Guaymaral, San José de Bavaria, Britalia, El Prado, La Alambra, Casa Blanca Suba, Niza, La Floresta, Suba, El Rincón y Tibabuyes y 1 UPR Chorrillos.

En el Censo de Arbolado realizado por el Jardín Botánico de Bogotá 2005-2007, se informa que la ciudad cuenta con 1'066.463 árboles en 19 localidades censadas, ubicados en el espacio público de la ciudad con un promedio de 0.16 árboles por habitante. Suba tiene la estructura ecológica más grande y en total posee 248.600 árboles y La Candelaria es la localidad con menos individuos arbóreos, tiene 4.523.

3.2. Reseña histórica

A continuación se presentará una breve reseña histórica de Suba, resaltando los procesos históricos de ocupación del territorio, para luego describir las características geográficas más relevantes y la forma como está dividida administrativamente la localidad.

Tanto la vida de los primeros habitantes del altiplano como la de los Muisca transcurrió en cercanías de la gran extensión de pantanos y tierras húmedas de la planicie, ya que estos lugares ofrecían peces, aves silvestres y plantas acuáticas. Igualmente estos espacios húmedos contenían uno de los elementos preciados por esta cultura: el agua. Dicho recurso era de gran importancia en la mitología y cosmogonía muisca, además que proveía recursos que mejoraban su adaptación al medio.

Universidad Nacional de Colombia- Instituto de Estudios Ambientales (IDEA). Plan de manejo ambiental del humedal Torca-Guaymaral, componente diagnóstico. Abril de 2007.

El nombre de Suba proviene de dos vocablos indígenas: Sua, sol y Sia, agua. El vocablo Suba significa quinua (planta quenopodiácea), principal alimento de los chibchas, y fue un territorio de gran extensión, centro de ritos ancestrales en la Laguna de Tibabuyes y lugar de encuentro indígena. En 1537 el territorio fue invadido por el conquistador español Gonzalo Jiménez de Quesada y en 1550 fue fundada la población de Suba.

En 1884 el municipio lo conformaban cuatro veredas: Suba, Tibabuyes, Conejera y Tuna con 1.584 habitantes. En este tiempo Suba mostraba un aspecto desolado, su imagen era propia de un pueblo abandonado, colocada en desnivel a los pies de la sierra.

Corporación La Cometa. CD Suba identidad local, sobre el poblamiento de Suba. 2001

3.3. División política

Hacia 1930, el municipio de Suba estaba conformado por ocho veredas (las mismas posesiones señoriales de la Colonia): El Rincón, Tuna, Casablanca, Tibabuyes, El Cerro Sur, El Cerro del Centro, La Conejera y El Prado; estas veredas eran principalmente agrícolas, la comercialización de los productos se llevaba a cabo alrededor de la plaza, ubicada en lo que hoy se conoce como el parque principal, y la propiedad de la tierra se caracterizaba por grandes haciendas. En 1960 el municipio rural de Suba es objeto de la expansión urbana, suscitando que algunas haciendas se destinaran a la construcción de vivienda. En las siguientes décadas llegaron a Suba familias de Boyacá, Santander y Tolima que iniciaron el crecimiento de la ciudad hacia el occidente. (Departamento Administrativo de Planeación, 2004)

Posteriormente el municipio se anexó al Distrito Especial de Bogotá mediante Decreto Ley 3640 de 1954. Después por el Acuerdo Distrital 26 de 1972 Suba integró con otros barrios una Alcaldía Menor, más tarde el Acuerdo Distrital 2 de 1992 constituyó la localidad Suba, conservando sus límites y siendo administrada por un Alcalde Local y una Junta Administradora local integrada por 11 ediles.

Esta localidad al igual que todas las localidades de Bogotá se encuentra dividida en Unidades de Planeación Zonal – UPZ, que para el caso que nos ocupa corresponde a 12 UPZ con una clasificación de uso definida como lo muestra la [tabla 1](#):

[Tabla 1.](#) Número de hectáreas y manzanas por UPZ

UPZ	Clasificación	Area total (ha)	%	Cantidad manzanas	Area manzanas (ha)
2 La Academia	Desarrollo	672,1	10,7	32	200,2
3 Guaymaral	Desarrollo	453,6	7,2	27	447,0
17 San Jose de Bavaria	Residencial Cualificado	438,3	7,0	209	355,8
18 Britalia	Residencial Cualificado	328,7	5,2	157	262,0
19 El Prado	Residencial Cualificado	433,4	6,9	349	320,1
20 La Alhambra	Residencial Cualificado	284,8	4,5	239	190,0
23 Casa Blanca Suba	Desarrollo	420,5	6,7	136	350,9
24 Niza	Residencial Cualificado	756,6	12,1	464	573,6
25 La Floresta	Residencial Cualificado	393,5	6,3	209	321,6
27 Suba	Residencial de Urbanizacion incompleta	652,9	10,4	605	492,6
28 El Rincon	Residencial de Urbanizacion incompleta	710,1	11,3	1365	531,1
71 Tibabuyes	Residencial de Urbanizacion incompleta	726,4	11,6	1079	527,7
Total		6270,9	100,0	4871	4572,6

Fuente: (Secretaría Distrital de Planeación, 2009).

3.4. Ubicación geográfica

Geográficamente Suba se ubica en el extremo noroccidental de Bogotá, la orografía local presenta una zona plana y algunos sectores suavemente inclinados, al igual que una zona montañosa aislada que se extiende de sur a norte en la zona central.

3.5. Límites

Limita al norte con el municipio de Chía y el río Bogotá; al sur, con la calle 100 y el río Juan Amarillo que la separan de las localidades de Barrios Unidos y Engativá respectivamente; al occidente, con el río Bogotá en límites de los municipios de Cota y Chía; y al oriente, con la Autopista Norte separándola de la localidad de Usaquén; el área rural está ubicada al costado noroccidental de la localidad, la cual limita al sur con el humedal La Conejera y las UPZ Tibabuyes, Suba y Casablanca, y al oriente con las UPZ Guaymaral, La Academia y San José de Bavaria.

3.6. Clima

Bogotá no ha sido ajena al cambio climático global, ya que en los últimos años ha presentado alteraciones climáticas como aguaceros muy fuertes que causan inundaciones y granizadas inesperadas en algunas partes de la ciudad. Igualmente se han presentado fenómenos de vientos inusuales que levantan tejados y generan pérdidas económicas. Es de anotar que el área urbana puede presentar entre dos y tres grados más de temperatura que las zonas rurales, debido a la gran masa construida de la ciudad y materiales como concreto y el vidrio que refleja buena parte de la energía solar recibida.

3.7. Pluviosidad

Bogotá, que está situada en el altiplano cundiboyacense, cuenta con lluvia menos de 200 días al año presentando grandes contrastes entre sitios relativamente cercanos. En la Sabana de Bogotá por ejemplo, caen alrededor de 1.500 mm anuales en las estribaciones de los cerros orientales, mientras que en el sector suroccidental del altiplano caen cerca de 500 mm al año. Los meses de enero y febrero son los más secos y octubre y noviembre los más lluviosos.

3.8. Temperatura

La Sabana tiene una temperatura promedio de 14°C, que puede oscilar entre los 9 y 22°C. Las temperaturas en los meses de diciembre, enero y marzo son altas, presentándose grandes variaciones y siendo normal que predominen días secos y soleados, aunque puedan experimentar bajas temperaturas en las noches y heladas en las madrugadas. Durante abril y octubre las temperaturas promedio son más bajas, pero sus variaciones son menores. En Suba la temperatura promedio anual es de 12.6°C, la humedad relativa máxima es 77.6% en los meses lluviosos y 52% en los meses secos; la precipitación media anual es de 1.100 mm, con dos épocas marcadas de presencia de lluvias alternando con periodos secos o de menos lluvias, no constantes en su aparición a través de los meses del año.

Atlas Ambiental de Suba 2002. En: SDA. Plan ambiental local (PAL) de Suba. 2007.

En la zona rural la temperatura promedio anual es de 13.6°C, la humedad relativa máxima es 76.8% en los meses lluviosos y 74% en los meses secos, la precipitación media anual es de 788,9 mm, el brillo solar máximo es de 6,1 horas de insolación/día en enero y el menor es de 3,46 en abril. La velocidad promedio del viento es de 2,2 m/s. La evapotranspiración real es de 913,4 mm/año, siendo críticos los meses de agosto y septiembre, dado que se requiere riego suplementario para atender la demanda hídrica de los cultivos.

Departamento técnico administrativo del medio ambiente. Diagnóstico agropecuario y ambiental de la Localidad Suba. Bogotá. 2000.

3.9. Relieve

Suba presenta en su parte oriental y occidental zonas planas o suavemente inclinadas con suelos susceptibles a las inundaciones, en aquellos terrenos pertenecientes a las rondas de los ríos y humedales. En la parte más llana existen desarrollos urbanísticos, y hacia el centro de la localidad existe una zona montañosa aislada o separada (cerros de La Conejera y de Suba), en la que se presentan cortes de canteras o urbanizaciones situadas en áreas montañosas.

Alcaldía Local de Suba - CORPOTIBABUYES. Fortalecimiento del sistema ambiental local: Acciones para la gestión del suelo protegido en la localidad Suba. 2007. p 34

3.10. Hidrografía:

La localidad está ubicada en las cuencas de los ríos Bogotá, Juan Amarillo (río Salitre o denominado por la comunidad muisca desde sus orígenes como el río Neuque) y Torca, el sistema hidrográfico lo componen además humedales¹², quebrada la salitrosa y un complejo de vallados en la zona rural y en las zonas aún no desarrolladas.

Instituto Distrital de Cultura y Turismo Bogotá. Panorama turístico de 12 localidades: ficha técnica turística. Localidad Suba. 2004. p 11.

4. Metodología

4.1 Fase 1 –análisis

Una de las principales presiones en los cambios que ocurren en el medio ambiente de las ciudades, es la transformación del suelo no urbano o rural a urbano, es decir que en proporción se sustituye el suelo no urbano (de rural, suelo de expansión, suelo sin desarrollar), sin intervención artificial humana, por un modelo de ocupación humana con tendencia a comprometer el equilibrio del medio ambiente.

No obstante la posibilidad de expansión urbana sobre el suelo rural en Bogotá no es una opción de crecimiento accesible a todas las localidades que componen la ciudad, esta posibilidad se limita solo a aquellas que aun disponen de territorio con esta categoría.

Las razones por las cuales se trae a colación esta información, se relaciona específicamente con el resultado que se obtienen de la transformación del suelo rural a urbano y el cambio de los atributos naturales originales del territorio, en cuyos casos la falta de planificación, genera la aparición del fenómeno isla de calor.

La transformación del espacio natural inevitablemente trae consigo cambios en los factores que regulan los aspectos en el lugar relativos a temperatura, humedad y vientos principalmente, por lo que una equivocada distribución espacial, la ausencia de zonas verdes o parques, la transformación absoluta del espacio público por superficies duras e impermeables y la implementación de sistemas constructivos que contemplan el uso de materiales refractivos, acumuladores y conductores de energía, así como los complementos tecnológicos

de las edificaciones, genera no solo la aparición del fenómeno isla de calor sino la variabilidad en el incremento o disminución de sus impactos.

Es imposible detener la aparición de la isla de calor o formación de microclimas en el lugar una vez las ambientes naturales son modificadas, sin embargo el equilibrio adecuado de los componentes antrópicos utilizados en la urbanización del territorio, pueden disminuir el impacto y afectaciones a los seres vivos, que sufren el impacto directo generado por la isla de calor y los microclimas en la zona.

[Tabla 2.](#) Comparativo Tipos de suelo, urbanizado y para desarrollar por localidades. Incluido Localidad de Estudio (Hectáreas), año 2002.

No	Localidad	Suelo urbano desarrollado (urbanizado)	Suelo por desarrollar	Suelo en expansión	Suelo rural
1	Usaquén	2988	534	253	0
2	Chapinero	1193	42	0	0
3	Santa Fe	632	53	0	0
4	San Cristóbal	1493	136	0	0
5	Usme	1822	242	884	9239
6	Tunjuelito	1019	9	0	0
7	Bosa	1511	418	229	0
8	Kennedy	3152	454	153	0
9	Fontibón	2555	486	46	0
10	Engativá	3160	279	0	0
11	Suba	4890	1154	801	1931
12	Barrios Unidos	1185	5	0	0
13	Teusaquillo	1400	21	0	0
14	Mártires	636	19	0	0
15	Antonio Nariño	482	12	0	0
16	Puente Aranda	1705	20	0	0
17	Candelaria	184	0	0	0
18	Rafael Uribe	1279	31	0	0
19	Ciudad Bolívar	2835	403	194	5574
20	Sumapáz	0	0	0	31284
Bogotá		34121	4318	2560	48028

Fuente: (Departamento Administrativo de Planeación, 2004)

En la [tabla 2](#) se puede ver que la Localidad de Suba es una de las localidades con mayor suelo urbano por desarrollar con un total de 19,24% del territorio, ubicándose en el cuarto lugar dentro de las localidades de Bogotá que cuentan con suelo disponible para desarrollo urbano en la ciudad. Cifra importante teniendo como punto de partida que solo la localidad de Sumapaz representa el 65,14% del suelo disponible para desarrollo urbano, aun cuando sus peculiaridades son más complejas por ser una localidad de generalidad sub urbana y rural.

Estas posibilidades de crecimiento urbano traídas a un contexto futuro inmediato, indican que la Localidad cuenta con todos los escenarios adecuados para que en los próximos años a causa del desarrollo urbano, la transformación de las condiciones ambientales originales, y demás actividades antrópicas, aparezcan nuevas islas de calor y microclimas que sumadas a las existentes en el lugar, repercutirán directamente sobre la población.

Para dar a conocer las afectaciones generadas por factores constructivos que originan el desarrollo de islas de calor y microclimas en espacios urbanos, caso de estudio localidad de suba, se hace necesario dar a conocer la situación actual y los aspectos concernientes con el clima y las posibilidades meteorológicas existentes en el área de estudio, así como las particularidades, seguimientos y generalidades de las diferentes variables y parámetros que influyen en el comportamiento del clima en el área de Suba.

Así mismo se debe tener en cuenta el análisis de las diferentes variables climatológicas, para luego realizar procesos estadísticos conducentes a establecer el comportamiento de cada una de estos elementos, esto se puede observar detalladamente buscando establecer la Clasificación Climática de la zona de estudio.

Para determinar las variables de temperatura en la zona se hizo uso de los datos meteorológicos de las estaciones de la EAAB (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá), SDA (Secretaría Distrital de Ambiente), FOPAE (Fondo de Prevención y Atención de Emergencias), CAR (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca) e IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia), las cuales concentran un número importante de estaciones distribuidas en puntos estratégicos del territorio, que conforman la red meteorológica oficial existente en la ciudad de Bogotá. Según inventario realizado de las estaciones que opera cada institución, constan de una red de 103 estaciones meteorológicas, entre climatológicas y pluviométricas.

Sin embargo debido a que son escasas las estaciones con cubrimiento en la zona de estudio no se pueden ofrecer registros más extensos y confiables, por lo que la condición anterior o número de estaciones disponibles para obtener la información según los parámetros requeridos se redujo significativamente.

De acuerdo a la información de dos estaciones instaladas para el cubrimiento del territorio donde se encuentra la localidad de Suba, específicamente las estaciones denominadas Suba y Guaymaral se realiza una clasificación de los distintivos presentes según la zona y el uso del suelo, en la cual el objetivo es demostrar como las zonas con mayores contextos de desarrollo urbano y mayormente densificadas por la construcción de edificaciones, son las más propensas a generar islas de calor y sufrir sus consecuencias negativas. (Ver [figura 2](#))



[Figura 2.](#) Estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio (izq. Estación Suba, der. Estación Guaymaral), fuente SDA.

Las estaciones representativas en el área de estudio de la localidad de Suba son: la estación Suba, localizada en la Clínica Juan Corpas en la Carrera 111 No. 159A-61 en cuya conformación predominan unidades tipo 1. Residenciales de urbanización incompleta, y la estación Guaymaral localizada en la Escuela Colombiana de Ingenieros en la AK. 45 N° 205-59 que hace parte de la UPZ N° 3 Guaymaral de conformación típica de unidades tipo 4 en desarrollo. Las dos estaciones pertenecientes a la Secretaria Distrital de Ambiente (SDA). (Ver [tabla 3](#))

[Tabla 3.](#) Estaciones meteorológicas representativas en el área de estudio

Localidad	Nombre de las Estaciones metereologicas / localizacion	Unidad de Planeacion Zonal (UPZ)	Elevacion de la estacion metereologica (msnm)	Variables metereologias
Suba **	Suba (Clinica Juan Corpas)	Unidades tipo 1. Residencial urbanizacion incompleta	2.557 (SDA, 2010)	Temperatura Velocidad del viento Precipitacion
Guaymaral Suba	Guaymaral (Escuela Colombiana de Ingenieros)	Unidades tipo 4. Desarrollo	2.557 (SDA, 2010)	Temperatura Velocidad del viento Precipitacion

Fuente: (Secretaría Distrital de Ambiente, 2011)

La información suministrada por las estaciones meteorológicas corresponde a datos de temperatura del lugar, velocidad del viento y precipitaciones, que permitirán establecer indicadores sobre las condiciones anuales, que serán comparados con las tipologías sectoriales de la localidad y de otras localidades similares.

De acuerdo a la temperatura media anual registrada por las estaciones meteorológicas base de estudio y acorde a los sectores de la Localidad de Suba que han tenido un mayor desarrollo urbanístico durante los últimos 8 años, se observó en las estaciones de Suba (E. Corpas), Guaymaral (E. Escuela) un incremento de temperatura importante.

Si bien es cierto el fenómeno de isla de calor está asociado al calentamiento global, que ha afectado el área total de la ciudad especialmente en las últimas décadas, es evidente que aquellas localidades que han tenido mayor desarrollo urbanístico presentan un aumento relevante.

Las mediciones indican un mayor incremento en la zona de estudio en relación a otras localidades típicamente urbanizadas desde décadas anteriores, en las cuales la temperatura mantuvo una constante que sigue siendo muy superior la localidad de Suba, y que va ligada al suelo por desarrollar aun disponible.

La [Figura 3](#) muestra el comportamiento de la temperatura media anual para cada una de las estaciones meteorológicas junto con los valores máximos y mínimos para el período 2002 - 2010. En ellas se observa, por un lado, que la temperatura media prevalece en valores aproximados de 13 a 15 grados según la estación meteorológica, lo que marca una diferencia espacial aproximada de 3°C, destacándose como las más cálidas las localidades de Fontibón y

Puente Aranda, en las cuales se encuentran mayor número de construcciones localizadas dentro de espacios carentes de parques, zonas verdes o de amortiguación ambiental.

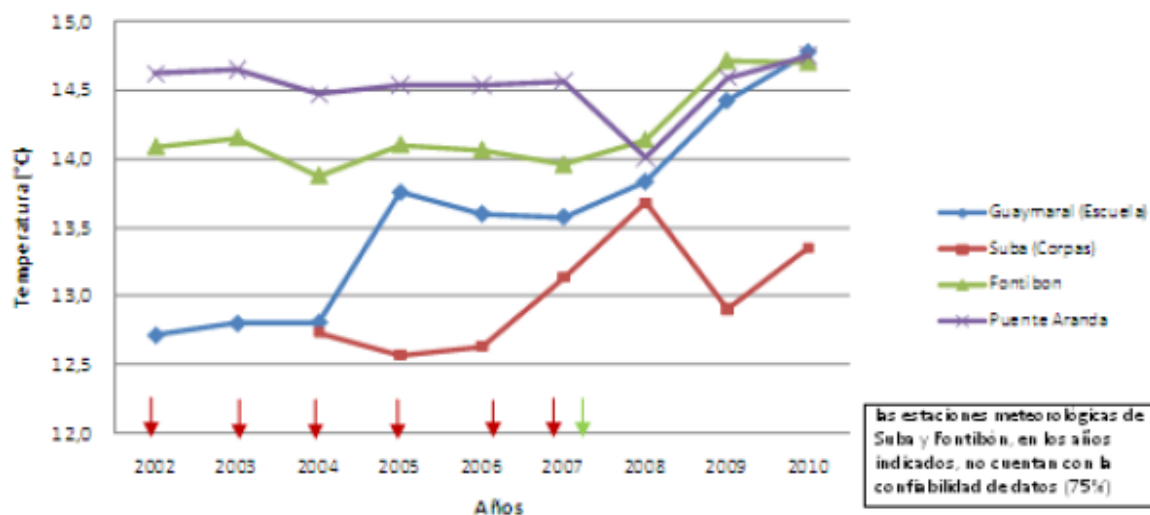


Figura 3. Registro de mediciones de temperatura zona de estudio (década de 2002-10).

Fuente: (Secretaría Distrital de Ambiente, 2011)

Puntualizando en los datos recopilados sobre la variación de temperatura, se identifica un aumento progresivo equivalente que se intensifica en cerca de 2.1°C sobre el área de Suba - Guaymaral, atribuido al desarrollo urbano y al aumento de construcciones en el sector. Un ejemplo claro de esta alteración del medio se ve reflejado en la transformación del territorio con la expansión y aumento de edificaciones de vivienda en propiedad horizontal en mayor medida, construcciones dotacionales y comercial grande y mediano, como opciones de desarrollo establecido en los usos predominantes de las UPZ. (Ver [tabla 4](#))

Tabla 4. Comparativo Incremento de temperatura en Localidades de referencia por °C periodo 2002-2012 por E.M.

Estación meteorológica	Aumento de temperatura 2002 – 2010
Suba	0,7 °C
Guaymaral	2,1 °C
Fontibón	0,6 °C
Puente Aranda	0,2 °C

Fuente: (Secretaría Distrital de Ambiente, 2011)

Los registros anuales de cambio e incremento de temperatura dan una idea de la formación de la isla de calor y de microclimas a causa de las transformaciones del espacio natural por actividades antrópicas enfocadas específicamente a la construcción, sin embargo esta condición no es continua durante todo el año, presentando variaciones según los periodos climáticos que se presentan en el lugar.

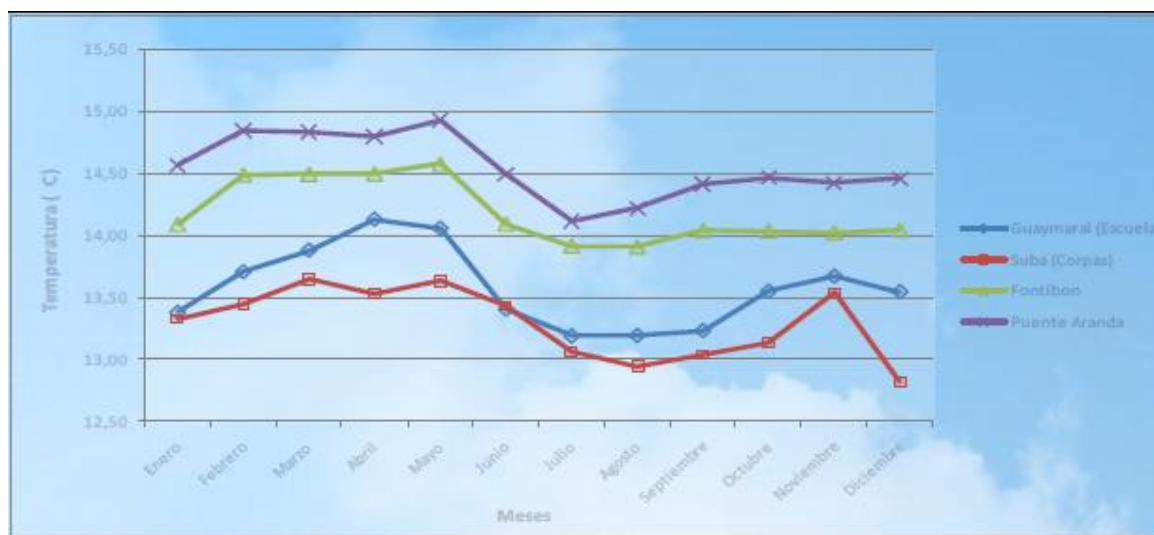


Figura 4. Diferencia de temperatura por periodo mensual. Fuente: (Secretaría Distrital de Ambiente, 2011).

En la [figura 4](#) se observan variaciones térmicas que responden al ciclo anual con los valores más altos, por lo general, durante los meses de Abril, Mayo y Junio, periodo en el que

las consecuencias y afectaciones de la isla de calor son de mayor impacto hacia los habitantes del sector, mientras que los más bajos de temperatura se presentan durante Julio, Agosto y Septiembre.

Esta condición varía según la intensidad del Fenómeno del Niño y genera alteraciones ocasionalmente en los periodos mensuales indicados, con períodos más secos y cálidos que alcanzan hasta 2°C más que los promedios históricos (IDEAM, 2002)

Una vez expuestos los indicadores que demuestran los continuos cambios y variación de temperatura en la localidad de Suba, así como su comparación con otras localidades cuyo territorio se encuentra desarrollado urbanísticamente desde tiempo atrás, corresponderá identificar las aspectos constructivos y causas que generan la formación de la isla de calor, sus afectaciones y posibles formas de mitigar su impacto.

En un análisis sectorial de una fracción de la localidad se demuestran todos los atenuantes necesarios para la formación de la isla de calor y específicamente la generación de microclimas, y de cómo los aspectos constructivos que conforman las edificaciones y superficies espaciales urbanas, contribuyen de manera significativa por las cualidades físicas y químicas de sus componentes, los cuales al entrar en relación con el medio y los factores naturales como de calor y en la formación de microclimas en lugares específicos.

Con base en las secuencias de datos recopilados que indican la irregularidad en el aumento de la temperatura, se fundamentan proyecciones que indican que el aumento de la temperatura a causa de los factores que inciden en el calentamiento global entre ellas la formación de las islas de calor continuara en las próximas décadas, con un aumento

significativo en grados centígrados por zona, lo que trae consigo variaciones trascendentales del medio ambiente urbano que afectaran directamente a la población.

Tabla 5. Proyecciones de aumento de la temperatura por décadas en localidades de Bogotá.

Estacion	1990	2000	2008	2012	2020	2038	2050
Guaymaral	11,0	13,1	14,0	14,8	15,6	17,6	19,0
Puente Aranda	14,3	14,1	14,0	15,1	15,1	15,3	15,3
Las Ferias	15,5	15,5	14,6	15,3	15,1	14,5	14,1
Suba	11,8	11,6	13,7	13,1	14,0	16,2	17,9
Fontibon	13,0	13,6	14,0	14,1	14,3	14,8	15,1
Kennedy	12,4	13,3	13,6	13,9	14,3	15,0	15,6
Carvajal	10,7	11,8	14,0	13,1	13,2	13,7	14,0
Vitelma	9,6	11,0	11,5	11,8	11,9	12,1	12,2
Usme	9,9	11,0	13,4	11,9	11,8	11,7	11,6
Simon Bolivar	14,2	14,1	14,5	14,7	14,9	15,1	15,3

Fuente: (Secretaría Distrital de Ambiente, 2011)

De continuar la proliferación de la isla de calor en la localidad objeto de estudio, según las condiciones actuales, se prevé que a partir del año 2020 la temperatura en la localidad de Suba aumentara 1° C por década, alcanzando para el año 2050 un aumento de temperatura de 18° C, es decir que a partir de las primeras mediciones realizadas en la década de los años noventa (1990), época en la cual se comenzaban a identificar los efectos del calentamiento global se tenía como referencia una temperatura habitual de la localidad menor a 12° C (11,8° C en promedio), aumentando exponencialmente dos décadas es decir hasta el año 2010 a una temperatura superior a los 13° C (13,7° C en promedio), con un aumento aproximado de temperatura en la localidad de 2° C hasta la década actual, lo que indica que para la década del año 2050 la diferencia con respecto a la medida inicial del año 1990 será de 6° C, indicando un aumento vertiginoso para las últimas décadas superior a 1,2° C. (Ver [figura 5](#))

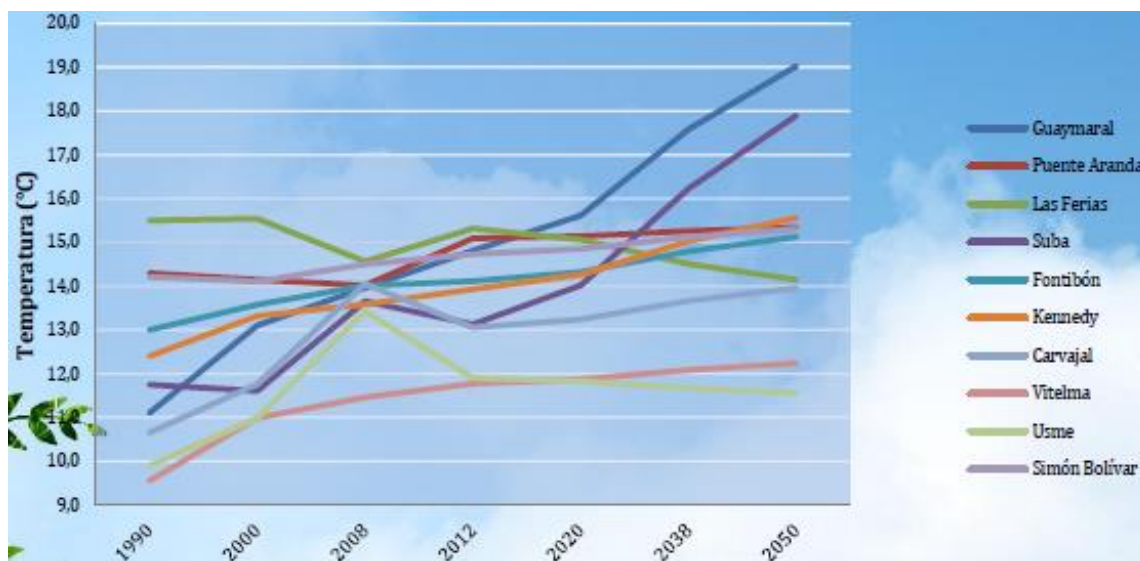


Figura 5. Proyecciones de aumento de la temperatura por décadas en localidades de Bogotá.

Fuente: (Secretaría Distrital de Ambiente, 2011).

Esta transformación gradual de aumento de 6° en la temperatura, traerá consigo la transformación de las condiciones ambientales actuales, ocasionando la pérdida de muchos de los ecosistemas existentes en la localidad e impactando de manera directa en las tradiciones socio-culturales de sus habitantes, incluyendo las afectaciones que estas transformaciones del medio puedan generar en la salud humana.

4.1.1. Zona de estudio de la Localidad, UPZ 27 Suba (Sector Centro Suba).

La UPZ 27 Suba, Sector Centro Suba se encuentra ubicado al suroccidente sobre el Barrio Java I Sector, constituye una de las zonas más representativas de la Localidad y se caracteriza por el desarrollo económico que ha transformado el lugar, esto acompañado de un proceso de consolidación del comercio a gran escala que fue desplazando el comercio descentralizado e informal durante las últimas décadas.

Su crecimiento se ha visto caracterizada por procesos de adhesión de veredas, haciendas y fincas, que fueron ampliando su extensión dentro de un escenario de características típicamente rurales, sin embargo es hasta 1954 con su anexo al naciente Distrito Especial de Bogotá que la Localidad comienza a mostrar sus primeros rasgos de crecimiento urbano. (Ver [figura 6](#))



[Figura 6.](#) Población de Suba, mediados del siglo XIX . Fuente: Historia | Portal Bogotá | www.Bogota.gov.co

Causado a partir de la migración de un gran número de familias buscando un lugar tranquilo y apacible que les permitiera reconciliarse con la naturaleza y alejarse del ruido de la ciudad en ese momento, se levantaron un puñado de doscientas casas en ladrillo, indicando la tipología y características de las construcciones que se desarrollarían en la localidad, las cuales se verían complementadas de calles regularmente arregladas, con la necesidad de implementar los servicios de agua potable, luz, teléfono, vías y transporte, acorde con el crecimiento demográfico acentuado, constituyendo así los primeros tramados urbanísticos.

Desde ese momento se muestra la condición predominante por el uso del ladrillo en la construcción de las viviendas y edificaciones representativas del lugar, lo cual obedece a la conveniencia de usar ladrillos comunes o cerámicos para mejorar el aislamiento térmico de las casas.

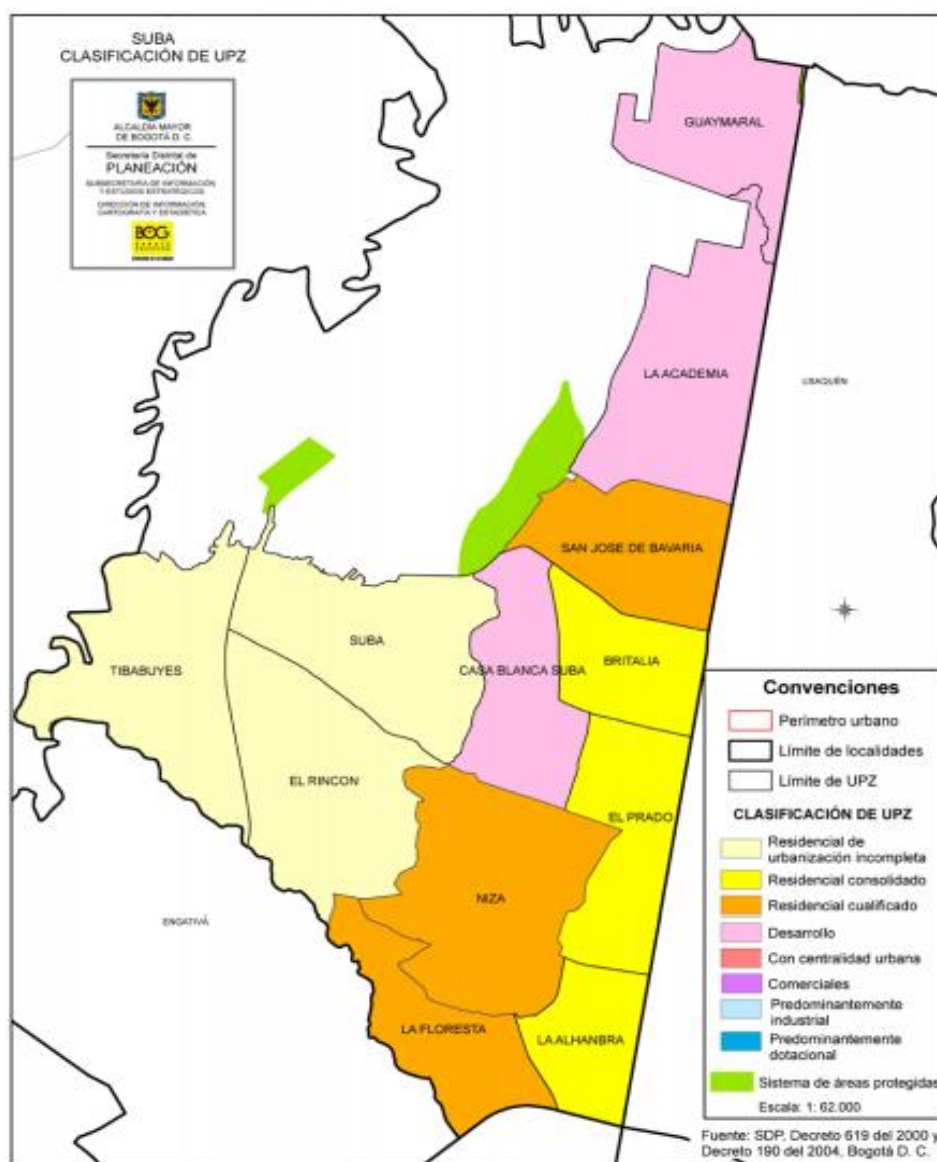
Este elemento constructivo además de ser un conductor de calor, lo cual aportaba una ventaja para contrarrestar las condiciones climáticas, requería de menos material y su instalación no demandaba una especialidad para su ejecución, lo que se traducía en una ventaja económica para los nuevos pobladores, los cuales no hacían parte de familias prestantes ni acomodadas.

Con el pasar del tiempo el sistema de construcción en ladrillo se acentuó en la Localidad de Suba al igual que en el resto del Distrito Capital, siendo muy pocos los cambios realizados en su forma de producción e instalación hasta hoy, sin embargo se ha venido complementando con el desarrollo de nuevos tipos de elementos o piezas, que al conjugarse con otro tipo de materiales admiten mayores alcances estructurales permitiendo la generación de edificaciones de mayor tamaño.

Con la llegada del concreto hidráulico y el concreto asfáltico, el área o territorio destinado a espacio público hasta entonces dejado de lado o hecho con materiales rústicos, adquiere un mayor significado en la conformación urbana del sector y se consolida con la implementación de los nuevos materiales, los cuales hacían más fácil y eficiente su aplicación transformando de manera inmediata el entorno. Es así como calles, aceras, andenes y otros elementos compositivos del espacio público, pasaron a ser complementarios de las construcciones en ladrillo, generando un collage de superficies, texturas y colores, que trajeron consigo alteraciones al medio, generando incremento en la temperatura. Esta alteración es ocasionada por las condiciones físico-químicas de los materiales utilizados, el concreto absorbe bien la energía del sol siendo esta la razón por la que las aceras tienden a calentarse tanto bajo la luz directa del sol.

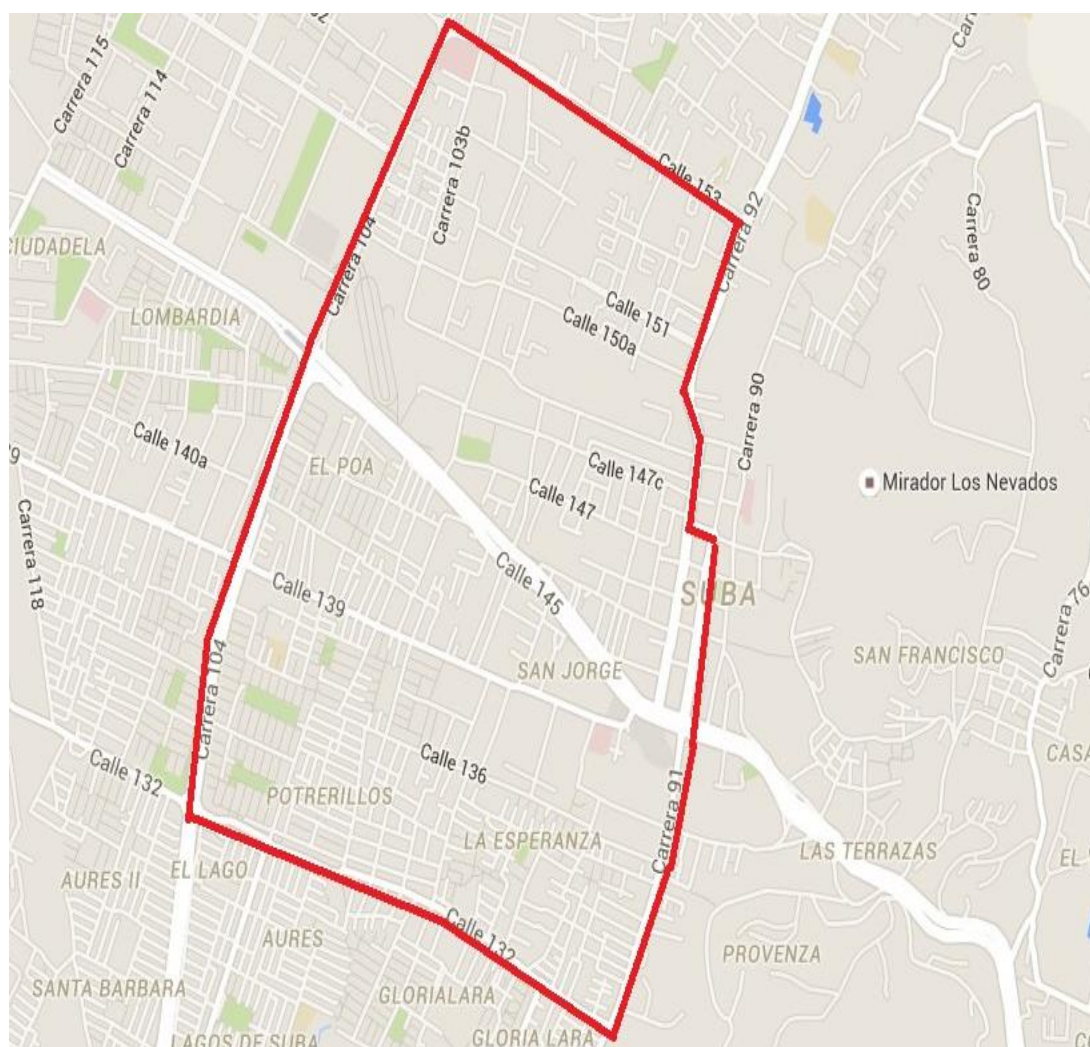
4.1.2. Delimitación de la zona de estudio.

El área sobre el cual se enfoca el presente estudio hace parte de la UPZ N° 23 denominada como Suba, cuya clasificación es de tipo Residencial de Urbanización Incompleta. En la zona también se encuentran algunas zonas de tipo comercial concentradas en Centros comerciales.



[Figura 7.](#) Clasificación de la UPZ . Fuente: (Secretaría Distrital de Planeación, 2009)

Dentro de la UPZ N° 27 Suba, encontramos las unidades 10 y 11 y representan el área escogida para el presente análisis y la propuesta formulada respectivamente. Su delimitación específica va desde la Calle 132 hasta la Calle 153, y desde la Carrera 104 hasta la Carrera 92. La principal arteria vehicular es la Calle 45 o Av. Suba que atraviesa el sector en sentido Sur Norte. Comprende los Barrios El Carmelo, La Campiña, San Jorge (ubicación del mayor volumen de edificios comerciales), Suba (parte antigua), La Esperanza, Potrerillos y Villa Elisa.

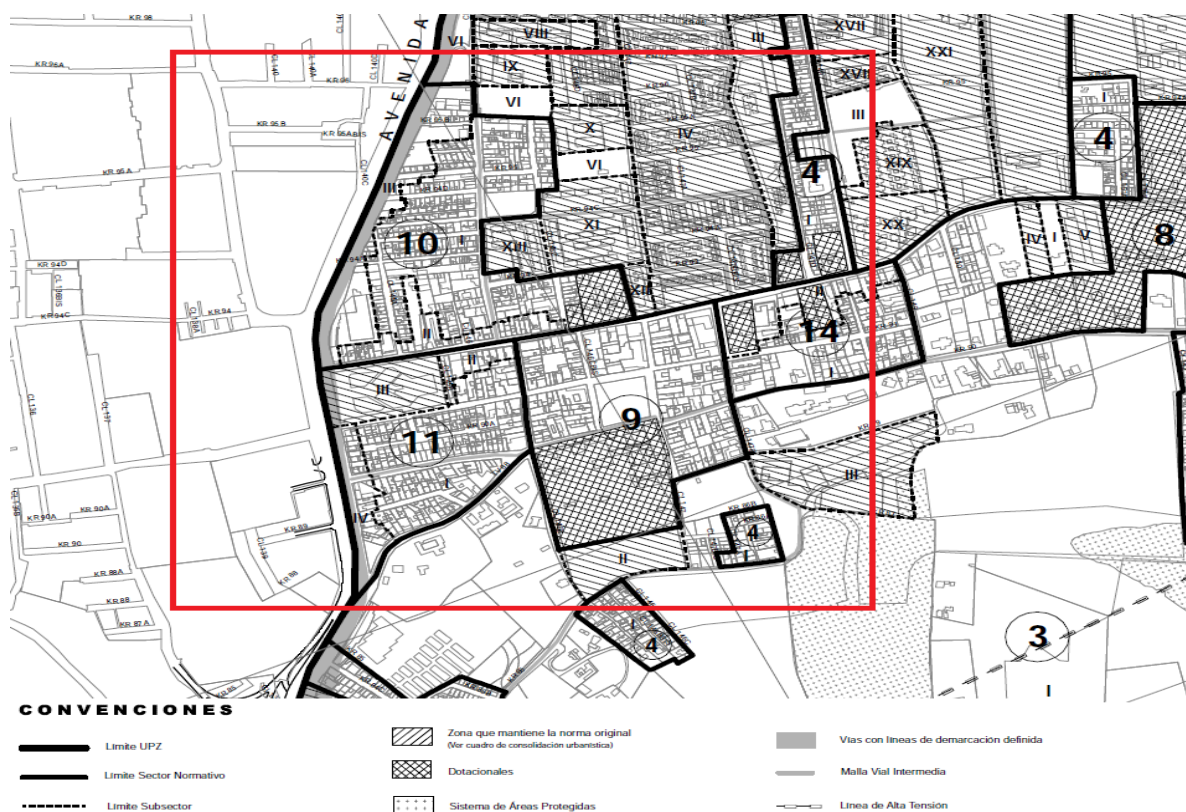


[Figura 8.](#) Delimitación de la zona de estudio. Fuente: Google maps 2016

Límites por Barrios: I Norte - Barrios Antonio Granados, El Poa, Costa Azul; Al Sur – Cerros de Suba (Provenza); El Oriente – Barrio Pinar de Suba; y El Occidente – Barrios El Rosal, Aures, Gloria Lara, Lagos de Suba.

4.1.3. Usos del suelo en el sector.

En el sector aún se encuentran diferentes usos del suelo, sin embargo la hegemonía está representada en su mayoría por zonas de uso residencial, seguidos de comercio y servicios con algunas de áreas destinadas a usos de tipo dotacionales e institucionales, aunque en menor escala dentro del lugar. (Ver [figura 9](#))



[Figura 9.](#) Segmento de plano usos del sector de estudio, UPZ 27 sectores 10 y 11.

Fuente: Secretaria de Planeación Distrital, UPZ – 27, Plano de usos permitidos POT.

En el área de estudio se encuentran en mayor medida zonas que conservan la norma original de condiciones urbanísticas referentes a conjuntos y viviendas residenciales (, y algunos segmentos de zonas de dotaciones (Funerarias y Salas de Velación, Sedes de la administración pública para la desconcentración de la atención al ciudadano, Inspecciones de Policía, Veedurías, Notarías, Curadurías. Sedes de la Alcaldía Local, Juntas Administradoras Local, Sucursales de Bancos, Corporaciones, Bolsa, crédito, Seguros, Casa de Cambio, entre otros). (Ver [tabla 6](#))

Tabla 6. Usos permitidos del sector de estudio, UPZ 27 sectores 10 y 11.

SECTORES NORMATIVOS UPZ 27 SUBA			
SECTOR	ÁREA DE ACTIVIDAD	ZONA	TRATAMIENTO
10	Residencial	Residencial con Actividad Económica en la Vivienda	Renovación - Reactivación
11	Comercio y Servicios	Comercio Aglomerado	Renovación - Reactivación

Fuente: Secretaria de Planeación Distrital, sectores normativos UPZ – 27, Plano de usos permitidos POT 2006.

Tabla 7. Consolidación urbanística UPZ 27 sector 10 y 11.

TIPO EQUIPAMIENTO		ESCALA	DESCRIPCION
EQUIPAMENTOS COLECTIVOS	EDUCATIVO	METROPOLITANA	Instituciones de educacion superior, centros de investigacion, educacion no formal
		URBANA	Planteles educativos preescolar, basica y media de mas de 1500 alumnos, centros de formacion religiosa (seminarios y conventos), centros tecnologicos y tecnicos y educacion no formal hasta 1500 alumnos
		ZONAL	Centros de capacitacion especial de ocupacion, artisticos y de adultos, planteles educacion presencial, basica y media hasta 1500 alumnos, centros tecnologicos y tecnicos y educacion no formal hasta 1000 alumnos
		VECINAL	Planteles educativos preescolar, basica y media de mas de 850 alumnos, planteles de educacion preescolar hasta 120 alumnos, escuelas de formacion artistica hasta 50 alumnos
	CULTURAL	METROPOLITANA	Museos, centros culturales y artisticos, centros de investigacion e innovacion, hemerotecas, cineateca, auditorios, planetarios, archivos generales cienficos y artistico, salas de exposicion, teatros
		URBANA	Bibliotecas superiores a 250 puestos de lectura, galerias y salas de exposicion, centros civicos, culturales, cientificos y artisticos, museos, salas de exposicion, teatros en predios de hasta 10000 m2
		ZONAL	Bibliotecas hasta 250 puestos de lectura, galerias y salas de exposicion, centros civicos, culturales, cientificos y artisticos, museos, teatros, casas de cultura en predios hasta 5000 m2, casas juveniles
		VECINAL	Salones comunales, casas de cultura hasta 200 m2
	SALUD	METROPOLITANA	Nivel 3 hospitales, clinicas, empresas sociales de salud del estado e instituciones privadas del regimen de salud equivalentes al tercer nivel, sanatorios, centros de rehabilitacion y reposo, centros geriaticos, incluye servicios de salud de otros niveles desarrollados en procesos mayores de 5000 m2
		URBANA	Nivel 2 hospitales, clinicas, empresas sociales de salud del estado e instituciones privadas del regimen de salud equivalentes al segundo nivel de atencion, centros de rehabilitacion y reposo, centros geriaticos, incluye servicios de salud de otros niveles desarrollados en predios de hasta 5000 m2
		ZONAL	Nivel 1: centros de atencion medica inmediata CAMI, unidad basica de atencion en salud UBA, unidad primaria de atencion en salud UPA, centro de atencion ambulatoria CCA, empresas sociales de salud del estado e instituciones privadas de salud equivalentes al nivel 1 de atencion
	BIENESTAR SOCIAL	ZONAL	Centros locales de atencion a grupos vulnerables: la familia, la mujer, la infancia, la tercera edad y la juventud, centros integrados comunitarios, hogares de bienestar
		VECINAL	Salacunas, jardines infantiles, guarderias, casas vecinales, hogares de bienestar hasta 20 niños, residencia para le tercera edad hasta 20 personas
	CULTO	URBANA	Edificaciones para el culto y servicios parroquiales o complementarios entre 750 personas y/o 1500 m2 de construccion como maximo
		ZONAL	Edificaciones para el culto , entre 100 a 350 personas y/o 700 m2 de construccion como maximo
		VECINAL	Edificaciones para el culto, hasta 100 personas y/o 200 m2 de construccion como maximo
	DEPORTIVOS Y RECREATIVOS	URBANA	Centros deportivos especializados, coliseos y polideportivos con capacidad de 3000 a 15000 espectadores, clubes campestres deportivos y recreativos hasta cinco hectareas, pistas de karts bajo techo
		ZONAL	Coliseos y polideportivos con capacidad hasta 3000 espectadores, juego de minigolf, canchas deportivas cubiertas, piscinas
		VECINAL	Canchas multiples y dotaciones deportivas
	SERVICIOS URBANOS BASICOS	SEGURIDAD CIUDADANA	URBANA
ZONAL			A) Subestaciones de policia, estaciones de bomberos, unidades operativas cruz roja, unidad operativa defensa civil
	DEFENSA Y JUSTICIA	ZONAL	Comisarias de familia, unidad de mediacion y conciliacion

Fuente: Secretaria de Planeación Distrital, UPZ – 27, Plano de usos permitidos POT.

4.1.4. Características del Uso Residencial

El uso residencial se manifiesta en dos tipologías específicas, la principal referenciada por construcciones del tipo multifamiliar, elaboradas en ladrillo y complementadas por estructuras en concreto que les permiten alcanzar mayor dimensión y altura. Su constitución urbanística se desarrolla en la mayoría de los casos a partir de manzanas destinadas a conjuntos cerrados con espacio interno y poco contacto con lo público o la calle.

Tabla 8. Clasificación de la vivienda sectores de Estudio 10 y 11.

USO	CLASIFICACIÓN	SECTOR 10 RESIDENCIAL CON ACTIVIDAD ECONÓMICA EN LA VIVIENDA			SECTOR 10 RESIDENCIAL CON ACTIVIDAD ECONÓMICA EN LA VIVIENDA		
		SUBSECTOR			SUBSECTOR		
		I	II	III	I	II	IV
VIVIENDA	UNIFAMILIAR, BIFAMILIAR	P	P	P	C	C	C
	MULTIFAMILIAR	P	P	P	C	C	C

		CONDICIÓN ESPECÍFICA	
CONDICIÓN ESPECÍFICA	P	1 2 3	USO PRINCIPAL
	C	1 2 3	USO COMPLEMENTARIO
	R	1 2 3	USO RESTRINGIDO

Fuente: Secretaría de Planeación Distrital, UPZ – 27, Plano de usos permitidos POT.



Figura 10. Muestra de Uso Residencial en el sector a partir de vivienda multifamiliar en ladrillo en el Sector. Fuente: Fotografía tomada en sitio por el Autor– Año 2015.

La segunda tipología de Uso Residencial en el sector se ve caracterizada por viviendas de menor altura del tipo unifamiliar, emplazadas en manzanas de trama ortogonal que cuentan con acceso directo desde la calle a partir de sus andenes, el espacio recreacional se encuentra representado en plazoletas o parques con zonas verdes de uso público.

El material empleado para la construcción de estas viviendas va desde el ladrillo hasta la mampostería o mixto en algunos casos, refleja de modo representativo el tipo de arquitectura que se implantó originalmente en el sector desde su poblamiento.

Este tipo de manzanas originalmente de uso residencial de viviendas típicamente unifamiliares fueron remplazadas con el paso de las décadas para dar lugar a los grandes sectores comerciales que hoy se encuentran en el lugar.



Figura 11. Zona de Uso Residencial en el sector, Barrio típico constituido a partir de vivienda unifamiliar. Fuente: Fotografía tomada en sitio – Año 2015.

La necesidad de implantar nuevos espacios comerciales que permitieran usufructuar los sectores más densamente poblados de la Localidad, trajeron consigo el desplazamiento de los Barrios tradicionales y el surgimiento de edificaciones destinadas a todo tipo de comercio, contruidos a partir de la conjugación de nuevos materiales como el concreto, el acero, el aluminio, el vidrio y el acrílico, transformarían drástica y definitivamente el concepto inicial del Sector.



Figura 12. Edificio del centro comercial Centro Suba construido en ladrillo y cubiertas en metal y acrílico. Fuente: Fotografía tomada en sitio - Año 2015.

Durante el proceso de urbanización de este sector de la Localidad, los suelos permeables y espacios verdes fueron prácticamente extintos del lugar, sustituidos en su gran mayoría por zonas duras de particularidades físicas que impiden la absorción de la lluvia y evitan la retención de humedad como el asfalto y el concreto. Estos materiales predominantes en el sitio tienen la condición de retener el calor y acumular grandes cantidades de energía, que posteriormente es liberada ocasionando el incremento de la temperatura del lugar.



Figura 13. Avenida Suba a la altura de la Tv 91, suelo remplazado por superficies duras en concreto, asfalto y adoquín. Fuente: Fotografía tomada en sitio - Año 2015.

En el sitio actualmente se pueden encontrar edificaciones de gran volumen con elementos que contribuyen con la generación del fenómeno de isla de calor en la zona, al ser contruidos con materiales cuyas características tienen lo que se conoce como una elevada capacidad térmica, es decir, un espesor considerable y un gran calor específico volumétrico, así como una conductividad moderada, generan lo que se conoce como efecto de masa térmica. Entre ellos podemos incluir el adobe y la tierra en general, el ladrillo, la piedra, el concreto y el agua uno de los más eficientes. Tudela, Fernando. Ecodiseño. Colección Ensayos, Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco.

Otros aspectos se suman a los fundamentos del aumento de la temperatura, en determinados casos características de los materiales empleados en la construcción como la

superficie, la textura o el color, promueven el incremento generado a partir de la exposición con los elementos naturales. Es evidente que los colores oscuros tienden a absorber más energía del sol que otros objetos con colores más claros. Otras superficies oscuras incluyen canchas, caminos pavimentados y techos. Esto es cierto para todos los materiales que tengan colores oscuros.

Así mismo las superficies conocidas como el vidrio o los metales brillantes crean reflectividad, la cual se puede presentar en direcciones determinadas de acuerdo al ángulo de inclinación del elemento, mientras que superficies difusas como la pintura blanca mate, presentan valores de estas iguales en todas las direcciones. Sin embargo, en la realidad casi todas las superficies presentan alguna de las dos condiciones.

En ciertos campos, la reflectividad se distingue de la reflectancia por el hecho de que la primera es un valor que se aplica para capas reflejantes gruesas, mientras que la segunda aplica para capas delgadas. Cuando la reflexión ocurre en capas delgadas, los efectos de la reflexión interna pueden provocar que la situación varíe de acuerdo al grosor de la superficie. (o. Koenisberger et al, 1977)

Estas afirmaciones resultantes del estudio de las condiciones causas y efectos de diferentes materiales en un lugar, indican que todas las superficies artificiales empleadas en la construcción de edificaciones y demás elementos conformantes del entorno urbano, conciben en mayor o menor medida acciones que contribuyen a la formación de islas de calor en este sector de la localidad.

Figura 22. Típica muestra del desarrollo urbano en el lugar, edificaciones construidas en ladrillo, concreto, metal y vidrio conjugadas con espacio urbano en concreto y asfalto sin zonas verdes ni suelos permeables.



Figura 14. Típica muestra del desarrollo urbano en el lugar, edificaciones construidas en ladrillo, concreto, metal y vidrio conjugadas con espacio urbano en concreto y asfalto sin zonas verdes ni suelos permeables. Fuente: Fotografía tomada en sitio - Año 2015.

Otro de los aspectos que incide en el incremento de temperatura en el lugar y en la formación de la isla de calor en el lugar, es el uso inadecuado y en mayor proporción de cubiertas elaboradas en materiales como el metal y el vidrio.



Figura 15. Cubierta interior del centro comercial Centro Suba elaborada en vidrio y metal.
Fuente: Fotografía tomada en sitio - Año 2015.

El hecho de que los vidrios sean transparentes en mayor o menor medida a la radiación solar los distingue claramente de los materiales opacos, y hace necesario establecer conceptos específicos para medir su desempeño.

Cuando la radiación solar incide sobre una hoja de vidrio suceden varios fenómenos característicos. Una parte de la radiación solar es reflejada instantáneamente, de manera que no atraviesa el vidrio ni lo calienta. Otra parte de la radiación solar penetra el vidrio pero es absorbida internamente, propiciando su calentamiento. Finalmente, la parte de la radiación que no es reflejada ni absorbida atraviesa el vidrio y es transmitida directamente al espacio interior. (Morillon, 1988)

Figura 24. Domo en metal y vidrio para cubierta de espacios centrales y circulación en centro comercial del sector.



Figura 16. Domo en metal y vidrio para cubierta de espacios centrales y circulación en centro comercial del sector. Fuente: Fotografía tomada en sitio - Año 2015.

En la mayoría de los ámbitos de análisis relacionados con los vidrios, la única propiedad térmica considerada es la conductividad hacia el interior.

4.2. Fase 2 - propuesta de Diseño arquitectónico y Urbano.

Una vez conocida la situación actual de las áreas significativas que presentan este fenómeno, es procedente establecer lineamientos de gestión energético ambientales, que permitirán hacer un mejor aprovechamiento del territorio, sus espacios, y un mejor manejo de los recursos naturales, optimizando el uso del suelo, en donde éste se conciba como verdadero eje de mejoramiento continuo, y contribuya a la regulación de las condiciones ambientales, reduciendo así los impactos negativos que se puedan generar sobre la calidad del hábitat.

Corresponderá entonces vincular una serie de medidas y tratamientos especiales en cada uno de los proyectos de urbanización que tengan como objetivo el desarrollo de una fracción de ciudad, haciendo énfasis en las cualidades y condiciones de las edificaciones, sus espacios destinados a uso público, entorno y superficies, orientados de manera particular en la adopción de diseños arquitectónicos y urbanísticos que mejoren las condiciones de las edificaciones y su entorno de manera eficiente y funcional, reduciendo al máximo el consumo de energía y por consiguiente de los recursos naturales, que son utilizados para regular las condiciones internas tratando de optimizar las condiciones necesarias para el desarrollo de las actividades antrópicas.

Este plan tendrá que venir acompañado de estrategias que vinculen los procesos de diseño y de proyectos de construcción tendientes a la transformación del territorio, con normativas exigibles que garanticen la adopción de estrategias para la reducción del efecto isla de calor dentro de las ciudades, definiendo su implementación no solo en la etapa de diseño sino durante el proceso de construcción, uso de la edificación y del suelo de manera articulada garantizando la sostenibilidad y continuidad de los sistemas planteados para mitigar esta afectación.

Necesariamente el proceso de adopción y continuidad de estas iniciativas requerirá del adecuado seguimiento y control de las entidades estatales correspondientes, convirtiéndose en una verdadera política pública destinada a reducir los problemas ambientales relacionados con este fenómeno en las ciudades, para mitigar el aumento del calentamiento global y todos los efectos que esto trae consigo.

No obstante las soluciones proyectadas deben trascender más allá de aspectos formales y estéticos de diseño aplicados en elementos puntuales y aislados, por lo que se debe buscar una conjugación de aspectos arquitectónicos y urbanos que se complementen para causar un impacto directo en el lugar contribuyendo con la disminución de la temperatura a niveles medibles y representativos en un área importante.

Para tal efecto el planteamiento de la presente propuesta se enfoca en desarrollar opciones arquitectónicas aplicadas en el manejo de elementos que hacen parte de los edificios, así como aspectos notables del urbanismo como herramienta utilizada en el proceso de transformación del suelo, que de manera conjugada constituyen un baluarte para repeler la isla de calor y hacer de los lugares espacios adecuados para el bienestar humano.

4.2.1. Componente arquitectónico

Dentro de las iniciativas de diseño se tienen en cuenta posibilidades que conjugan planteamientos estéticos y ornamentales con la función y eficiencia de los elementos compositivos que conforman las edificaciones, elementos como la implementación de techos y fachadas verdes presentes en la composición y en la forma de los edificios, que elaborados con materiales cuyas condiciones físicas y químicas menguan la acumulación de energía y su conducción hacía el interior, constituyen una respuesta inmediata para minimizar la concentración y aumento de temperatura dentro de la construcción.

Desde el trazado inicial del diseño del edificio, seguido de un adecuado manejo y distribución de los paneles o elementos que conforman la fachada, se evitan la exposición directa de los zonas de permeancia dentro de las edificaciones a las condiciones ambientales naturales del lugar como el sol, vientos o lluvia, generando espacios de amortiguación dentro

del edificio que permiten mantener las condiciones óptimas para el desarrollo de las actividades antrópicas.

Los mayores costos de construcción de este tipo de edificaciones se recuperan en el mediano plazo debido al ahorro en los consumos de servicios y al valor cada vez mayor que adquieren este tipo de políticas responsables en la imagen de las empresas que las construyen y que las habitan. De todas formas, los efectos de la aplicación de estas tecnologías ambientales son más efectivos con el compromiso y responsabilidad de cada individuo en el respeto de su entorno y de los recursos que consume.



Figura 17. Propuesta de edificio sostenible para comercio y oficinas. Fuente: elaboración propia

Las características especiales de este tipo de edificaciones ayudaran a reducir el aumento de la temperatura, ya que avistan la implementación de fachadas falsas y el desplazamiento de volúmenes o paneles que impiden el contacto directo de las ventanas en cristal con el sol evitando que estos se calienten, disminuyendo así el consumo de energía utilizado para los sistemas de aire acondicionado.



Figura 18. vista superior de terrazas verdes y fachadas falsas a través de paneles para manejo de la asoleación y control de la temperatura. Fuente: elaboración propia

Para combatir el fenómeno de reflectividad o reflectancia producido por las cubiertas elaboradas en materiales como el concreto, el metal y el vidrio, se plantea desarrollar una serie de terrazas que puedan albergar áreas cubiertas de vegetación y que absorban en gran medida la radiación ocasionada por la exposición directa a los rayos del sol, este concepto actualmente se conoce como terrazas verdes.



Figura 19. Parte exterior de edificio sostenible implantado en zonas verdes y vías peatonales combinadas con vegetación. Fuente: elaboración propia

De manera consecuente con la morfología urbana, se plantea un escenario en el que la liberación del espacio con la renovación de las edificaciones que se emplazan dentro de un nuevo entorno verde no resulta una propuesta favorable por las proporciones costo beneficio, por lo que se hace necesario plantear elecciones basadas en la instalación de mecanismos funcionales que ayuden a las construcciones anteriores que sean reemplazadas a mejorar sus posibilidades de contrarrestar los efectos negativos y molestias producidas por el aumento de la temperatura, armonizando dentro del acoplado contexto urbano proyectado.

Para ello los denominados Techos verdes y Fachadas verdes comprenden posibilidades de orden técnico viable y manejable en un entorno con unos rasgos constructivos definidos y poco eficientes.

Las Techos verdes son azoteas que se cubren de tierra para que en ellas crezcan plantas, dejando de lado los materiales tradicionales como concretos o tejas. En materia de sostenibilidad en las grandes ciudades, aquejadas de grave contaminación del aire, es una medida con un impacto muy positivo camino a un desarrollo sostenible.



Figura 20. Universidad Tecnológica de Nanyang – Singapur. Fuente: (Universidad Tecnológica de Nanyang, 2012)

Sus beneficios son notables debido a que son capaces de regular las temperaturas, actuando como aislantes térmicos manteniendo el fresco en estaciones calurosas y el calor en estaciones frías. Mejoran la calidad del aire en las ciudades absorbiendo los contaminantes, lo que se traduce en menos enfermedades respiratorias y pueden suponer una reducción del gasto sanitario derivado ya que pueden absorber hasta el 80% de la lluvia.

Figura 29. Dreamhouse – rehabilitación de un edificio de 1950 de Róterdam



Figura 21. Dreamhouse – rehabilitación de un edificio de 1950 de Róterdam. Fuente: AdferDazneel: 9 julio, 2013

Se conocen dos tipos de cubiertas verdes:

Cubiertas verdes extensivas

Que requieren mantenimiento mínimo basado en:

1. Inspección de 1 a 2 veces al año.
2. Abastecimiento de agua y de nutrientes principalmente por procesos naturales comunidades de plantas adaptadas.
3. Ruderales y resistentes.
4. Autoregenerables cargas reducidas y estructuras de bajo espesor.
5. Principalmente sustratos minerales entre 8 y 10 cm de espesor mínimo.
6. Cargas entre 120 y 150 kg/m².

Está cubierta consiste en una capa protectora con funciones ecológicas.

Cubiertas verdes intensivas

Requieren de un mantenimiento regular:

1. Tareas habituales de mantenimiento en jardinería como cortar el césped, abonado, riego, escardas etc.

2. Cargas y espesor de la estructura en función de la selección de la vegetación.

3. Jardín ornamental, praderas, arbustos y árboles.

4. Sustrato conteniendo mayor porcentaje de materia orgánica, en capas > 150 mm

5. Carga > 150 kg/m².

Puede mantener jardín sobre la cubierta.

Instalación

Para que su instalación no afecte a la estructura del edificio, se necesita colocar varias capas, donde cada una hace una función: así, deberá contar con, al menos, una capa anti-raíces, una capa drenante que deje pasar el agua pero no la tierra y, una capa impermeable y aislante para evitar daños al tejado del edificio.

Se compone de una estructura estándar, de un sistema ligero de poco espesor con una atractiva apariencia natural que requiere escaso mantenimiento, sobre la cual se ubica la placa que es el elemento adecuado de drenaje y de retención de agua en este sistema a partir de la cual se instala una lámina antirraíces, la lámina de separación, y los filtros, continuando con la instalación de la capa vegetal. El sistema tiene la resistencia a la compresión necesaria, bajo espesor, poco peso y permite ser pisado.

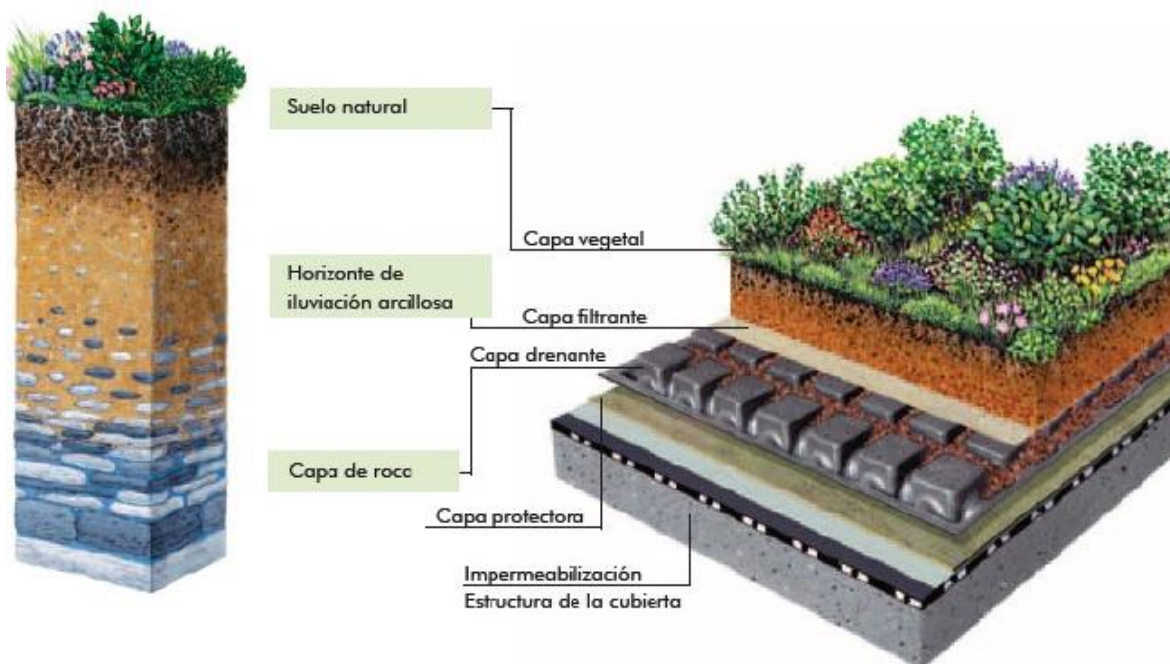


Figura 22. Corte isométrico elementos constructivos de los techos verdes.

Fuente: Guía de planificación Sistemas ZinCo para cubiertas verdes, ZinCo Cubiertas Ecológicas S.L.

Se debe hacer especial énfasis en las especies de plantas utilizadas, por lo general las especies del género *Sedum* en combinación con el sustrato Zincoterra y la estructura del sistema adaptados, garantizan una cubierta verde duradera.

Otros beneficios de los techos verdes:

1. Mejoran el clima urbano
2. Reducen la contaminación
3. Incrementan la retención de agua
4. Mejoran la protección frente al ruido
5. Ahorran energía

6. Prolongan la vida útil de la impermeabilización
7. Ofrecen un hábitat naturalizado
8. Superficie libre utilizable
9. Fachadas verdes

Las fachadas verdes son elementos constructivos que introducen la vegetación en los edificios, al igual que lo hacen las cubiertas vegetales, y los convierten en elementos vivos, fusionando lo vegetal y lo construido - elemento inerte. Utilizan el mismo concepto que las cubiertas verdes, y lo adaptan a muros verticales: la capa sustrato permite el desarrollo de plantas, convirtiendo las fachadas en jardines verticales, y creando un espacio paisajístico agradable dentro de la ciudad.

Figura 31. Musée du Quai Branly, de París (Francia)



Figura 23. Musée du Quai Branly, de París (Francia). Fuente: Parisinfo.com

Proporcionan un hábitat para los insectos, que a su vez sirven como alimento para aves insectívoras y murciélagos. También pueden proporcionar un corredor de tránsito para la vida silvestre entre el hábitat a nivel del suelo y el establecido en un techo verde.

Figura 32. Gaia B3 Hotel – norte de Bogotá



Figura 24. Gaia B3 Hotel – norte de Bogotá Fuente: Jardines Verticales en Bogotá y Colombia - ecotelhado.com.co

Podemos encontrar diferentes sistemas de fachadas vegetales en el mercado. Los fabricantes se han ocupado de ofrecer soluciones diversas aunque la mayoría disponen de los mismos elementos:

4.2.2. El elemento contenedor

Su función consiste en servir de soporte de la vegetación. Para ello albergan el sustrato y las plantas y se adosa, con diferentes métodos, al muro soporte. Pueden estar fabricados con

materiales plásticos o metálicos, y pueden estar formados por módulos que faciliten la adaptación a la fachada.

Figura 33. Muestra de elemento contenedor de fachada verde.



Figura 25. Muestra de elemento contenedor de fachada verde.

Fuente: (Urbanarbolismo, 2008)

4.2.3. El sustrato

El sustrato es la tierra sobre la que se fijan las raíces y que aporta nutrientes a las plantas que crecen en la fachada vegetal. Lo ideal es que el sustrato tenga el espesor mínimo, pero suficiente para el crecimiento adecuado de la vegetación en el mismo.

Figura 34. Imagen de sustrato dentro de su elemento contenedor



Figura 26. Imagen de sustrato dentro de su elemento contenedor Fuente: (Urbanarbolismo, 2008)

4.2.4. Sistema de riego

El aporte de agua se realiza generalmente de manera artificial mediante el sistema de riego por goteo. Se dejan caer gotas que discurren desde la parte más alta de la fachada, y el sobrante se recoge en la parte inferior mediante un canal.



Figura 27. Imagen sistema de riego para fachada verde. Fuente: (Urbanarbolismo, 2008)

4.2.5. El muro soporte

Sirve de soporte a la fachada vegetal, y puede existir una cámara entre el elemento contenedor y éste.



Figura 28. Imagen sistema de muro soporte para fachada verde. Fuente: (Urbanarbolismo, 2008)

4.2.6. Beneficios de una fachada verde

Aportan aislamiento térmico adicional en el edificio. Gracias a la evapotranspiración y al efecto de aislamiento térmico, regulan la temperatura, como hemos comentado al principio de este post, mejorando el comportamiento energético del edificio, y permitiendo ahorrar en el consumo de energía.

Figura 37. Imagen edificio con sistema para fachada verde



Figura 29. Imagen edificio con sistema para fachada verde. Fuente: (Urbanarbolismo, 2008)

Humidifican el ambiente en climas secos en verano, ya que expulsan humedad en el proceso de fotosíntesis.

Actúan como sistema de protección frente a la radiación solar y la lluvia, aumentando la durabilidad de los materiales que constituyen la fachada.

Las fachadas vegetales retienen el agua de lluvia reduciendo la sobrecarga de agua transportada en los sistemas de alcantarillado, y reduciendo los desbordamientos. El manto vegetal recolecta el agua de lluvia, que si se recoge, se puede utilizar para su propio riego.

Purifica el ambiente. La presencia de vegetación permite la absorción de CO₂, y la generación de oxígeno a través de la fotosíntesis, 1 m² de cobertura vegetal genera el oxígeno necesario para una persona en un año.

Además, también pueden absorber partículas finas contaminantes como el óxido de nitrógeno, óxido de azufre y partículas en suspensión, favoreciendo el proceso de descontaminación del aire y la creación de ambientes más saludables: 1 m² de cobertura vegetal atrapa 130 gramos de polvo al año, y un edificio de 4 plantas con una fachada vegetal filtra 40 toneladas anuales de gases nocivos, y atrapa y procesa 15 kg de metales pesados.

Aíslan del ruido en el interior hasta 10 decibeles y en el exterior, obteniendo entornos más tranquilos. Reducen la contaminación acústica, ya que absorben el ruido de vehículos y de otros elementos, y evitan el rebote de las ondas sonoras en la superficie de las fachadas del edificio.

4.2.7. Beneficios económicos

El aislamiento térmico que aportan supone un menor consumo de energía y por tanto un ahorro económico.

Al aumentar la durabilidad de los materiales de las fachadas, se consigue reducir los costes de mantenimiento garantizando el estado de conservación adecuado.

Reducen el efecto isla de calor ya que reducen la temperatura ambiental en su entorno, debido a la presencia de vegetación. La radiación solar es absorbida por las plantas y el sustrato, y no se almacena en los materiales de construcción, regulando así el clima local.

Las fachadas vegetales confieren un aspecto agradable al edificio, añadiendo valor a la propiedad. Los compradores de edificios con fachadas vegetales le dan mayor valor a la

propiedad ya que ahorran en el consumo de energía y se muestran concienciados con el medioambiente.

4.2.8. Componente urbano

El lugar actualmente carece de espacios verdes y suelos permeables, por lo que el desarrollo de edificios construidos en altura permitirá densificar determinadas zonas del sector, generando mayor concentración de usos o actividades en diferentes puntos. Esta medida permitirá la liberación de áreas actualmente construidas, admitiendo la conformación de nuevos espacios en los que se generarán parques y zonas verdes que estarán interconectados con senderos peatonales rodeados de arborización controlada de menor y mediana altura.

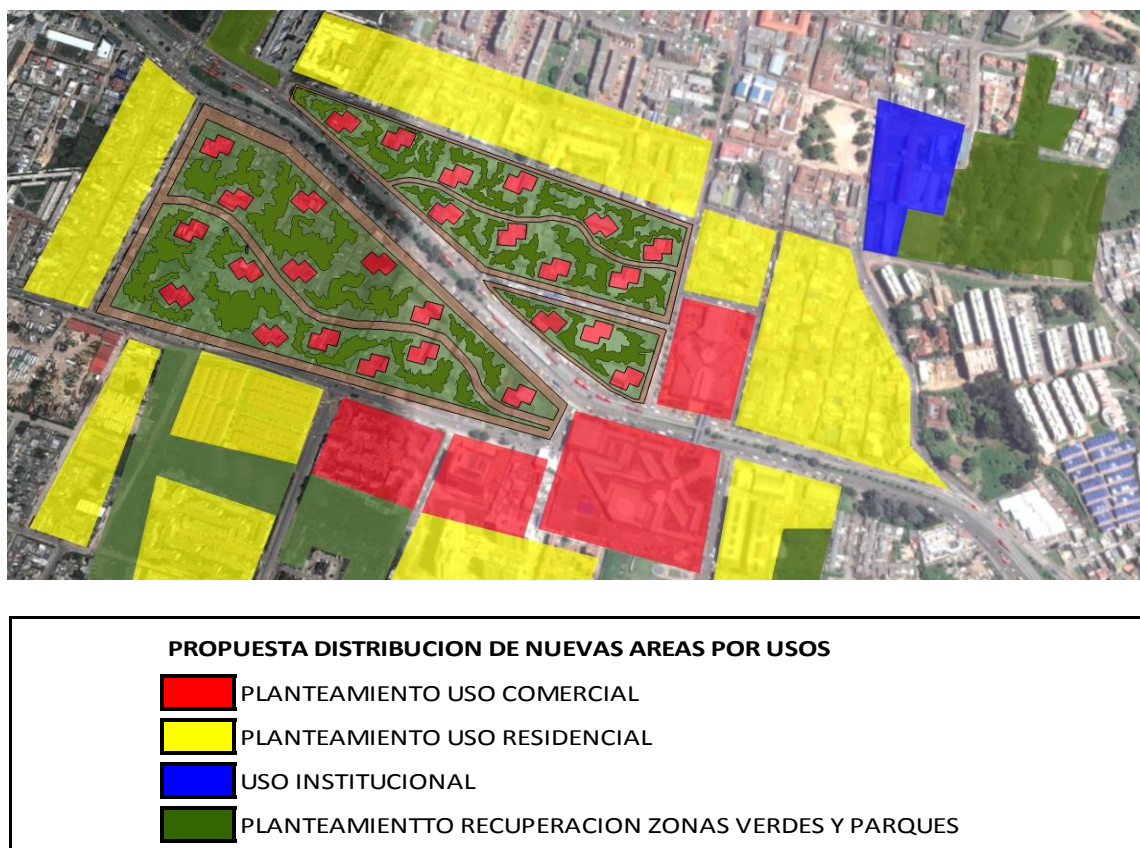


Figura 30. Imagen edificio con sistema para fachada verde. Fuente: elaboración propia.

Con esta labor se librara gran parte del área ocupado hoy por zonas duras, reduciendo en gran medida el aumento de la temperatura que hoy es generado por la exposición directa de vías y aceras construidas en concreto hidráulico y concreto asfaltico con los rayos del sol.

Otro punto de intervención imprescindible en esta propuesta es el de la recuperación de la capa vegetal en los lugares liberados, está demostrado que los árboles modifican el clima urbano dando estabilidad a la temperatura subiendo los niveles de humedad al enfriar el aire a su alrededor con el efecto de evapotranspiración. Las hojas, al tapar el paso del sol, logran que se enfríen las llamadas islas de calor, generadas por la mancha urbana de concreto y pavimento. En épocas de verano, la temperatura del asfalto bajo la sombra de los árboles puede ser 20° más baja que a pleno sol, y gracias al follaje de los árboles, el aire puede ser de tres a cinco grados más fresco.

4.2.9. Capacidad de carga

Tabla 9. Capacidad de carga del sector actual

N°	USO ACTUAL	Hectareas	Capacidad Habitantes / Uso	Temperatura Sector - 2016
1	RESIDENCIAL	435,0	442.868,5	14°
2	COMERCIAL	273,0	910.030,0	
5	VIAS	74,0	49.364,4	
3	INSTITUCIONAL	13,6	13.646,0	
4	ZONAS VERDES	10,9	12.158,7	
	TOTAL	806,6	1.428.067,6	

Fuente: elaboración propia

4.2.10. Capacidad de carga del sector según propuesta Urbana

Tabla 10. Capacidad de carga del sector según propuesta Urbana

N°	USOS PROPUESTA	Hectareas	Capacidad aprox m ² x Persona	Temperatura Propuesta
1	RESIDENCIAL	270,9	270.903,3	12°
4	ZONAS VERDES	229,5	254.992,1	
2	COMERCIAL	218,6	728.682,4	
5	VIAS	74,0	48.843,1	
3	INSTITUCIONAL	13,6	13.646,0	
	TOTAL	806,6	1.317.066,9	

Fuente: elaboración propia



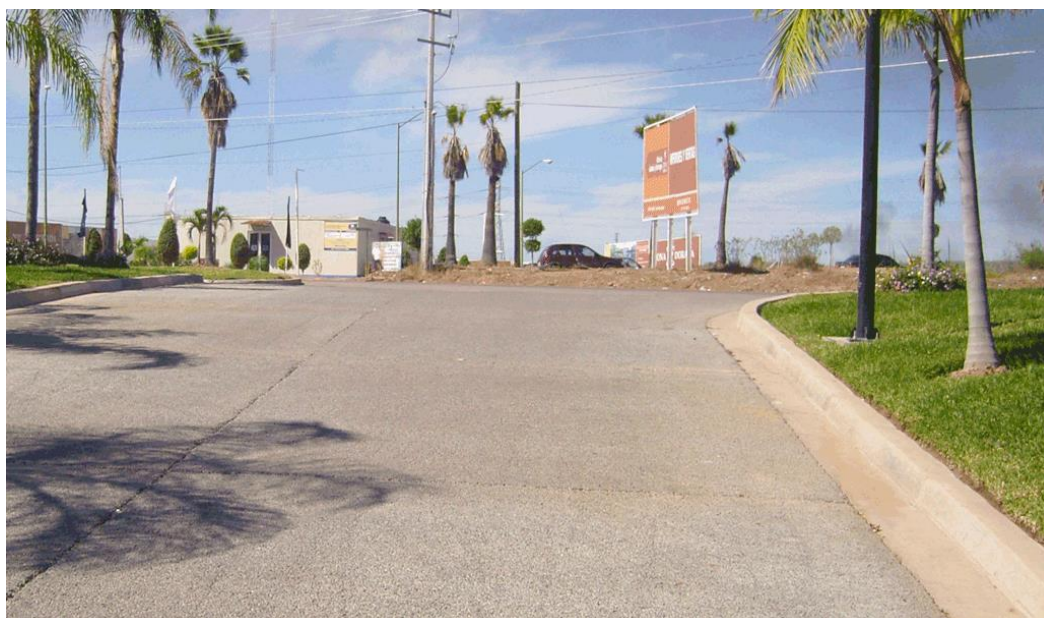
Figura 31. Implantación de edificios sostenibles en altura para liberación de espacios utilizados para zonas verdes. Fuente: elaboración propia

Introduciendo la transformación de las zonas duras del espacio público actual para el manejo de las condiciones naturales interiores de las edificaciones, aprovechando factores naturales como asoleación, vientos, lluvia entre otros, reduciendo de esta manera la temperatura en la zona y evitar mayor consumo de recursos naturales.

4.2.11. Reemplazo de vías y aceras por materiales ecológicos

Es un material similar al concreto hidráulico, hecho de agregados pétreos, agua, cemento y aditivo ecológico. Ellos forman un producto moldeable, permeable al 100% y de gran resistencia a la compresión, al desgaste y a la flexión. El material resultante es ideal para pisos y pavimentos permeables, entre otros usos.

Figura 40. Imagen – vías pavimentadas con concreto poroso premezclado



Fuente: (Ekeco, 2009)

Se fabrica sin materiales finos como la arena, la cual es sustituida por el aditivo ecológico, el cual reacciona con el cemento, potencializándolo y provocando un rápido aumento de su resistencia durante los primeros minutos del fraguado.

Figura 41. Imagen – muestra característica de granulometría del concreto



Figura 32. Muestra característica de granulometría del concreto Fuente: (Ekeco, 2009)

Este sistema hace posible que el agua de lluvia se recupere o se infiltre al subsuelo, ayudando así a la recarga de los mantos acuíferos de las ciudades y proporcionando otras ventajas que los pavimentos comunes no tienen, como son la eliminación de charcos (con la consecuente eliminación del acuaplaneo) y baches, a su vez que reducen la temperatura ambiental del lugar.

Figura 42. Imagen – capas estructurales del concreto poroso

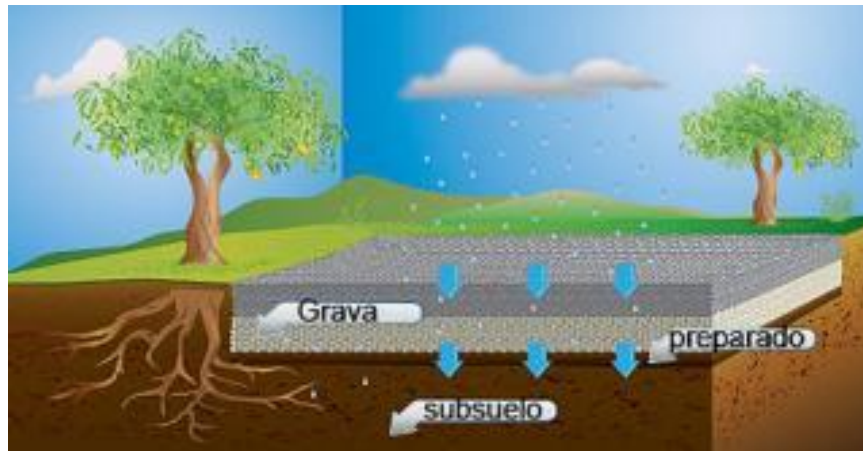


Figura 33. Capas estructurales del concreto poroso. Fuente: (Ekeco, 2009)

4.2.12. Ventajas

- a) Sus bases y Sistemas constructivos son considerablemente más baratos que los de pisos y pavimentos tradicionales, por lo que el costo por m² instalado es más barato que el concreto hidráulico.
- b) Todas las superficies son 100 % permeables y se eliminan los charcos.
- c) Reduce en forma notable la temperatura de las superficies.
- d) Reduce en forma notable el ruido provocado por la circulación vehicular.
- e) Permite la reducción o incluso eliminación los drenajes pluviales.
- f) Evita el acuaplaneo de las llantas de los autos.
- g) Es compatible con materiales usados para pavimentos para que se logren superficies permeables.
- h) La superficie es plana ya que no necesita “bombeo” y adquiere sus características de resistencia entre 24 y 72 horas.
- i) Se puede hacer en varios colores y con distintos tipos de piedra.

- j) Se puede mezclar en obra o en plantas de premezclado.
- k) Amigable al medio ambiente ya que su fórmula es 100% Base Agua.
- l) Adoquines ecológicos para senderos peatonales y áreas de parqueo
- m)13 El ecopavimento o adoquín ecológico es un pavimento permeable constituido de rejillas alveolares de plástico reciclado que se caracteriza por permitir el paso del agua y el aire.

Figura 43. Ejemplos de senderos peatonales y parqueaderos en adoquín ecológico.



Figura 34. Ejemplos de senderos peatonales y parqueaderos en adoquín ecológico.
Fuente: (Ecotelhado Colombia, 2013)

El adoquín ecológico tiene un impacto ambiental positivo al ayudar en la prevención de inundaciones, reducción en el efecto isla de calor, recarga de acuíferos subterráneos, mantenimiento del flujo del curso de las aguas en épocas de sequía y control de contaminantes en ríos. Aumenta el filtrado y tratamiento del agua lluvia por medio de la retención de partículas en suspensión, como el fósforo, nitrógeno e hidrocarburos.

Un problema que todas las ciudades están enfrentando es la impermeabilidad. Entre el 70% y el 90% de las áreas urbanas están impermeabilizadas con materiales como el asfalto,

concreto y otros materiales que no dejan seguir el curso normal del agua ni del aire. Estos materiales retienen el calor produciendo un aumento de la temperatura ambiental y es por esta razón la causa de la isla de calor, la cual genera temperaturas elevadas.

Existen diferentes tipos de adoquín ecológico en variadas formas que permite múltiples aplicaciones en los diseños, están elaborados en materiales rígidos y durables como el concreto y la arcilla que son los más recomendados para áreas con tráfico de automóviles. También se pueden encontrar rejillas alveolares de plástico reciclado que se llenan con gravilla o grama especiales para zonas de uso peatonal continuo.

Figura 44. Diferentes tipos de adoquín ecológico.



Figura 35. Diferentes tipos de adoquín ecológico. Fuente: (Ecotelhado Colombia, 2013).

4.2.13. Otros tipos de Materiales para construcción aplicables en el lugar.

La necesidad de la implementar métodos de construcción que ayuden a mitigar el impacto del aumento de la temperatura en las ciudades, se ha incrementado en los últimos años en respuesta a las crecientes preocupaciones sobre el cambio climático, así como la disminución de los recursos renovables. Ciertos y novedosos materiales de construcción y métodos se consideran más eficientes que los convencionales porque tienen cualidades que reducen al mínimo su impacto en el planeta. Los productos no tóxicos, renovables y resistentes o reciclados pueden ser considerados verdes.

Para reducir la afectación producto de los materiales encontrados en el lugar, estableciendo que gran parte de los materiales deben conservar sus características actuales en cuanto a durabilidad, rigidez, maleabilidad y texturas entre otras, se sugiere el uso de alternativas para remplazar los materiales más utilizados hallados en el lugar.

4.2.1.4. Pisos

El piso es buen lugar para empezar cuando se trata de hacer elecciones más ecológicas en la construcción. Algunas maderas son menos renovables que otras y la alfombra a menudo contiene compuestos orgánicos volátiles que tienen un efecto negativo sobre la calidad del aire interior. El bambú se ha convertido en una opción popular para el piso, ya que se repone rápidamente. El corcho, que se retira desde el exterior de un árbol vivo a intervalos, es atractivo, natural, renovable y muy suave para el cuerpo humano. Otras opciones de pisos verdes son el sisal, el eucalipto, las baldosas de moqueta reciclada, caucho reciclado, alfombras de lana, linóleo y madera reciclada.

4.2.15. Concretos

En las calzadas y aceras, un cemento especialmente diseñado que es poroso y permite que el agua se filtre en lugar de correr y contaminar cursos de agua es ambientalmente amigable. Además, el uso de colores claros de concreto, especialmente en las zonas urbanas, ayuda a reducir la temperatura. Para los edificios, ha surgido una tecnología relativamente nueva llamada TX Active, que en realidad "come" la contaminación.

4.2.16. Aislamientos

El aislamiento es muy importante en la construcción ecológica, ya que ayuda a conservar la energía. En el pasado, el asbesto fue utilizado para el aislamiento, pero desde entonces ha sido prohibido o restringido en muchos países debido a peligros de salud. Buenas opciones sostenibles para el aislamiento son las hechas de papel periódico reciclado y pulpa de madera, soja, algodón, plástico reciclado o el corcho.

4.2.17. Techo y cubiertas

Una característica importante del techo verde es su durabilidad; la sostenibilidad a menudo puede ser tan simple como evitar o limitar los residuos. Las ripias compuestas de cedro resisten la humedad, el moho y los insectos, lo que extiende su vida. Los materiales metálicos para techos solares que tienen cualidades de reflexión también tienen ventajas, especialmente en climas cálidos. Los techos vivos, que están cubiertos con vida vegetal abundante, reducen el "efecto isla de calor" que es causado por la falta de la evapotranspiración en las zonas que tienen una gran cantidad de superficies de hormigón y asfalto.

4.2.18. Vidrio

Los avances en la tecnología han hecho del vidrio un material popular en la construcción verde. Las ventanas construidas de paneles en capas separadas mediante el sellado de compartimentos llenos de gas proporcionan el aislamiento que conserva la energía. Además, las ventanas y puertas también pueden ser cubiertas con recubrimientos de baja emisividad que utilizan o bloquean los rayos solares naturales para ayudar a regular la temperatura interior.

Conclusiones

- a) Los factores constructivos que generan la formación de islas de calor en la localidad de Suba están determinadas por la sustitución de las superficies vegetales por edificios y superficies impermeables como calles, plazas y andenes. Este cambio en las condiciones del territorio, aunados a las cambiantes condiciones climáticas en la localidad producto de las actividades antrópicas, generan una menor capacidad de regulación natural, generando altos gradientes de temperatura.
- b) Mediante el análisis realizado con los datos de temperaturas de las estaciones de medición ubicadas en la localidad, se encontró un aumento de 2.1°C en los valores medios de temperatura registradas entre el periodo 2002-2010. Dentro de este periodo de tiempo, se generó un proceso de urbanización y densificación en la ciudad, así como en la localidad de Suba. Aunque hay factores ambientales que tienen directa influencia sobre los cambios de temperatura (Cambio Climático – Fenómeno del Niño), también debe considerarse la pérdida de regulación causada por las construcciones.
- c) La relevancia del estudio está relacionado con la mitigación de los efectos nocivos para la salud humana y el medio ambiente, considerando que se estima que antes del año 2050 el 70% de la población vivirá en la zona urbana. Por lo que se considera necesario estudios en este tema como herramienta de planificación sistema urbano.
- d) La aplicación de medidas para contrarrestar o mitigar la isla de calor puede depender de muchos factores. En principio, la adecuación de superficies verdes y el arbolado es la primera y más efectiva medida que se puede poner en marcha para reducir la isla de calor urbana; así, se devuelve parte de la capacidad de regulación y

mitigación al territorio. Las otras medidas están orientadas a incorporar materiales y diseños arquitectónicos que permitan regular naturalmente los cambios de las condiciones del clima, generando ahorro energético, funcionalidad y adaptación al medio.

- e) La aplicación de medidas para contrarrestar o mitigar la isla de calor puede depender de muchos factores, algunos de los cuales se pueden incorporar a las estrategias de planificación, asociados al diseño arquitectónico y urbano que define el uso de los espacios.
- f) La adecuada planeación para la definición de espacios debe contemplar un equilibrio entre el óptimo diseño arquitectónico de edificaciones y de espacios de uso público como plazas y calles, para que los procesos de urbanización del territorio garantizando la conservación de las cualidades naturales del suelo y disipen la concentración de energía que ocasiona el aumento de temperatura.

Recomendaciones

- a) Identificar las amenazas suscitadas por el fenómeno isla de calor en las localidades para emprender planes de acción que ayuden a combatir el impacto directo del aumento de la temperatura y sus afectaciones en la salud humana.
- b) Fomentar la implementación de Techos verdes y Fachadas verdes en los edificios localizados en zonas previamente identificadas, que se encuentran afectadas por la isla de calor.
- c) Transformar las superficies urbanas como calles, andenes y parques que hoy se encuentran cubiertos por materiales denominados como impermeables, por elementos o sistemas que permitan la filtración en el suelo y el desarrollo de áreas verdes.
- d) Suscitar el uso de materiales ecológicos en la construcción nuevas edificaciones y en la adecuación de espacios conformantes del urbanismo de la ciudad.
- e) Considerar los impactos de la Isla de calor al diseñar comunidades nuevas y al renovar las existentes, considerando opciones que conserven de forma prioritaria los atributos naturales del suelo en el espacio a intervenir.
- f) Propender para que en los procesos de construcción y transformación del suelo en la ciudad, así como en los procesos de renovación urbana para la recuperación de antiguos espacios, se garantice la intervención de corredores viales, espacio público y zonas adyacentes, considerando variables de planificación y procesos

constructivos que incluyan materiales ecológicos más consecuentes, que conserven las características originales del suelo y los atributos naturales del lugar.

Normativas

- a) Desarrollar campañas de educación pública a través de las administraciones locales, para dar a conocer la existencia del fenómeno isla de calor y sus consecuencias, haciendo énfasis en la necesidad de reducir la temperatura en el lugar, generando consciencia sobre la transformación del suelo natural por superficies artificiales.
- b) Complementar el ACUERDO No. 386 DE 2009, "POR EL CUAL SE IMPLEMENTAN, PROMUEVEN Y ESTIMULAN LAS TECNOLOGÍAS DE CREACIÓN DE TECHOS VERDES EN BOGOTÁ, D.C. Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES", con normativas técnicas que permitan definir indicadores y
- c) mediciones para determinar que edificaciones son susceptibles de implementar este tipo de soluciones.
- d) Diseña y promover desde el ámbito Distrital estrategias y metodologías, como incentivos y beneficios que permitan a los propietarios de edificaciones con características reconocidas que contribuyan al aumento de la temperatura, para la inversión en sistemas constructivos y tecnologías reconocidas que ayuden a combatir esta situación.

Referencias

- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2014). *Decreto 566 de 2014*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=60198.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2000). *Política pública de ecourbanismo y construcción sostenible*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.acefyn.org.co/revista/Vol_34/131/173-183.
- Bello. (1994). *estudios sobre el balance energético*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: cdigital.uv.mx/bitstream/123456789.
- Cardelino. (1990). *calentamiento de la atmósfera urbana*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.actionbioscience.org/esp/ambiente/voogt.htm.
- Carrera. (1990). *Ciudad y territorio*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.ub.edu/congreso_poblacion/docs/actas.pdf.
- Chan. (2008). *El cambio climático es una amenaza muy directa*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.who.int/mediacentre/news/statements/2008/s05/es.
- Changnon. (1996). *Las islas del calor*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.rchav.cl/imagenes2/imprimir/ruby.pdf.
- Correa et al. (2003). *Islla de calor urbana: efecto de los pavimentos. informe*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.cricyt.edu.ar/asades/modulos/averma/.../2003/2003-t011-a005.pd.
- Correa et al. (2003). *Impactos de las islas térmicas o islas de calor*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.redalyc.org/pdf/721/72121706005.pdf.
- Departamento Administrativo de Planeación. (2004). *Recorriendo Suba: diagnóstico físico y socioeconómico de las localidades*. Bogotá: D.C.: Alcaldía Menor de Suba.
- Ecotelhado Colombia. (2013). *Cubiertas verdes, jardines verticales, pavimento permeable y drenajes ecológicos*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: ecotelhado.com.c.

- Ekeco. (2009). *Sistemas ecológicos de recuperación de agua por medio de pavimentos 100% permeables*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.ekeco.org.
- Eliasson, 1994; Klysiak y Fortuniak. (1999). *Análisis de la máxima intensidad de la isla de calor*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: webs.ono.com/reclim3/reclim08f.p.
- EPA. (1999). *Manual de autoconstrucción*. Lima: CEPIS.
- Gallego. (1972). *Isla del sol*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.islasedelsol.net/home-spanish.h.
- García y Martilli. (2012). *El clima urbano: aspectos generales y su aplicación en el área de Madrid*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.revistaindice.com/numero50/p21.pdf.
- Givonni. (1998). *Variables naturales relativas a vientos, humedad, precipitación y la nubosidad*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.preventionweb.net/files/30786_rpgdriversinfinal.pdf.
- Grimmond. (2007). *Influencia de la disminución de áreas verdes y en las áreas pavimentadas*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: <https://prezi.com/.../influencia-de-la-disminucion-de-areas-verdes-en-la>.
- Hough. (1998). *La temperatura de la ciudad va aumentando hacia su centro*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: https://oab.ambientebogota.gov.co/apc-aa.../temperatura_urbanizacion.
- IDEAM. (2002). *Caracterización climática*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: documentacion.ideam.gov.co/.../CARACTERIZACIONCLIMATICACO.
- IPCC, 2002; Foley et al. (2005). *Isla de calor y cambios espacio temporales*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.accefyn.org.co/revista/Vol_34/131/173-183.p.
- Jauregui. (1973). *isla del calor urbano de la ciudad de México*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/docs/.

- Lombardo. (1985). *Modificaciones térmicas en las ciudades*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.raco.cat/index.php/DocumentsAnalisi/article/viewFile/.
- López y Flores. (1991). *Diccionario de la contaminación*. México: Diccionario de la Contaminación.
- Montealegre 1979 y León. (1998). *Estudios de evaluación de la temperatura*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.accefyn.org.co/revista/Vol_34/131/173.
- Moreno. (1997). *Estudio del clima urbano de Barcelona*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/111659>.
- Moreno, (1994) Montavez. (2000). *isla de calor urbana* . Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/35850/1/bacacruzangelica.
- Morillon. (1988). *Enfoque bioclimático del análisis térmico de edificios*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.sol-arq.com/index.php/edificios.
- Naciones Unidas. (2001). *Isla de calor y cambios espacio temporales de la temperatura en la ciudad de Bogotá*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.accefyn.org.co/revista/Vol_34/131/173-183.
- Naciones Unidas. (2004). *Programa para el medio ambiente*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.unep.org/geo/geo4/report/geo-4_report_full_es.
- o. Koenisberger et al. (1977). *Vivienda y edificios en zonas cálidas y tropicales*. Madrid: Paraninfo.
- Ramírez & Domínguez. (2010). *Isla de calor y cambios* . Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.accefyn.org.co/revista/Vol_34/131/173-183.pdf.
- Sailor. (2007). *Cambios ambientales*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: https://oab.ambientebogota.gov.co/apc-aa.../temperatura_urbanizacion.
- Santamouriset. (2001). *On the impact of urban climate on the energy consumption of buildings, solar energy. Vol. 70 No. 3. pp. 201-216*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.ibpc2015.org/.../IBPC15_ID913_FinalX.

- Secretaría Distrital de Ambiente. (2011). *Informe programa de acción frente al cambio climático*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: oab.ambientebogota.gov.co/.../informe-programa-distrital-de-accion.
- Secretaría Distrital de Planeación. (2009). *Decreto 619 del 2000, Decreto 190 del 2004 y Decreto 544 del 2009*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.sdp.gov.co/.../PortalSDP/.../DICE081-MonografiaCiudadBolivar.
- Svirejeva-Hopkins et al. (2004). *Effects of urbanization on the urbanism*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: <https://books.google.com.co/books?isb>.
- Tsukamoto et al, 1973; yap y Oke. (1974). *La Isla de Calor y los Usos del Suelo en Guadalajara*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: dspace.uah.es/.../La%20Isla%20de%20Calor%20y%20los%20Usos%20d.
- Tumini. (2012). *Caracterización de la contaminación atmosférica*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: <https://prosperityfund.uniandes.edu.co/.../Caracterización-de-la-contamin...>
- Universidad Tecnológica de Nanyang. (2012). *Plan Z Arquitectura*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: <http://elplanz-arquitectura.blogspot.com.co/2012/04/universidad-tecnologica-de-nanyang.html>.
- Urbanarbolismo. (2008). *Fachada vegetal sistemas constructivos*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: <http://www.urbanarbolismo.es/blog/fachada-vegetal-sistemas-constructivos>.
- Valor. (2000). *Microclima*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: <https://books.google.com.co/books?isbn=8482409972>.
- Voogt. (2003). *La isla de calor en zonas urbanas*. Recuperado el 23 de febrero de 2016 en: www.actionbioscience.org/esp/ambiente/voogt.