

Espeletia Parque Botánico

Marlon Nicolas Piragua Molina

Universidad la Gran Colombia

Facultad de arquitectura

Bogotá D.C, 19 de noviembre de 2018

Espeletia Parque Botánico

Una Estrategia Ecoturística para la Restauración Ecosistémica en San Juan de Usme Bogotá

Marlon Nicolas Piragua Molina

Trabajo de Investigación Presentado para optar al Título de Arquitecto

Universidad la Gran Colombia



Facultad de arquitectura

Bogotá D.C, 19 de noviembre de 2018

ÍNDICE GENERAL:

Resumen:.....	7
Abstract:	7
Palabras Clave:.....	8
Key Words:	8
Formulación Del Problema.....	9
Justificación:	16
Hipótesis:	18
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos.....	18
Introducción:	19
Estado del Arte:.....	20
Marco Teórico.....	24
Marco Referencial:.....	27
Marco Conceptual.....	30
Marco Histórico	33
Metodología de la Investigación:	35
Análisis de la Estructura Ecológica	37
Análisis Regional	37
Análisis de Ciudad	38
Análisis de Localidad.....	40
Análisis de la Upz.....	42

Análisis de Manzanas en Riesgo por Upz.....	43
Sistema Zonas Verdes y Parques por Upz:	44
Análisis de la Estructura Ecológica de la Pieza Urbana de Intervención	45
Riquezas Ecosistémicas	45
Potencialidad de Usos	46
Estado Actual de la Pieza Urbana de Intervención	47
Análisis de la Estructura Urbana de la Pieza de Intervención	48
Estructura Ecológica	48
Zona Afectada por Operaciones Mineras	50
Conclusiones	50
Generación Del Trazado Urbano	51
Propuesta Urbana	53
Programa Urbano Arquitectónico	55
Tratamiento de Espacio Publico	55
Planteamiento Urbano de Conexión Territorial	56
Generación del Diseño Arquitectónico	58
Programa Arquitectónico	59
Plantas Arquitectónicas.....	60
Generación de Fachadas	62
Sustentabilidad Económica del Parque Botánico	63
Recomendaciones Para Futuras Investigaciones	65
Anexos	66

Panel 1.....	66
Panel 2.....	67
Panel 3.....	68
Panel 4.....	69
<u>Maqueta Arquitectónica.....</u>	70
Referencias Bibliográficas	71

TABLA DE FIGURAS

Figura 1- Oferta de servicios ambientales.	10
Figura 2- Erosión de los cerros orientales sector del Pedregal.	11
Figura 3- Modificación de la topografía ladrillera Helios.	11
Figura 4- Efectos de la minería en sectores urbanizados.	12
Figura 5 - Panorámica barrio barranquillita.....	12
Figura 6- Cuerpos de agua derivados de la minería.....	14
Figura 7- Riquezas ambientales.....	15
Figura 8- Corredores ecológicas de biofauna.	21
Figura 9- Panorámica ladrillera Yomasa.	23
Figura 10- Parque lineal Manzanares Madrid.....	25
Figura 11 - Planta Jardín Botánico Barcelona.	27
Figura 12- Panorámicas del Jardín Botánico Jardines de la Bahía (Singapur).	28
Figura 13 - Panorámicas Parque lineal Manzanares.	29
Figura 14- Análisis de la estructura ecológica regional.....	37
Figura 15 - Análisis de la estructura ecológica de Bogotá.....	38
Figura 16 - Análisis de la estructura ecológica de la localidad de Usme.	40
Figura 17 - Imágenes aéreas de las riberas del río Tunjuelo.....	41
Figura 18 - Cantera San Juan de Usme.....	41
Figura 19- Análisis de la estructura ecológica de la UPZ.....	42
Figura 20 - Zona en alto riesgo, barrio la Surena.	44
Figura 21 - Análisis de las riquezas ecológicas de la pieza urbana de intervención.	45

Figura 22- Potencialidad de usos en la pieza urbana de intervención.	46
Figura 23- Afectaciones ambientales presentes en la pieza urbana de intervención.	47
Figura 24- Composición ecológica de la pieza urbana de intervención.	48
Figura 25- Manzanas en alto riesgo por remoción en masa en la pieza urbana de intervención. .	49
Figura 26- Usos.	49
Figura 27- Áreas afectadas en la pieza urbana de intervención.	50
Figura 28- Composición de los jardines botánicos.	51
Figura 29- Retícula fractal.	52
Figura 30- Generación del trazado urbano.	52
Figura 31- Generación de diseño paisajístico.	52
Figura 32- Propuesta urbana.	53
Figura 33- Corte transversal.	54
Figura 34- Diseño de espacio público.	55
Figura 35- Propuesta de bahías de aparcamiento.	56
Figura 36- Planteamiento de la propuesta urbana.	56
Figura 37- Planteamiento de la conexión con el territorio.	57
Figura 38- Propuestas de tratamientos del espacio público.	58
Figura 39- generación del diseño arquitectónico.	59
Figura 40- Planta uno.	60
Figura 41. Planta dos.	61
Figura 42 - Render plaza central.	62
Figura 43- Composición de fachadas.	63
Figura 44- Factibilidad económica del proyecto.	64
Figura 45- Panel 1	66
Figura 46- Panel 2	67
Figura 47- Panel 3	68
Figura 48 - figura 4	69
TABLAS	

Tabla 1- Análisis de manzanas en riesgo por UPZ. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 2- Sistema de zonas verdes y parques por UPZ. **¡Error! Marcador no definido.**

Resumen:

El presente trabajo de investigación realizar análisis de diversos factores, que componen e interactúan con la estructura ecológica principal de Bogotá, determinando así las afectaciones que se están generando sobre este importante elemento para la vida cotidiana de todos los ciudadanos, logrando lo anterior por medio de un enfoque investigativo y metodológico, que analice la estructura ecológica desde lo macro a lo micro, identificando las zonas más relevantes para la funcionalidad de la estructura ecológica tanto por sus riquezas naturales, como las afectaciones negativas que se ejerzan sobre ellas, estos análisis se desarrollan en un orden lógico de escalas de la siguiente manera: empezando por un análisis regional de la estructura ecológica, seguido de este se analizara la estructura ecológica a nivel de ciudad haciendo énfasis a su conectividad oriente occidente, posteriormente a esto se realizara un análisis a nivel de localidad para identificar la upz más afectada y finalmente con el análisis de la upz se determinó la pieza urbana de intervención, San Juan de Usme y el Pedregal, en la cual se desarrollaran análisis detallados para identificar potencialidades y problemas en su estructura urbana, siendo estos el punto de partida para el desarrollo del proyecto urbano arquitectónico, haciendo énfasis en la línea de diseño y gestión del habitat territorial.

Abstract:

This research work performs analyses of various factors, which compose and interact with the main ecological structure of Bogotá, thus determining the affectations that are being generated on this important element for the daily life of All citizens, achieving the above through an investigative and methodological approach, that analyzes the ecological structure from the macro to the micro, identifying the areas most relevant to the functionality of the ecological structure both for their riches Natural, as the negative effects exerted on them, these analyses are developed in a logical order of scales as follows: Starting with a regional analysis of the ecological structure, followed by this analyzed the ecological structure At city level emphasizing its connectivity East West, then a locality-level analysis will be conducted to identify the most affected Upz and finally with the analysis of the UPZ was determined the

urban intervention piece, San Juan de Usme and El Pedregal, which will develop detailed analyses to identify potentialities and problems in its urban structure, being the starting point for the development of the urban architectural project, emphasizing the design line and Territorial habitat management.

Palabras Clave:

1. Estructura ecológica principal de Bogotá.
2. Geometría fractal.
3. Ecotono urbano.
4. Gestión del riesgo.
5. Diseño y gestión del hábitat territorial.
6. San Juan de Usme y Pedregal.

Key Words:

1. Main ecological structure of Bogotá.
2. Fractal geometry.
3. Urban Ecotone.
4. Risk management.
5. Design and management of the territorial habitat.
6. San Juan de Usme and Pedregal.

Formulación Del Problema

La necesidad de generación de recursos materiales para el desarrollo de los distintos elementos que componen a la sociedad humana, junto con la omisión del estado para hacer cumplir la normativa existente que protege la estructura natural de la ciudad, son el mayor responsable del detrimento que hoy en día presenta la estructura ecológica principal de Bogotá y cuyos efectos repercuten notablemente en los sistemas naturales que se soportan en estas estructuras ecológicas.

Por otro lado tenemos que las actividades humanas que más afectan a la estructura ecológica principal de Bogotá son las siguientes: el sector de la construcción cuyas industrias se asientan principalmente sobre elementos fundamentales que sirven de base y sustento de muchos ecosistemas, estas industrias se asientan sobre los humedales, que son los reguladores del ciclo hídrico de la ciudad, también afectan la base misma de la estructura ecológica con la explotación minera realizada a cielo abierto sobre los cerros orientales de Bogotá. Los cuales generan el mayor aporte de agua al sistema hídrico de la ciudad, como lo afirma la Secretaria Distrital de Ambiente [SDA]: “Los cerros surorientales generan el mayor aporte a la escorrentía superficial de la sabana de Bogotá, siendo productor de servicios ambientales como el agua potable y fijación de carbono” (2007, p.15), en este orden de ideas, los cerros orientales de Bogotá son la columna vertebral y base de variados ecosistemas que tienen su soporte en el agua generada en la parte alta de la cordillera y que actúa como regulador eco sistémico.

La columna vertebral de la estructura ecológica materializada en los cerros orientales de la ciudad, es productora de bienes y servicios ambientales como lo son: el agua potable que nace en los cerros orientales y llega por medio de las quebradas a los principales ríos: Tunjuelo, Fucha y salitre, los cuales a su vez proveen de agua a los humedales, y por filtración a las grandes reservas de agua ubicadas en acuíferos subterráneos bajo la ciudad de Bogotá, también tenemos la fijación de carbono producida por procesos químicos naturales en el follaje vegetal de los cerros y que limpia el aire de la ciudad, por último el sistema hídrico

funciona como soporte de distintos ecosistemas ricos por su diversidad tanto en fauna como flora, y los cuales se ven altamente amenazados por las malas condiciones de su ambiente gracias a la actividad humana.



Figura 1- Oferta de servicios ambientales.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado la explotación generada principalmente en las localidades de Usme y Ciudad Bolívar, es la fuente de múltiples problemas que impactan severamente en la funcionalidad de la estructura ecológica principal y con ella disminuye su capacidad de generar los servicios ambientales que la misma ofrece a la ciudad, pero no solo se afecta a la estructura ecológica, sino también tiene incidencias directas negativas sobre la sociedad de Bogotá, dado que al desequilibrar los procesos naturales con las actividades humanas, se afectara la calidad de vida de los ciudadanos, esto a nivel de ciudad, pero las afectaciones a nivel local son mucho más fuertes debido a que los procesos industriales de extracción de materias primas como arcillas, areniscas, gravillas o piedra, que terminan por erosionar fuertemente el terreno a tal grado que este se vuelve inestable, provocando el aceleramiento en las remociones en masa que ponen en riesgo la vida de los ciudadanos que se ubican en la periferia de las actividades mineras.



[Figura 2- Erosión de los cerros orientales sector del Pedregal.](#)

Fuente: Google Earth, 2018.

Las consecuencias de la minería en el medio ambiente son muy perjudiciales y nocivas para los ecosistemas como lo afirma Lillo: “Desertización: deforestación, erosión, pérdida de suelo fértil. O Modificación del relieve, impacto visual, alteración de la dinámica de los procesos de ladera, peligros geotécnicos: Desestabilización de laderas por sobrecargas y/o excavaciones y alteraciones en el nivel freático” (s.f, p.12-13), cuyas afectaciones las evidenciamos todas en los sectores de San Juan de Usme y el Pedregal.



[Figura 3- Modificación de la topografía ladrillera Helios.](#)

Fuente: Google Earth, 2018.

Ejemplo de lo anterior es el caso de los sectores conocidos como el Pedregal y San Juan de Usme ubicados en la localidad de Usme en la ciudad de Bogotá, los cuales se han visto muy afectados por parte de la industria ladrillera que ha causado la erosión de la montaña a un grado muy alto, de tal forma que con esta actividad se pone en riesgo el

bienestar de las poblaciones en condición de vulnerabilidad que residen en la periferia de estas actividades, como lo afirma el periódico el Espectador “Usme es el área de la ciudad con mayor disposición y exposición al aceleramiento e incremento de los movimientos en masa que comprometen la seguridad de los habitantes, la infraestructura urbanística y la de servicios públicos” (2011, parr.1) estos riesgos principalmente amenazan a los barrios ubicados en la parte inferior de la montaña, debido que la industria ladrillera con sus actividades han desestabilizado el terreno incrementando los movimientos en masa.



[Figura 4- Efectos de la minería en sectores urbanizados.](#)

Fuente: Elaboración propia.

Evidentemente se identifican zonas de alto riesgo Ubicadas en la localidad de Usme principalmente en las riberas del río Tunjuelo y en los cerros orientales específicamente en los sectores de San Juan de Usme y el Pedregal ambas ubicadas en la UPZ Gran Yomasa.



[Figura 5 - Panorámica barrio barranquillita](#)

Fuente: Google Earth, 2018.

En este orden de ideas tenemos que la erosión de suelos y los peligros que esto representa como lo afirma la alcaldía local de Usme (2016), citada por Parra, Y Melo. (2015):

Se concentra en la unidad de colinas bajas y montañas urbanizadas, como consecuencia de la alta inestabilidad del material parental. Al alterar la cobertura natural vegetal protectora para establecer zonas urbanas, canteras, receberas y gavillaras, el material parental queda al descubierto y por acción del viento, las corrientes de agua y las lluvias, se generan fuertes procesos erosivos que determinan zonas de medio y alto riesgo (p.19).

Esto representa una gran amenaza para los residentes de los barrios perimetrales a las zonas de explotación principalmente de las industrias ladrilleras, y pone en evidencia la degradación a la cual esta industria a sometido parte de la estructura ecológica principal de Bogotá.

Por otro lado, es de vital importancia generar acciones de mitigación de riesgos por la remoción de masas en los sectores conocidos como el Pedregal y San Juan de Usme, que, debido a la desestabilización de suelos ocasionadas por las industrias mineras, se pone en un alto riesgo a las comunidades aledañas a estos sectores evidenciándose en algunas piezas urbanas el desalojo de viviendas por movimientos del terreno y la inestabilidad del mismo.

Consiguientemente tenemos que la industria emite partículas de polvo y residuos que pueden dañar la salud de los ciudadanos, como lo afirma el Hospital de Usme (2015) “la presencia de ladrilleras que no tienen las formas propicias para manejar los desechos de su producción y que generan estancamiento de agua, lo cual repercute en la proliferación de insectos y animales transmisores de enfermedades” (p.18). Igualmente, Hospital de Usme, (2010) afirma que: “en Usme la principal causa de contaminación del aire se debe a la presencia de partículas en suspensión generadas en las industrias extractivas a cielo abierto” (P.25).



Figura 6- Cuerpos de agua derivados de la minería.

Fuente: Google Earth, 2018.

Por otro lado, encontramos que la población de Usme se clasifica en su mayoría como estrato bajo y extrema pobreza, ya que muchas de estas poblaciones son desplazadas que se han asentado en este territorio, llevando a cabo una urbanización acelerada y auto gestionada, por lo cual, al no ser capaces de solucionar algunos inconvenientes de su entorno por falta de medios y recursos, convirtiéndose así en población vulnerable.

Tenemos que en san juan de Usme convergen varios ecosistemas ricos en biodiversidad, y que son fuente de riqueza natural, de los cuales se beneficia toda la ciudad, dado las funciones de amortización a diversos factores emisores de contaminantes al ambiente, y aportando recursos hídricos a diferentes ecosistemas ubicados bajo sus cotas de nivel, específicamente en su parte alta donde tiene presencia vegetación andina de paramo, las cuales generan nacimientos de agua que se vuelven 7 quebradas y conforman parte de la cuenca del río Tunjuelo, estos nacimientos de agua esta ubicados en el Parque natural entre nubes en la parte alta de la montaña, por lo cual es importante impulsar proyectos para la protección de estas fuentes hídricas, pero en contraste actualmente la actividad industrial contamina estas aguas gracias a la acidificación de suelos, que genera con los procesos de extracción de materias primas y su procesamiento cuyos elementos químicos quedan en los suelos, y son arrastrados a las fuentes hídricas por medio de procesos naturales como la escorrentía, y si tenemos en cuenta que justo en frente de la actividad industrial pasa el cauce de la quebrada santa librada la más grande de la localidad de Usme, entendemos que el daño y

contaminación al sistema hídrico de la ciudad empieza casi desde el nacimiento del agua misma.

Evidentemente la estructura ecológica principal de Bogotá es algo que hay que cuidar por su importancia para el funcionamiento y servicios ambientales como lo sostiene Garzón en su estudio educación ambiental y desarrollo sostenible, caso de los cerros orientales de Bogotá (2014), Colombia en el cual se afirma:

Los cerros Orientales de Bogotá son un conjunto de montañas localizadas al oriente de la ciudad, donde nacen ríos y quebradas, y donde existe una gran diversidad de plantas y animales. Es un eje ambiental de vital importancia que garantiza la calidad ambiental, la conectividad ecológica y la disponibilidad de servicios ambientales del Distrito (p.3).



Figura 7- Riquezas ambientales.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente poniendo en balanza los factores de: potencialidad de usos de suelo, riquezas y funcionalidad ambiental que poseen los cerros orientales tanto a nivel de ciudad, como regional y generación de servicios ambientales que benefician a la calidad de vida de todos los ciudadanos de Bogotá, versus la necesidad de producción de materias primas que con sus actividades ponen en riesgo todo lo anterior, e incluso la seguridad de algunas comunidades ubicadas en el perímetro de las operaciones mineras, no es difícil racionar sobre cuales elementos son más importantes para la ciudad y el bienestar general, por lo cual se

concluye que la minería es el principal factor de detrimento de la estructura ecológica principal, y que el bienestar de la estructura ecológica y la seguridad de las comunidades aledañas a San Juan de Usme, debe primar sobre los intereses de los sectores como el de la construcción, haciéndose necesario una intervención urbano arquitectónica de restauración del sector conocido como San Juan de Usme y el Pedregal, los más afectados por estas industrias y que al mismo tiempo posee grandes potencialidades en cuanto a las riquezas ambientales que contiene, y los servicios ecológicos que pueden ofrecer a la ciudad por medio de estas potencialidades.

Justificación:

Las sociedades históricamente han encontrado su sustento en las riquezas que le ofrece su territorio y las cuales se soportan sobre los elementos naturales preexistentes en un lugar determinado, actualmente lo anterior se ve en riesgo por la actividad humana en las diferentes estructuras ecológicas que sustentan la sociedad, explotándolas al punto de ponerlas en riesgo, la ciudad de Bogotá no es ajena a esta problemática y la expansión urbana que ha invadido su estructura ecológica junto con las actividades industriales extractivas son las principales culpables de su mal estado, que en la actualidad aqueja nuestra sociedad, y que pone en riesgo la continuidad de abastecimiento de servicios básicos con los que hasta el día de hoy siempre hemos contado.

Por otro lado el detrimento de la estructura ecológica principal de Bogotá es un problema que afecta a todos los ciudadanos, dadas las riquezas y potencialidades del suelo, que se está usando para la explotación minera y que desequilibra y contamina todo el sistema hídrico junto con las grandes reservas acuíferas que posee la ciudad, sin explotar, pero si contaminadas, esto gracias a la industria minera y los químicos utilizados en el procesamiento y extracción de materias primas, y por medio de procesos naturales como la escorrentía o filtración de agua por fisuras o grietas, contribuye a la contaminación de todo el sistema hídrico de Bogotá, debido a que las aguas lluvias bañan el suelo contaminado por químicos de

las industrias, y al contaminarse en la base del sistema ecológico principal(Los cerros orientales), afectan a todos los demás elementos del mismo, ubicados bajo sus cota de nivel, ya que el sistema hídrico de Bogotá se encuentra conectado físicamente en su totalidad, teniendo a los nacedores de agua en la parte alta de la cordillera, la cual da nacimiento a las quebradas que se vuelven cuencas y las cuencas ríos y los ríos suministran agua a los humedales, que a su vez abastecen a los grandes acuíferos de la ciudad, y con solo contaminar un pequeños trozo de tierra en la base de la estructura se causan grandes afectaciones a lo largo de ella, finalmente de lo analizado anteriormente es fácil concluir que la minería ubicada sobre los cerros orientales de la ciudad, es devastadora y pone en alto riesgo la sustentabilidad de los recursos básicos con los cuales se abastece la ciudad de Bogotá, el cual es el caso de san juan de Usme y el pedregal sectores ricos hídricamente y que se ven afectados por la operaciones mineras en la parte media de la ladera que terminan por perjudicar a todos los ecosistemas ubicados en la sabana de la ciudad, haciendo necesaria una intervención de restauración y potencialización de los elementos ecológicos presentes en estos sectores para asegurar un suministro constante y de calidad de los servicios básicos a la urbe de Bogotá, pero las repercusiones negativas no solo afectan las estructuras ecológicas o al suministro de servicios básicos, también genera incremento en el grado de riesgo de remoción de masas esto debido a la extrema erosión de la montaña causada por la explotación minera lo cual pone en riesgo directo a todas las comunidades aledañas a la operación, y por ultimo tenemos afectaciones a nivel de salubridad, en cuanto a que se generan poso o estanques de agua para el procesamiento de las materias primas extraídas con fines industriales, y que contribuyen a la proliferación de insectos transmisores de agentes biológicos entre la población como se evidencia en estudios realizados por el hospital de Usme y los cuales serán citado más adelante en la investigación.

Hipótesis:

El parque botánico juega un rol fundamental en la restauración del territorio en San Juan de Usme y el Pedregal, debido a que los criterios que maneja su diseño, están abocados a la conservación y potencialización tanto de los elementos naturales que componen su estructura ecológica principal, como a los aspectos urbanos y socioculturales de la pieza urbana de intervención, mitigando los problemas evidenciados en los análisis de la estructura urbana de San Juan de Usme y el Pedregal.

Objetivo General

Restaurar los sectores de San Juan de Usme y el pedregal, a través de un Parque Botánico que revitalice el sector en los diferentes aspectos que componen su estructura urbana, haciendo énfasis en la protección de la estructura ecológica principal de Bogotá, fortaleciendo la conectividad territorial a nivel urbano, por medio de espacio público que propicie dinámicas de educación ambiental.

Objetivos Específicos

1. Comprender el funcionamiento en su globalidad, de la estructura ecológica principal de Bogotá y todos los aspectos que derivan de esta.
2. Realizar análisis de la estructura ecológica principal, a diferentes escalas identificando los elementos y áreas más relevantes para la misma, y que al mismo tiempo se ven amenazados por actividades humanas.
3. Analizar procesos que permitan la recuperación de suelos dañados por la industria extractiva y entender la importancia del agua y el ciclo de la misma en Bogotá.
4. Formular estrategias de culturización ambiental sobre la relevancia de la estructura ecológica principal de Bogotá para una mejor calidad de vida de la ciudadanía.

5. Generar un diseño en la pieza urbana identificada, el cual restaure, conserve y potencialice la estructura ecológica de Bogotá, a la vez que mitiga los riesgos generados por las industrias que operan en dicha pieza urbana.

Introducción:

Históricamente las sociedades han encontrado su sustento en los recursos y servicios básicos otorgados por los diferentes elementos naturales que componen las estructuras ecológicas propias de un contexto específico, y actualmente no es diferente la sociedad tiene su sustento básico en los recursos y servicios generados en su entorno, pero a diferencia de antes la acción del hombre sobre estos elementos está desequilibrando el correcto funcionamiento de las estructuras ecológicas y por ende poniendo en riesgo estas fuentes de recursos que siempre han provisto a la sociedad, ejemplo de esto es la ciudad de Bogotá la cual se ha provisionado durante décadas de los recursos y servicios naturales que ofrece su estructura ecológica principal haciendo que el habitar este territorio sea posible y se dé con una buena calidad de vida, pero ahora es diferente porque las actividades humanas industriales están socavando la estabilidad y continuidad en el tiempo de la estructura ecológica principal de Bogotá, las cuales explotan los recursos de la misma de una manera no sustentable ni renovable, pero si afectando y dañando partes de los ecosistemas nativos seriamente, como se evidencia claramente en las localidades de Usme y Ciudad Bolívar en las cuales se asientan un gran número de industrias extractivas y erosivas del entorno principalmente para el sector de la construcción, y más preocupante aun en zonas protegidas por hacer parte de la estructura ecológica principal, y poseer gran riqueza ambiental, y las cuales en su mayoría operan de manera ilegal sobre esos territorios, en estas localidades encontramos algunas piezas urbanas de gran relevancia por sus riquezas ambientales y también por la afectaciones que se están generando sobre estas, estas piezas urbanas son las riberas del río Tunjuelo en las dos localidades y los cerros orientales en los sectores del Pedregal y San Juan de Usme, lugares donde se identificaron las problemáticas más serias, no solo por las afectaciones medio ambientales, sino por los riesgos que conlleva erosionar el

territorio a un grado tan alto que este se vuelve inestable y empieza a generar riesgos sobre las poblaciones aledañas a estas operaciones, situación que se evidencia en las dos piezas urbanas mencionadas anteriormente y por lo cual se determinan a los sectores de San Juan de Usme y el Pedregal como la pieza urbana de intervención, ya identificados los problemas mediante los análisis de la estructura urbana realizados a la pieza de intervención, se generan estrategias de mitigación de los mismos mediante la planificación y generación de un diseño que logre mitigar los riesgos generados por las operaciones industriales presentes en el área, pero que al mismo tiempo potencialicen las fortalezas en su mayoría ambientales presentes en el sector, mediante la implementación de lineamientos de diseño tomados de teorías consultadas, las cuales tienen características propias de generación del diseño en topografías inclinadas y manejo de las estructuras ambientales propias del territorio, como lo son la teoría de la geometría fractal y los ecotonos urbanos, las cuales brindan pautas de diseño para lograr un equilibrio entre el proyecto arquitectónico y su entorno natural, así como potencializar las conexiones del territorio mediante las estructuras ecológicas presente en el entorno.

Estado del Arte:

La estructura ecológica principal de Bogotá es un elemento esencial para la sustentabilidad misma de la ciudad que se asienta en el altiplano, y la cual hace parte de una estructura mucho mayor de incalculable valor ecológico a nivel regional e internacional, esta estructura tiene su esencia y soporte en el agua que se produce en la parte alta de los cerros orientales de Bogotá, que a su vez hacen parte de la cuenca baja del gran paramo del Sumapaz el mayor del mundo y la más grande fábrica de agua natural que existe, como se afirma en el documental Bogotá capital de agua (2014): “Bogotá es una ciudad rural, sus puntos importantes en ruralidad y ambiente se encuentran en las localidades de Usme y Sumapaz, fuentes hídricas que abastecen a la capital del país”(min.3), además este documental hace énfasis en las riquezas hídricas que posee la ciudad, y la forma en que se desperdician y no se aprovechan excepto por algunas multinacionales como Coca cola la cual hace uso de varios acuíferos concedidos a esta empresa para su explotación y posterior comercialización, es decir

estas riquezas hídricas que constitucionalmente pertenecen a la población colombiana resultan siendo beneficiosas solo para los capitales extranjeros quienes las explotan y luego las comercializan como productos de consumo terminados a los colombianos que pagan por recursos de los cuales son propietarios y deberían ser gratis o tener un bajo costo, por otro lado tenemos que estas localidades además juegan un rol muy importante a nivel de conectividad ecológica regional aportando corredores de biofauna que contribuyen a la sostenibilidad del ecosistema mismo y todos los elementos de flora y fauna dependen de él, al mantener conectadas distintas poblaciones de fauna manteniendo grupos diversos genéticamente lo cual es muy importante para la supervivencia de las especies como lo afirma Colorado, Vázquez y Mazo (2017), en su estudio llamado modelo de conectividad ecológica de fragmentos de bosque andino: “La fragmentación de bosques y la potencial pérdida de calidad de hábitat asociada es una de las principales causas de pérdida de biodiversidad”(p.1), siendo lo anterior un problema siempre latente en la estructura ecológica principal de Bogotá, que por las operaciones mineras, construcción invasiva del hábitat ecológico, fragmenta los elementos que componen la red ecológica que se ve fuertemente afectada dado que la falta de conectividad resulta en la pérdida de especies, y por ende en el desequilibrio del ecosistema, en este estudio lo que se plantea es la creación de diversos corredores ecológicos aprovechando estructuras naturales presentes en el territorio para conectar los fragmentos de ecosistemas y crear un bioma más saludable y diverso genéticamente.



[Figura 8- Corredores ecológicas de biofauna.](#)

Fuente: Google imágenes.

Vale la pena analizar las reservas hídricas de la ciudad de Bogotá que yacen ubicadas bajo sus cimientos, y los peligros que se ciernen sobre estas, y cuya información la encontramos en un documento desarrollado por la Car en un documento nombrado Hidrología en la Zona Crítica en la Sabana de Bogotá, y cuyos análisis se basan en estudios realizados por Ingeominas, evidenciándose los cerros como pieza clave para la recarga de los acuíferos por medio de procesos naturales como la escorrentía, igualmente la cuenca del río Tunjuelo se convierte en parte fundamental y elemento principal del aporte hídrico a los acuíferos, de los cuales se explotan miles de metros cúbicos anuales para abastecer con agua a municipios cercanos de Bogotá, aclarando que no todos los pozos de donde se extrae el agua se emplazan en el territorio de la sabana de Bogotá, pero todos dependen de buen estado de los cerros orientales de la ciudad ya que estos son los que captan y aportan casi la totalidad de agua que alimenta los acuíferos.

Por otra parte tenemos un documento investigativo desarrollado por la secretaria distrital de ambiente y el jardín botánico José Celestino Mutis, el cual recibe el nombre de la importancia de los cerros orientales para Bogotá D.C y la región, y el cual enmarca la relevancia de la estructura ecológica principal de Bogotá y su funcionalidad en la red ecológica regional siendo un corredor de biofauna muy importante entre los bosques de Torca, los elementos ecológicos que componen la estructura ecológica de Bogotá, y el páramo de Sumapaz el más grande del mundo, puntualizando que los cerros surorientales de Bogotá son los más importantes en cuanto son los que más aporte hídrico genera ya que tienen gran cantidad de nacaderos de agua en su parte alta la cual alimenta las cuencas más importantes del río Bogotá que a su vez abastece de agua a los humedales y acuíferos de la ciudad, cabe mencionar que hace mención especial de los cerros orientales de Bogotá, como el elemento base de toda la estructura ecológica a nivel de ciudad y regional.

Los documentos anteriores son muy importantes para lograr tener un entendimiento global de la complejidad y funcionamiento de la estructura ecológica principal de Bogotá, y su papel como base fundamental de la sociedad Bogotana.

Encontramos que las actividades extractivas de materia prima para la construcción son la principal problemática que impacta gravemente sobre la estructura ecológica principal de Bogotá, como se menciona en los documentos: Tipologías de Percepción, bajo Criterios de Sustentabilidad Territorial, del Proceso de Ocupación urbano-rural: Localidad Quinta de Bogotá, y el documento Línea de Calidad de Aire y Salud Política de Salud Ambiental, entre otros documentos desarrollados por la Alcaldía Mayor de Bogotá, y los cuales hacen énfasis en las repercusiones negativas no solo ambientales derivadas de la minería sino en factores como la salubridad pública y los riesgos generados por el aumento en la remoción de masa por la inestabilidad del terreno causada por la grave erosión.



[Figura 9- Panorámica ladrillera Yomasa.](#)

Fuente: Google Earth, 2018.

En vista de lo anterior se consultaron documentos investigativos los cuales sientan precedentes de recuperación y saneamiento de suelos afectados por actividades mineras, dentro de los cuales encontramos: Recuperación de áreas Dañadas por la Minería en la Cantera los guaos, Santiago de Cuba y Plan Nacional de Restauración. Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de áreas Disturbadas, de los cuales el último fue desarrollado por el ministerio de medio ambiente Colombiano, y el primero es un referente internacional de un plan piloto implementado en Santiago de Cuba, donde se tenía un problema similar que el mencionado anteriormente en nuestra pieza urbana de intervención San Juan de Usme y el Pedregal, en ambos documentos se categoriza y formulan estrategias

para la identificación del grado de afectación y un el plan de saneamiento de suelos para el mismo.

Consiguientemente a lo anterior se hace un estudio de referentes que tengan características semejantes a nuestra pieza de intervención y contemplen planteamientos de sustentabilidad ecológica y económica, como eje de desarrollo en el modelo que plantean entre los cuales encontramos: Jardines de la bahía, Jardín Botánico de Barcelona y Jardín Botánico José Celestino Mutis, de los cuales se tomaran teorías directrices del diseño, como la geometría fractal y el modelo de sustentabilidad económica, en el cual apoyan su funcionalidad, en cuanto a la geometría fractal se estudia la tesis de Benoit Mandelbrot, considerado el padre de la geometría fractal el cual expone su teoría en el documental llamado El Mundo de la Geometría Fractal ,donde se desglosa pieza a pieza los distintos componentes de la teoría y sus principios generales los cuales son esenciales a la hora de plantear un diseño fractal, ya que con la implementación de los mismos se abre un mundo de posibilidades alternas de diseños abstraídos de formas geométricas naturales, desde una estructura funcional dinámica y adaptable a diferentes contextos y usos, en cuanto al modelo de sustentabilidad económica se alude a documentos desarrollados por el tratado de Kioto, los cuales hacen énfasis en las diferentes formas de proyectar, diseñar, ejecutar y financiar proyectos ecológicos que contribuyan a amortiguar el cambio climático, y el aumento de las emisiones de co2 por los países industrializados quienes hacer aportes por sus emisiones de co2 a la atmosfera aportes usados por entidades internacionales como el banco de carbono para hacer posible le generación y sostenimiento de dichos proyectos.

Marco Teórico

El marco teórico está conformado de acuerdo a las necesidades del diseño las cuales dictaminan parámetros a la hora de plantear el proyecto.

la subutilización de suelos: es un concepto que hace alusión al resultado de comparar el uso actual del suelo con el uso potencial, el cual es el caso de San Juan de Usme, debido a

que presenta características naturales muy diversas y ricas en cuanto a la generación recursos naturales y servicios ambientales no aprovechados por la ciudad, pero si contaminados.

El concepto de ecotono que según Frederick Clements(1991), citado por Riascos (2016), un Botánico y ecologista americano el cual definido el concepto de ecotono como: “zona de unión entre dos comunidades donde los procesos de intercambio o competencia entre parches vecinos puede observarse”(p.28)cuyas filosofías apuntaban a la relevancia de estos ecotonos, para los biomas que encuentran en ellos nichos naturales generadores de vida que mantienen todo el ecosistema saludable, otra concepción de este mismo concepto es la Forman(1995), citado por Riascos en su tesis llamada El Papel de los “Ecotonos Urbanos” en la Planificación de las Corredores Ecológicos de Ronda. (2016), el cual afirma lo siguiente: “la aplicación del ecotono, juega un papel importante para la planeación ecológica y gestión para la restauración de paisajes, en función y beneficio para la biodiversidad” (p.38).

Por medio del concepto eco tono, y usándolo como guía que proporciona los lineamientos necesarios para el manejo de los elementos naturales existentes en el área de intervención, aprovechando los mismo como una estrategia de conexión territorial tanto con el contexto natural como urbano.



Figura 10- Parque lineal Manzanares Madrid

Fuente: Pinterest.

Otro concepto elegido por sus características y no menos importante que el ecotono urbano, es la teoría de la geometría fractal como elemento estratégico para la generación de la propuesta urbana, dado que San Juan de Usme cuenta con una topografía muy pronunciada, y la geometría fractal es perfecta para un mejor acoplamiento con el terreno sin necesidad de modificar sus características físicas, como se ha demostrado en proyectos como el Jardín Botánico de Barcelona, el cual implemento una retícula a base de triángulos la cual permite la adopción de cualquier forma geométrica irregular como la que presenta la topografía del terreno, además de abrir todo un mundo de alternativas o posibilidades de diseño como lo afirma Jovanovhich:

La multiplicidad de formas que surgen a partir de los fractales, como asimismo la belleza y atractivo de las mismas hacen pensar en un espectro de posibilidades en el diseño más que amplio, aun cuando no se utilicen los algoritmos de generación como una herramienta matemática (2013).

Igualmente como lo afirma Benoit Mandelbrot considerado el padre de la geometría fractal: “La geometría fractal es una forma irregular que se repite a diferentes escalas, y que se presenta en las diferentes formas que adopta la naturaleza y presentan auto similitud, poniendo orden en el aparente caos”(2010), siendo la geometría fractal participe activa de la propuesta de diseño urbano utilizando conceptos como los de abstracción de formas de componentes naturales y permitiendo plasmar los mismos en un diseño arquitectónico, basándose que las formas inmersas en la naturaleza las cuales son el resultado de millones de años de adaptación al entorno, y ofrecen respuestas a los problemas de su medio, respuestas formales que se abstraerán para generar nuestra propuesta tanto urbana como arquitectónica teniendo siempre en cuenta que estas formas den ir siempre ligadas al concepto de funcionalidad, teniendo en cuenta que la forma no debe ser caprichosa, esta debe ir de la mano con el concepto de la arquitectura racional siendo este principio parte de la esencia de la arquitectura fractal.

Marco Referencial:

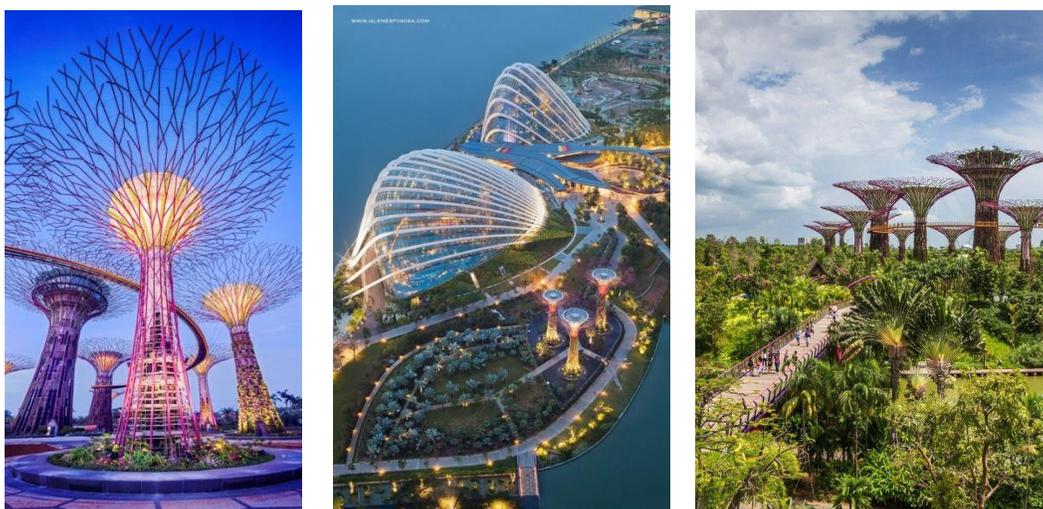
Identificada ya la problemática ambiental y las riquezas ecológicas preexistentes en nuestra pieza urbana de intervención, concluyendo que un parque botánico es la mejor manera de hacer frente a dichos problemas, es conveniente revisar referentes nacionales e internacionales como los que expondremos a continuación: jardín botánico de Barcelona uno de los más grandes exponentes de arquitectura fractal que existe el cual contempla la adaptación del trazado urbano a la topografía natural del terreno por medio de una generación de una retícula fractal a base de triángulos la cual da pautas en la generación del diseño sin necesidad de modificar el terrenos donde se asienta, otro parámetro distintivo de este proyecto es que aparte de tener una topografía similar a nuestra pieza de intervención zonifica sus el trazado guiándose por las 5 principales familias de plantas mediterráneas creando 5 diferentes habitadas a lo cual el trazado urbano responde, por otra parte propone equipamientos complementarios propios de un jardín botánico a lo largo de los recorridos planteados como lo son: la rosalada, herbarios e invernaderos como colecciones especiales como trepadoras y carnívoras entre otras, la topografía inclinada ofrece ciertas pautas de diseño a nivel paisajístico ubicando una serie de miradores hacia la ciudad con mobiliario urbano y elementos propios para lugares de permanencia, también se generan espejos de agua que servirán de base para exponer especies acuáticas nativas y al mismo tiempo generar paisajismo.



[Figura 11 - Planta Jardín Botánico Barcelona.](#)

Fuente: Pinterest.

Por otro lado se analizó el jardín botánico Jardines de la Bahía uno de los más grandes del mundo y el cual genera gran cantidad ecoturismo, este jardín ubicado en Singapur basa sus formas en abstracciones de geometrías propias de la naturaleza y las plasma en sus objetos arquitectónicos de una manera funcional, y planteando a su alrededor todo un conjunto de elementos paisajísticos con flora tanto nativa como no nativas, al igual que en Barcelona este jardín botánico plantea un gran número de equipamientos complementarios a lo largo del trazado urbano del mismo, estos equipamientos complementarios tienen la función de crear habitadas no autóctonos del lugar, como los habitats de desierto o tundras los cuales no serían posibles sin estos equipamientos complementarios adecuados para formalmente y funcionalmente para crear microclimas, igualmente plantea todo un conjunto de espejos de agua que tienen la función de crear nichos para ecosistemas acuáticos.



[Figura 12- Panorámicas del Jardín Botánico Jardines de la Bahía \(Singapur\).](#)

Fuente: Pinterest.

De los anteriores referentes se decide tomar los conceptos de generación de diseño planteados en el jardín botánico de Barcelona en cuanto este se emplaza en una ubicación geográfica con características topográficas similares a las de nuestra pieza urbana, tomando el concepto de geometría fractal como elemento importante para la adaptación del trazado urbano a la topografía, identificando que la implementación de esta teoría puede ofrecer múltiples posibilidades de diseño, lo cual ofrece ventajas sobre otras teorías que no presentan el mismo grado de adaptabilidad a terrenos existentes, ni facilitan de igual manera la

generación de una zonificación determinada por los requerimientos de un equipamiento específico, en cuanto a jardines de la Bahía se toman los conceptos de abstracción de formas geométricas naturales para plantearlas como propuestas formales en los equipamiento planteados por el proyecto, y más importante se toma el modelo de sustentabilidad económica basado en el ecoturismo y soportado por inversiones monetarias de fondos internacionales que impulsan y desarrollan proyectos ecológicos por el mundo como lo son el banco de carbono el cual desarrolla financia y sustenta la funcionalidad de estos equipamiento por contribuir a amortiguar la huella de carbono en el planeta.

Otro referente muy interesante en cuanto al planteamiento urbano ambiental, que se estudia es el parque lineal del río Manzanares como claro ejemplo del uso del concepto del eco tono urbano y la manera en que por medio del curso natural del río se establece una conectividad con el territorio tanto a nivel ecológico como urbano, usando y potencializando las redes ecológicas que articulan diversos usos en el territorio, además vale la pena mencionar la clara recuperación del río de un estado lamentable en cuanto a la contaminación a un estado puro y que sirve de corredor de biofauna de especies marinas como terrestres.



Figura 13 - Panorámicas Parque lineal Manzanares.

Fuente: Pinterest.

En las anteriores imágenes se aprecia claramente como por medio de espacio público se articula el territorio y potencializa la estructura ecológica de las ciudades, al igual que se plantea manejar en el Parque botánico de Usme por medio de la quebrada Santa Librada la más Grande de la Localidad y que desemboca en el río Tunjuelo y se usara par la articulación del territorio.

Marco Conceptual

El marco conceptual al igual que el teórico se conforma siguiendo los parámetros que dictan las necesidades de diseño, y por las cuales se eligen los siguientes conceptos para que guíen el proyecto a un punto deseado que responda a las necesidades planteadas en los análisis de la estructura urbana, estos conceptos son los siguientes:

Estructura ecológica principal de Bogotá: se compone por una serie de elementos ambientales los cuales están articulados y correlacionados unos con otros y funcionan como una unidad entre los cuales encontramos: los cerros orientales de Bogotá, las quebradas, cuencas, ríos, humedales, acuíferos y parte de la sabana de la ciudad, los cuales generan servicios básicos que soportan a la sociedad Bogotana generando una buena calidad de vida entre sus habitantes y hacen parte de una red ecológica mucho mayor que sustenta diversos ecosistemas a lo largo de ella, además de ser un importante corredor de biofauna a nivel regional que conecta los bosques de torca al norte el páramo de Sumapaz al sur, recordando que el último es la fábrica más grande de agua del mundo.

Sistema hídrico de Bogotá: es un complejo de elementos ambientales ligados entre sí, entre los cuales encontramos: los nacimientos de agua en los cerros orientales, quebradas, ríos, humedales y acuíferos, los cuales son las bases de ecosistemas ricos en flora y fauna que dependen de estos, además de poseer un gran potencial sin explotar, en cuanto a sus grandes reservas de agua situadas mayormente en acuíferos subterráneos, los cuales se ven afectados por las actividades humanas en la superficie, mermando su funcionalidad y el potencial generador de recursos básicos para la sociedad Bogotana.

Servicios ambientales: son aquellos aspectos derivados de la naturaleza o procesos de la misma, los cuales generan un usufructo a una comunidad en un contexto determinado, entre los cuales encontramos: la generación y purificación del aire y agua, la fijación del carbono, generación de alimentos y sitios de recreación y esparcimiento, y son parte importante del

planteamiento del proyecto en una zona crucial con él potencial para la producción de los mismos.

Otro concepto sobre el cual gira la investigación y el planteamiento del proyecto urbano arquitectónico es la mitigación del riesgo que según el Fondo Internacional de Emergencia de las Naciones Unidas para la Infancia [Unicef] (2006) consiste en la: “prevención y mitigación de desastres es el conjunto de acciones que hacemos para asegurarnos que no suceda un desastre, o si sucede que no nos perjudique con toda la intensidad que podría hacerlo” (p.1), siendo la mitigación del riesgo un pilar clave en la pieza urbana de intervención San Juan de Usme, la cual se encuentra seriamente amenazada por los riesgos de remociones en masa que ponen en peligro a las poblaciones que allí residen, amenaza causada por la seria erosión que presenta el terreno gracias a las operaciones mineras que se desarrollan allí, catalogándose esta zona en alta amenaza según estudios de la Alcaldía Mayor de Bogotá.

Restauración: el concepto de restauración hace énfasis en devolverle las propiedades o características naturales a un elemento afectado por alguna modificación, y se contempla como herramienta de intervención en el diseño urbano el cual plantea la transformación del estado actual de la pieza urbana de intervención San Juan de Usme para retornarle a su estado original, regresándole la estabilidad ecológica y la funcionalidad que terminara por generar más recursos y servicios básicos para la sustentabilidad de la sociedad Bogotana.

Conservación: es una práctica que se lleva a cabo por medio de acciones específicas para mantener el estado de un objeto determinado sin que sufra alteraciones en su estado natural, siendo esta una herramienta a implementar en el proyecto urbano arquitectónico posteriormente al haber restaurado el ecosistema nativo con el fin de proteger el suministro de recursos y servicios básicos para la ciudad, y que estos tengan constancia y perduren en el tiempo.

Eco tono urbano: Es un punto de gran relevancia ecológica el cual se sitúa en medio de dos biomas de relevancia convirtiéndose este en nicho que sustenta la vida, al mismo tiempo que genera recursos y servicios básicos, siendo un corredor de biofauna que asegura la supervivencia de diferentes especies al mantener la diversidad genética en puntos altos, permitiendo que grupos diferentes de una especie interactúen entre sí.

Geometría fractal: es otra ala de la ciencia la cual nos brinda formas irregulares propias de la naturaleza, recreándolas a base de auto similitudes, es decir repeticiones de formas geométricas naturales a diferentes escalas, esta geometría irregular es muy útil en campos como la arquitectura, en la cual abstrae formas naturales desarrolladas durante millones de años de evolución para dar respuestas a problemas del medio, y las plasma para dar solución a diferentes requerimientos propios de un objeto arquitectónico específico.

Sostenibilidad: es la acción de proyección a futuro de los diferentes recursos materiales de aprovechamiento para el desarrollo humano en distintos ámbitos, con los que cuenta la humanidad en la actualidad para tener acceso continuo a los mismos en el futuro, y similar a los dos conceptos anteriores se implementara para proteger la sustentabilidad de servicios y recursos para la ciudad de Bogotá.

La adopción del concepto de geometría fractal es usado como estrategia para la generación del diseño urbano como del objeto arquitectónico abstrayendo formas de la naturaleza e implementándolas en una propuesta formal, pero teniendo como lineamiento fundamental que esa forma sea funcional acorde a el fin del objeto.

Marco Histórico

Históricamente la estructura ecológica principal de Bogotá se ha caracterizado por su riqueza ecológica, tanto en servicios ambientales como diversidad de flora y fauna, riquezas que se han extinguido con el crecimiento de la ciudad, y la intervención humana, hoy en día la mayoría de las especies que Vivian en la sabana se han extinguido a nivel local o migrado hacia regiones vecinas, y los elementos de la estructura ecológica se han visto muy disminuidos en cuanto a hectáreas y volumen en caso de las reservas hídricas, esto si recordamos que la ciudad de Bogotá se emplaza donde históricamente habían grandes humedales, de estos humedales en la actualidad solo quedan pequeños fragmentos de lo que un día fue el ecosistema principal de la sabana, este detrimento en la salud de la estructura ecológica principal de la ciudad tiene como principal protagonista al sector de la construcción tanto planificada como autogestionada, los cuales con el tiempo fueron rellenando áreas que le pertenecían a los humedales, estas zonas en la actualidad se inundan en épocas de lluvia ya que sin el amortiguador natural anti inundaciones papel que ejercen los humedales, los excesos de agua terminan afectando zonas urbanizadas afectando fuertemente a sus residentes.

Por otro lado vemos que las afectaciones en los cerros orientales por actividades mineras se remontan a la década de los 70, año en que cambia la figura de protección dándole un nuevo nombre que es el siguiente: cerros orientales como reserva forestal productora, lo que causo una mayor intervención no sustentable sobre los cerros, y perimetralmente a estas áreas fue creciendo una ciudad no planificada, una mala y peligrosa combinación que en la actualidad arroja que muchas de esas zonas perimetrales a la operación minera se encuentran en peligro por la remoción en masa.

Por otra parte enfocándonos en la solución que se plantea para los múltiples problemas presentes en la pieza urbana de intervención, tenemos al Parque botánico los cuales nacieron de la mano de la medicina y la Botánica, con el propósito de curar las enfermedades, dado las propiedades medicinales que poseen las plantas y cuyas potencialidades detectaron los médicos y botánicos que dieron inicio al estudio de las plantas y registro de las mismas haciendo así los primeros herbarios, y poco a poco se fueron desarrollando hasta transformarse en lo que en la actualidad conocemos como parques Botánicos con los distintos

elementos que les caracterizan; Consiguientemente encontramos que hoy en día los parques botánicos son símbolo de sustentabilidad y acoplamiento de la arquitectura con el ambiente natural, siendo el resultado de la necesidad de conservación de las riquezas y potencialidades de un contexto específico mediante diferentes dinámicas impulsadoras de la conservación y restauración de los entornos vitales y estructuras naturales

Los complejos botánicos tienen como uno de sus lineamientos principales de diseño a la ecología, entendiendo a la ecología como la rama de la ciencia que estudia la interacción de los seres vivos con su entorno, y en nuestro caso específico la relación del hombre y la modificación de su entorno con su habitad, como Ecohabitar (2012), afirma la ecología es: “la rama de la biología que estudia las interacciones de los seres vivos con su medio”(p.1), por otro lado Ecohabitar(2012),: “ la ecología cuestiona un modelo de desarrollo basado en el crecimiento desmesurado y analiza cada factor que interviene en esa relación Hombre-Tierra”(p.1), de lo anterior se puede afirmar que la ecología estudia métodos que permitan un equilibrio entre los conceptos desarrollo y ambiente para así obtener como resultado un desarrollo sostenible.

Finalmente, un parque botánico, además de ser un equipamiento que impulsa la conservación es un fuerte instrumento de educación ambiental de las poblaciones y también un potencializado ecoturístico para la zona de emplazamiento, como ha sucedido en Singapur con su jardín botánico principal Jardines de la bahía se incrementó enormemente los turistas que visitan el país, además que este jardín se convirtió en un símbolo y una referencia a nivel mundial de esa nación.

Metodología de la Investigación:

Por otra parte, esta investigación plantea como sistema metodológico una investigación analítica de los factores relacionados con la estructura ecológica principal de Bogotá desde un enfoque macro a lo micro identificando los sectores con una relevancia importante en cuanto a sus riquezas naturales y a las actividades humanas que les estén afectando a estos para su detrimento, esta metodología plantea las siguientes fases:

1. Recolección y análisis de datos de fuentes primarias y secundarias, los cuales se obtendrán a partir de pesquisas realizadas de otras investigaciones, archivos, artículos, revistas, videos entre otros.
2. se realizará una Correlación, y diagnóstico de los datos recolectados en la fase uno de la investigación.
3. de acuerdo a el diagnostico obtenido al analizar los datos recolectados se Formularán lineamientos y estrategias de diseño.
4. En base a referentes de diseño y bajo criterios de sustentabilidad y ecológicos se desarrollará el diseño urbano arquitectónico.
5. En base a los diseños realizados se desarrollará la formulación de conclusiones sobre el proyecto y la investigación.
6. Finalmente, se darán recomendaciones para futuras investigaciones sobre el tema.

Vale la pena describir el paso a paso del análisis metodológico realizado a la estructura ecológica de la ciudad de Bogotá, y la cual cuenta como punto de partida identificar los aspectos más relevantes de las redes ecológicas a nivel regional puntualizando los sectores y aspectos más relevantes para la funcionalidad de la misma, seguido de este análisis se dará un zoom para analizar los mismos factores ya mencionados pero a una escala de ciudad con el fin de determinar los sectores más relevantes por las riquezas ecológicas que poseen y que al mismo tiempo se ven afectados en detrimento de los mismos por las actividades humanas, luego del anterior análisis se realizara otro zoom para desarrollar el mismo análisis anterior a nivel de localidad, y así encontrar dentro de la localidad la upz más afectada en su estructura ambiental generando otro zoom, y finalmente realizando un último zoom se determinara la pieza urbana de intervención siendo esta el resultado y la conclusión de los análisis anteriores metodológicamente enfatizados en la detección de sectores ricos ambientalmente y relevantes en cuanto a la funcionalidad de las redes ecológicas regionales que sientan las bases del sustento de la sociedad actual, y que se vean amenazadas fuertemente por la invasión del hombre, posteriormente a la detección de la pieza urbana de intervención se realizara un análisis completo de la estructura urbana de la misma para tener un entendimiento más global de la misma de los elemento que la componen, identificados los problemas y potencialidades del sector y en respuesta a los mismos se realizaran análisis para determinar las respuestas más acertada a las características de este territorio, contemplando referentes de diseño que se emplazan en contextos similares al de nuestra pieza urbana de estudio, y los cuales arrojen lineamientos de planificación y tratamiento del territorio que permitan recuperar mitigar y potencializar los elementos estructurantes de su morfología urbana, finalmente se obtendrá un diseño urbano arquitectónico que será la conclusión y respuesta de todos los análisis planteados en la metodología.

Análisis de la Estructura Ecológica

Análisis Regional

Este análisis a escala regional es muy importante para entender el papel que juega la estructura ecológica principal de Bogotá en la composición de una red ecológica mucho mayor de escala regional e incluso nacional.



Figura 14- Análisis de la estructura ecológica regional.

Fuente: Elaboración propia.

Los cerros orientales son el eje fundamental de la estructura ecológica de Bogotá, y parte relevante de la regional, por los servicios ambientales que esta genera, y la conectividad ecológica que presenta, creando importantes corredores de biofauna a lo largo de los cerros orientales, uniendo importantes ecosistemas como lo son el páramo de Sumapaz con los bosques de torca, contribuyendo así a mantener saludables a las poblaciones de fauna genéticamente hablando.

Análisis de Ciudad

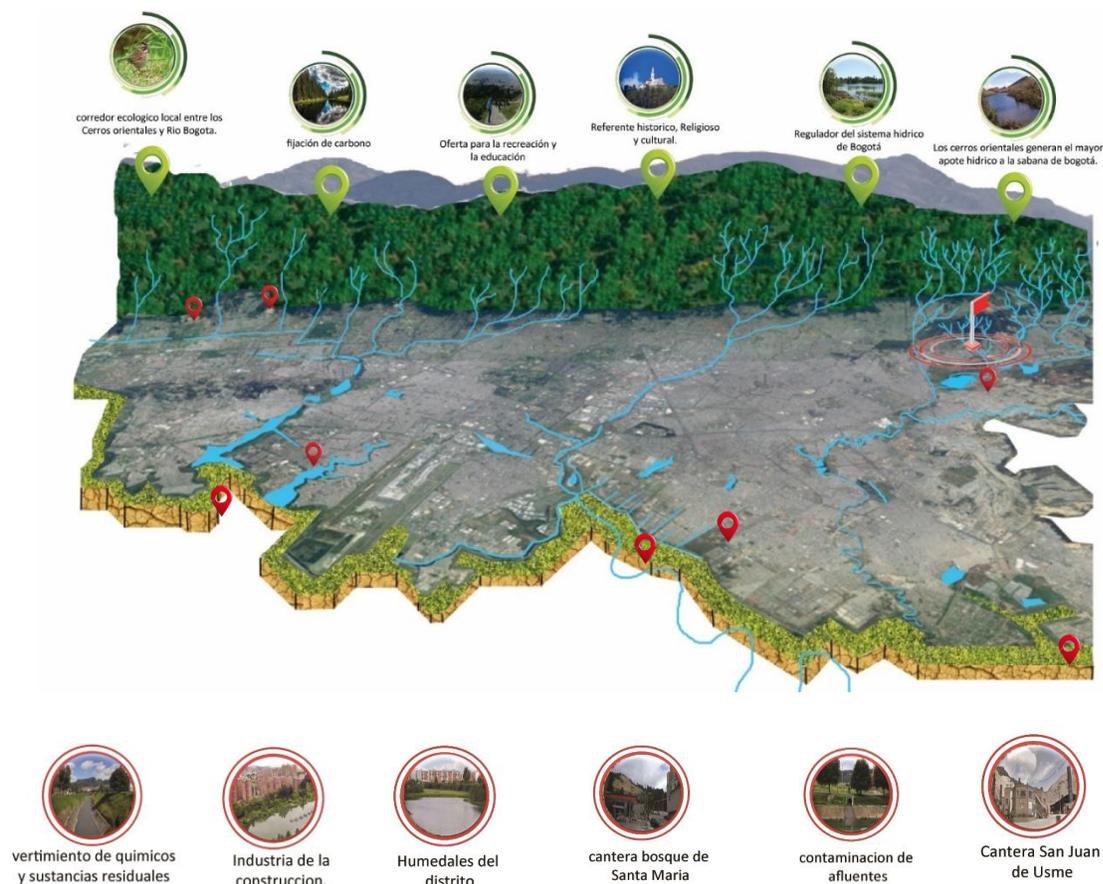


Figura 15 - Análisis de la estructura ecológica de Bogotá.

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica anterior se identifican los diferentes sectores que componen la estructura ecológica principal de la ciudad y que se están viendo afectados actualmente por las actividades humanas que ejercen presiones negativas sobre los mismos, entre lo cuales encontramos los humedales situados al occidente de la ciudad afectados principalmente por el crecimiento de las urbes e invasión de su territorio, es importante recordar que estos ecosistemas son esponjas de agua naturales que absorben los excesos de agua en las épocas lluviosas y las liberan en los periodos secos, convirtiéndose en importantes reguladores en el ciclo hídrico de la ciudad, y en el hogar de múltiples especies endémicas propias únicamente de estos humedales y que se ven amenazadas con la extinción de los mismos, los ríos de la

ciudad no escapan a los impactos negativos ejemplo de esto es el río Tunjuelo que en las localidades de Ciudad Bolívar y Usme se ve fuertemente degradado por industrias extractivas de materias primas para el sector de la construcción las cuales han modificado significativamente la morfología y geografía natural en las riberas del mismo arrojando contaminante nocivos para la salud de todo ser vivo que llegue a ingerir estas aguas, lo anterior es muy grave si se tiene en cuenta que el río Tunjuelo es el principal aportador de recursos hídricos a los acuíferos situados bajo la ciudad los cuales se ven fuertemente contaminados, y estas reservas que podrían ser un importante recurso para la ciudad en caso de escases del líquido vital pero no se tiene conciencia en la actualidad sobre tal riqueza olvidada y desconocida para los residentes de la ciudad de Bogotá, situación similar a la anterior es la que experimentan las quebradas y cuencas a largo de la ciudad, y por último tenemos las afectaciones sobre los cerros orientales de Bogotá, específicamente en los sectores del codito en el nororiente de Bogotá, el Pedregal, San Juan de Usme en el suroriente de la ciudad, siendo estos los más impactados por la erosión y los riesgos de remisión de masas que se ciernen sobre las poblaciones locales, resaltando que las canteras mencionadas al suroriente de Bogotá son las que más están impactando negativamente sobre las redes ecológicas de la ciudad dada las riquezas ecosistémicas que poseen, por otra parte vale la pena recordar las canteras ubicadas en el mochuelo y en San José Rondón, finalmente se decide realizar un zoom en la localidad de Usme dadas sus características ecosistémicas y la importancia de las mismas para el funcionamiento de las redes ecológicas de la ciudad y de la sustentabilidad misma de la sociedad Bogotana.

Análisis de Localidad



Figura 16 - Análisis de la estructura ecológica de la localidad de Usme.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis anterior podemos concluir que la Localidad de Usme es una pieza clave en el funcionamiento adecuado de las redes ecológicas de la ciudad por los diferentes elementos de relevancia ecológica que posee en su territorio, y que se concentran en los cerros orientales de la ciudad y las riberas del río Tunjuelo, los cuales son aportadores muy importantes de recursos hídricos a la sabana de Bogotá, aunque comparten la misma problemática con los mismos actores que causan su detrimento funcional los cuales son las ladrilleras, cementeras y granilleras, que funcionan para sustentar el sector de la construcción que se podría decir es el factor detrás de las afectaciones a las redes ecológicas de la ciudad, a razón de lo anterior se decide desarrollar el siguiente zoom sobre la upz Gran Yomasa, dado que en ella se desarrollan actividades mineras tanto sobre los cerros orientales como sobre la riberas del río Tunjuelo concentrando las riquezas ambientales como afectaciones sobre las mismas.

Por otro lado la localidad de Usme está siendo fuertemente impactada a nivel ecosistémico, además de poseer los cerros sur orientales que son los que más aporte hídrico generan para la sabana de Bogotá, y tenemos que son parte de los pulmones de la ciudad generando parte importante de la fijación de carbono, también cuenta con una parte de la

cuenca el río Tunjuelo el cual es regulador de los acuíferos de la sabana, siendo esta localidad una pieza muy relevante para el soporte ecosistémico de los distintos ecosistemas de la ciudad.



Figura 17 - Imágenes aéreas de las riberas del río Tunjuelo.

Fuente: Google imágenes.



Figura 18 - Cantera San Juan de Usme.

Fuente: Google Earth, 2018.

las áreas afectadas emplazadas sobre los cerros orientales en los sectores que comprenden las áreas de San Juan de Usme y el Pedregal, y en los cuales se emplazan gran cantidad de ladrilleras en su mayoría de forma ilegal, y que han degradado el hábitat a niveles muy altos presentando una fuerte erosión como se muestra en la imagen anterior, tomando como referencia las anteriores imágenes es fácil entender por qué se encuentran amenazadas las riquezas y servicios ambientales de la estructura ecológica de la ciudad, mostrando el fenómeno de la explotación desmedida e imprudente con el medio ambiente, en los sectores

identificados, aunque el daño ambiental es bastante preocupante también cabe resaltar que tal grado de erosión pone en riesgo a los residentes de los sectores contiguos a estas operaciones principalmente por el actor de remoción de masas, y ponen en riesgo la sustentabilidad ambiental de la red ecológica existente en toda la ciudad si recordamos que tanto el Tunjuelo como los cerros son los principales aportadores de agua al sistema hídrico de la sabana.

Análisis de la Upz



Figura 19- Análisis de la estructura ecológica de la UPZ.

Fuente: Elaboración propia.

En esta UPZ se concentran tanto las riquezas como las afectaciones, estas afectaciones que causan múltiples consecuencias tanto ambientales como sociales y de riesgo las cuales son identificadas en el análisis anterior, el cual sustenta la toxicidad en la actividad minera sobre todo de la manera que se practica sin ningún tipo de consideración por el impacto generado a la estructura ecológica y la sociedad que residen en dichos sectores, en este análisis se resalta y enmarca los sectores de San Juan de Usme y el Pedregal los cuales hacen parte de los cerros orientales de Bogotá, y los cuales son identificados como la pieza urbana de intervención por su gran riqueza hídrica, contribución a la fijación de carbono y emisión de oxígeno al mismo tiempo entre otras potencialidades que se analizarán más adelante, por otro lado tenemos que esta pieza urbana se elige por encima de las riberas del río Tunjuelo por las siguientes razones:

Los cerros están por encima del río Tunjuelo en cuanto a importancia ecosistémica, esto a razón que los nacimientos de agua que abastecen y regulan todo el sistema hídrico de la ciudad incluido el río Tunjuelo se encuentran en las cotas más altas de los cerros, y de no existir los cerros o extinguirse dichos nacederos de agua los ecosistemas de la sabana de Bogotá no serían lo que son hoy y probablemente no existirían, además tenemos que cualquier daño que se produzca en este elemento ecológico tendrá consecuencias sobre todos los otros que componen la estructura ecológica de la ciudad, a razón de procesos naturales como la escorrentía la cual lava y arrastra todos los contaminantes y químicos derivados de las operaciones mineras hacia los demás elementos del sistema hídrico, que como una red se interconectan a lo largo de la ciudad, así que con esto lo que afecte los cerros también afecta el resto de la estructura ecológica principal de Bogotá, siendo lo anterior la razón principal por lo cual se elige como pieza urbana de intervención los sectores de San Juan de Usme y el Pedregal.

Análisis de Manzanas en Riesgo por Upz

Tabla 1- Análisis de manzanas en riesgo por UPZ.

UPZ	Amenaza Alta Manzanas	Amenaza Media Manzanas	Amenaza Baja Manzanas
La Flora	23	140	186
Danubio	26	116	241
Granyomasa	104	138	809
Los Comuneros	12	129	691
Alfonso López	6	177	287
Parque Entre nubes	16	16	43
Ciudad Usme	1	12	60
Total	188	728	2317

Fuente: Monografía de Usme DAPD 2002.

La anterior tabla muestra claramente a la UPZ gran Yomaza en la localidad de Usme, como la más amenazada por remoción de masas, áreas que se sitúan en las zonas erosionadas por las industrias mineras, que traen riesgos a las poblaciones residentes en el perímetro de las canteras. Arrojando un total de 1053 manzanas amenazadas.



Figura 20 - Zona en alto riesgo, barrio la Surena.

Fuente: Google Earth, 2018

Las zonas verdes las encontramos en los bordes de la localidad principalmente situándose sobre los cerros orientales de la ciudad y algunas partes de las riberas del río Tunjuelo, pero en el área urbana son muy escasas como lo evidencia la siguiente tabla:

Sistema Zonas Verdes y Parques por Upz:

Tabla 2- Sistema de zonas verdes y parques por UPZ.

UPZ	Población	Inventario		Comparación	
		m2 existentes	m2 / habitante	m2 necesarios	déficit m2
56-DANUBIO	27.286	7.177	0,26	272.860	265.683
57-GRANYOMASA	113.550	317.159	2,79	1.135.500	818.341
58-COMUNEROS	62.146	239.741	3,86	621.460	381.719
59-ALFONSO LÓPEZ	19.042	86.934	4,57	190.420	103.486
TOTAL	222.024	643.834	2,90	2.220.240	1.569.229

Fuente: Monografía de Usme DAPD 2002.

Este indicador es muy bajo en la localidad teniendo en cuenta el objetivo del POT de garantizar para cada uno de los habitantes de la ciudad como mínimo 10 m² de zona verde. La UPZ que presenta el mayor déficit es Gran Yomasa con 81.8 hectáreas faltantes.

Análisis de la Estructura Ecológica de la Pieza Urbana de Intervención

Riquezas Ecosistémicas



Figura 21 - Análisis de las riquezas ecológicas de la pieza urbana de intervención.

Fuente: Elaboración propia.

En las anteriores ilustraciones se resalta la relevancia y riqueza ecológica que tiene la pieza urbana de intervención, y lo que está en riesgo de desaparecer si no se realiza un proyecto que proteja, restaure y potencialice estas fortalezas, este sector alberga tal diversidad, gracias a su posición privilegiada en los cerros orientales los cuales hacen parte de un corredor de biofauna mucho más rico, convirtiendo a esta área en un ecotono urbano por encontrarse donde convergen distintos ecosistemas de relevancia y riqueza ecológicas.

Potencialidad de Usos

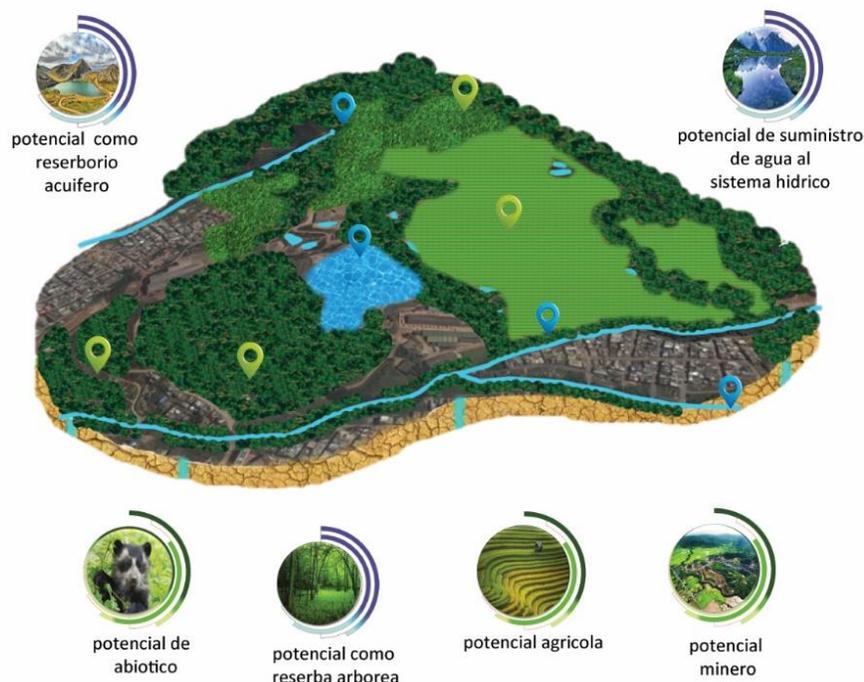


Figura 22- Potencialidad de usos en la pieza urbana de intervención.

Fuente: Elaboración propia.

Este análisis es uno de los más relevantes al momento de tomar decisiones respecto a la esencia que va a tener el equipamiento que aquí se plantee, y que deberá tomar en cuenta la potencialidades en esos del suelo mencionados en el grafico anterior, vemos que en un 90% las potencialidades del suelo en este se abocan hacia los factores ecológicos y de producción de servicios ambientales para la ciudad de Bogotá, y solo un factor de los mencionados va en contravía de todo el resto de potencialidades este es el minero que como ya se sabe es el uso actual de parte de este territorio, el cual no solo va en contravía de los otros factores sino que amenaza con extinguirlo y perjudicar gravemente la sustentabilidad de la ciudad de Bogotá con esto, y es por lo anterior que no se puede concluir algo diferente respecto a la minería en estos sectores que no es un uso a considerar en la propuesta de diseño y que debe ser abolido y extinguido para salvaguardar el bienestar de los residentes de las áreas perimetrales a estas

operaciones y la continuidad en el tiempo en la oferta de recursos y servicios esenciales para la sociedad Bogotana.

Estado Actual de la Pieza Urbana de Intervención



Figura 23- Afectaciones ambientales presentes en la pieza urbana de intervención.

Fuente: Elaboración propia.

En el análisis anterior se identifican y localizan las múltiples afectaciones que se generan en nuestra pieza urbana de intervención y las cuales son generadas por las industrias mineras que atentan contra la sustentabilidad de las redes ecológicas de Bogotá y la sociedad misma, desarrollando inestabilidad del terreno que pone en riesgo directo las vidas de los

habitantes de los barrios Barranquillita, Cartagenita y la Surena, concluyendo en este análisis como prioridad hacer un tratamiento en el factor del riesgo de este territorio.

Análisis de la Estructura Urbana de la Pieza de Intervención

Estructura Ecológica



Figura 24- Composición ecológica de la pieza urbana de intervención.

Fuente: Elaboración propia.

La estructura ecológica que posee la pieza urbana de intervención se concentra en los cerros orientales y en las riberas de las quebradas Curí y Santa Librada las cuales se ven afectadas directamente por las acciones mineras desarrolladas en su territorio, también se tiene varios cuerpos de agua generados por las industrias mineras ubicadas en los cerros de la ciudad, y por último tenemos los ejes arbolados a lo largo de las arterias viales principales.

Manzanas en Alto Riesgo



Figura 25- Manzanas en alto riesgo por remoción en masa en la pieza urbana de intervención.

Fuente: Elaboración propia.

Las manzanas amenazadas por riesgos de remoción de masa se ubican al largo del perímetro de la operación minera y de las manzanas situadas contiguamente a las quebradas que atraviesan el territorio a razón que no en todo el borde de la quebrada se respeta su aislamiento, sumado a las operaciones mineras que vuelven inestable el terreno que sobre ellos se ubica.

Usos



Figura 26- Usos.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los usos encontramos que la vivienda e industria abarca el mayor área , seguido por el comercio ubicado en los ejes viales, y en cuanto a equipamientos y zonas verdes ocupan el ultimo lugar al resultar escasos en el territorio.

Zona Afectada por Operaciones Mineras



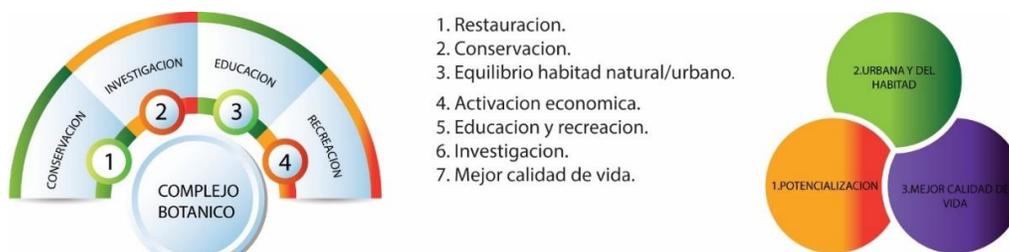
Figura 27- Áreas afectadas en la pieza urbana de intervención.

Fuente: Elaboración propia.

La zona afectada por las industrias mineras se emplaza sobre los cerros orientales teniendo como bordes los sectores de entre nubes al oriente i al occidente la quebrada santa librada, y al norte y sur hasta que choca con los barrios la Surena y Barranquillita, estas afectaciones amenazan a todos los barrios ubicados en el perímetro de la operación minera.

Conclusiones

Finalmente, por la naturaleza de la problemática y sus afectaciones a las múltiples riquezas ecológicas presentes en el área, la solución planteada no puede ser ajena a las riquezas y potencialidades anteriormente identificadas, presentándose, así como el proyecto más ideal el Parque Botánico por la esencia misma que caracteriza su identidad, y para mejor explicación del mismo encontramos el siguiente grafico donde resalta su naturalidad y partes que le componen.



[Figura 28- Composición de los jardines botánicos.](#)

Fuente: Elaboración propia.

Generación Del Trazado Urbano

El trazado urbano se genera a partir del concepto de geometría fractal mencionado y explicado anteriormente, y permitirá un sinnúmero de posibilidades de diseño, este diseño se genera a partir de una retícula fractal la cual se compone por autosimilitudes o repeticiones de triángulos a diferentes escalas que se adaptaran a la topografía según la necesidad, abstrayendo formas propias de la naturaleza con el fin de generar lineamientos ordenadores de diseño en el proyecto, esto lo vemos reflejado con la adopción de la estructura molecular del agua como elemento contenedor y ordenador del proyecto, y elegido para formar parte del mismo debido a su similitud en la estructura que le compone que funciona de la siguiente manera, dos moléculas de hidrogeno que interaccionan con una de oxígeno y forman el compuesto y arrojan como producto el H₂O, que contrastándolo con los elementos que componen un parque botánico son muy semejantes debido a que: el parque botánico cuenta con tres elementos principales que son el herbario, invernadero y centro de investigación botánica, de cuya interacción se arroja un resultado o producto que es el conocimiento del estudio por parte del centro de investigación de los otros dos factores y que se ve plasmado en una biblioteca Botánica, quien socializara este conocimiento con las comunidades formando dinámicas sociales, lo anterior lo vemos reflejado en las siguientes ilustraciones, desglosadas en el paso a paso del diseño:

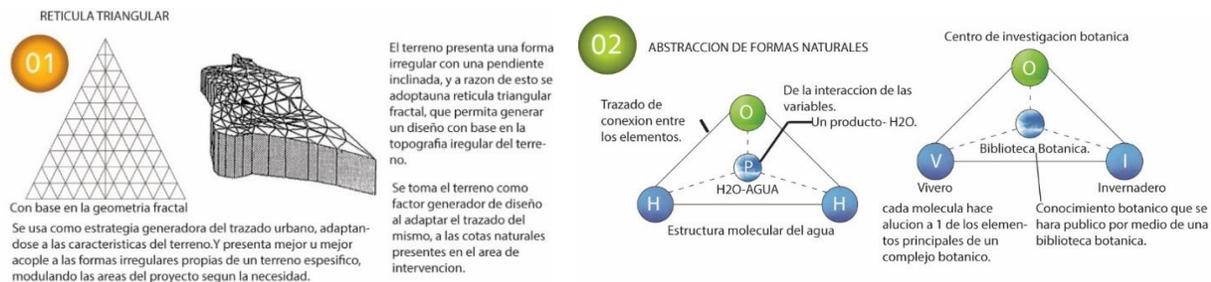


Figura 29- Retícula fractal.

Fuente: Elaboración propia.

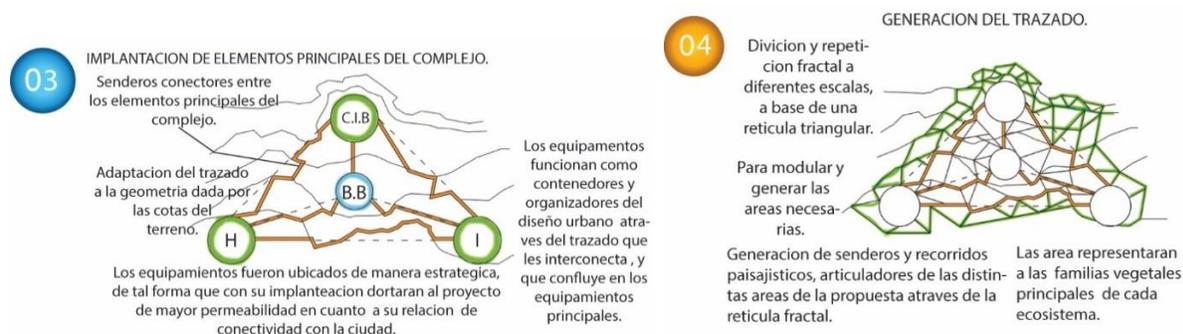


Figura 30- Generación del trazado urbano.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 31- Generación de diseño paisajístico.

Fuente: Elaboración propia.

Propuesta Urbana

El trazado urbano desarrollado a partir de los lineamientos dictados en las ilustraciones anteriores, contornea la forma del diseño urbano según las necesidades propias de la topografía y del uso del proyecto, sumado al no menos importante concepto de ecotono urbano, el cual arroja los parámetros del diseño que se refieren y reflejan en los elementos urbanos planteados contiguamente a las estructuras ecológicas presentes en el área de intervención, y las cuales juegan un rol fundamental para la articulación del proyecto con el territorio al igual que potencializa las conexiones ecológicas en cuanto a las redes ecosistémicas de la ciudad.



Figura 32- Propuesta urbana.

Fuente: Elaboración propia.

La zonificación del proyecto se plantea tomando como referente el proyecto del Jardín Botánico José Celestino Mutis y el Jardín Botánico de Barcelona, los cuales se asemejan en este factor y lo manejan de la siguiente manera: se plantean diferentes zonas de acuerdo a los habitats de las plantas que estos exponen por ejemplo se zonifica de acuerdo a los siguientes tipos de ecosistemas: tundras, desiertos, vegetación mediterránea vegetación andina y de paramo entre otras, adecuando el trazado y diseño según las características de cada habitat que se busca representar, basado en lo anterior este proyecto propone una zonificación la cual represente los principales ecosistemas que convergen en la ciudad de Bogotá entre los cuales encontramos tres principales: Ecosistema de la Sabana que engloba cuencas quebradas ríos acuíferos y la sabana en sí, este se ubicara en las cotas mas bajas del proyecto, el segundo habitat es el Bosque andino el cual ocupara las cotas medias del proyecto, y en las cotas mas altas se ubicara el habitat de paramo, en cuanto a las zonas construidas del proyecto estas se ubicaran en su totalidad en las zonas contiguas a la urbe manejando así una transición de lo construido refiriéndose a los barrios perimetrales al proyecto, a lo semi construido representado por los equipamientos planteados en el parque botánico y finalizando con lo natural en donde el proyecto plantea una reserva forestal y de agua en sus cotas más altas.

En cuanto a las áreas que se plantean encontramos que el área de intervención cuenta con un total de 53 ha, divididas entre los siguientes elementos propuestos, Jardín botánico 21 ha, zonas verdes 12 ha, espacio público 9 ha, y finalmente una reserva arbórea de 32 ha.



Figura 33- Corte transversal.

Fuente: Elaboración propia.

Programa Urbano Arquitectónico

El programa arquitectónico se desarrolla acorde a los análisis realizados de los referentes de Jardines Botánicos de Barcelona, Singapur y Bogotá entre los cuales mencionamos los más relevantes a continuación: zona de parque y bodegas de almacenamiento, área de recepción e información, zona administrativa, restaurantes y zona de locales comerciales, zona de bosque andino, zona de paramo, zona de sabana, zonas de colecciones especiales, plazoletas de permanecía, servicios, vivero, herbario, invernadero, centro de investigación botánica, biblioteca, rosalada, mariposario entre otros elementos que conforman este complejo botánico.

Se plantean también equipamientos complementarios que se ubicaran entre los recorridos principales que articulas los tres equipamientos más relevantes del proyecto, entre estos equipamientos complementarios encontramos: la rosalada, el mariposario, restaurantes, locales vivero e invernaderos adaptados para habitats no autóctonos de Bogotá como los de desierto, tundra, y colecciones especiales de trepadoras y carnívoras.

Tratamiento de Espacio Publico



Figura 34- Diseño de espacio público.

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en las imágenes anteriores el tratamiento que se le da al espacio público está sustentado en determinantes paisajísticas las cuales se plasman para dar prioridad al peatón como uno de los lineamientos centrales del proyecto, planteando sitios de permanencia con parasoles para refugiarse de los rayos solares y todo un planteamiento de fitotectura el cual contribuirá al arrojamiento de sombras, también se plantean espejos de agua que funcionaran eco sistémicamente como base para la sustentabilidad de especies avícolas y anfibios.



Figura 35- Propuesta de bahías de aparcamiento.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al factor de la accesibilidad al proyecto se plantean bahías ubicadas sobre la troncal caraca la cual es la principal arteria de llegada y salida al proyecto la cual reciba las rutas alimentadoras provenientes del portal de Usme y por medio de colectivos eléctricos lleven a los turistas al Parque botánico.

Planteamiento Urbano de Conexión Territorial



Figura 36- Planteamiento de la propuesta urbana.

Fuente: Elaboración propia.

El planteamiento urbano de conexión territorial se sustenta en los lineamientos dictados por el concepto del ecotono urbano, en cuanto a que este plantea una potencialización de conectividad ecológica y urbana por medio de las redes ecosistémicas que presenta la pieza urbana de intervención puntualmente la quebrada curí y santa librada, en las cuales se trazan alamedas peatonales, ciclo rutas y ejes arbolados las cuales conectan los barrios perimetrales con el proyecto y crean corredores de biofauna potenciando la salud del ecosistema y la variedad genéticas de las especies.

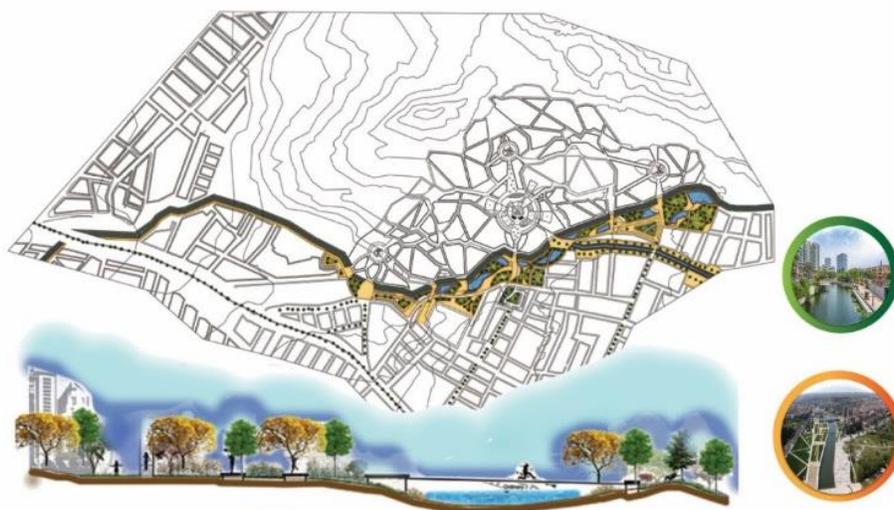


Figura 37- Planteamiento de la conexión con el territorio.

Fuente :Pinterest con edición propia.

En el anterior gráfico se aprecia claramente la intesión de conexión territorial por medio de la potencialización y aprovechamiento de las conexiones naturales plasmadas en la estructura ecológica presente en el sector de intervención, la cual se ve representada en las dos quebradas principales en la pieza urbana Curi y Santa Librada.



Figura 38- Propuestas de tratamientos del espacio público.

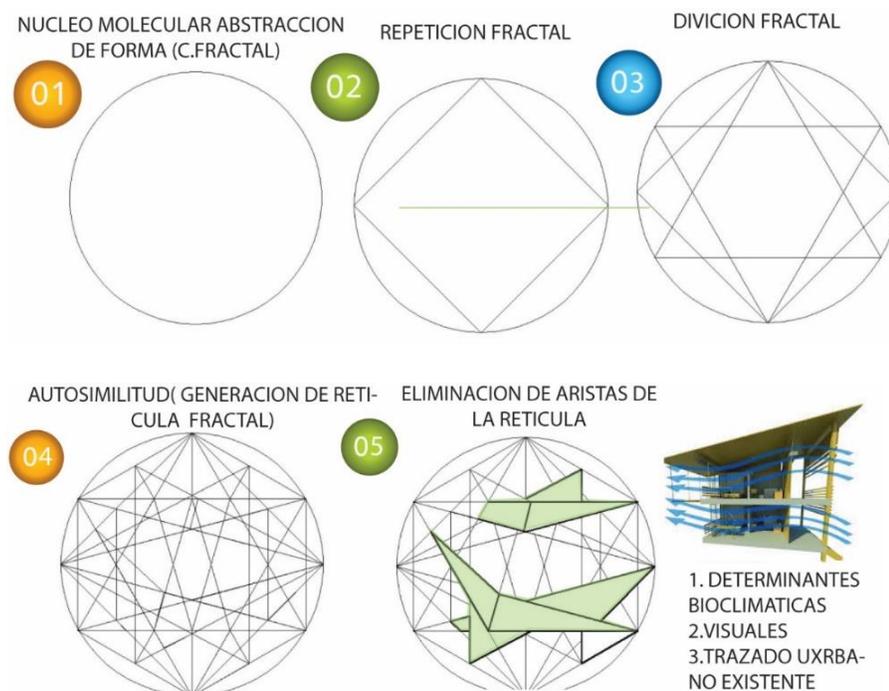
Fuente: Elaboración propia.

Desglosado ya las partes del diseño urbano, las cuales responden específicamente a los problemas identificados en los análisis realizados a la estructura urbana de nuestra pieza de intervención, el siguiente paso que se desarrollo fue el diseño del objeto arquitectónico más relevante del proyecto el cual es la Biblioteca Botánica la cual es el producto de la interacción de los demás elementos que componen el programa urbano del proyecto y la cual entrega un producto finalizado que es el conocimiento derivado de los estudios botánicos y socializado en pro de generar dinámica de apropiación y concientización de la relevancia de la estructura ecológica principal de la ciudad para la sustentabilidad de la sociedad Bogotana, cuya propuesta arquitectónica expondremos a continuación.

Generación del Diseño Arquitectónico

Al igual que en la generación del diseño urbano el concepto de la geometría fractal se presenta como factor determinante e importante a la hora de plantear el diseño, en esta ocasión se presenta por medio de una retícula fractal a base de triángulos la cual se encuentra dentro de un círculo debido a que se busca la adaptación de este diseño al trazado urbano ya generado, partiendo en un inicio con un círculo que representa el núcleo molecular o producto del proyecto, que posteriormente a base de triángulos se aplica los conceptos de división y repetición fractal guiados por el concepto matriz de la autosimilitud hasta conformar esta nueva retícula, que se toma como base de partida del diseño acompañándola por conceptos

ligados a la bioclimática como lo son la asoleación y ventilación se decide partir el equipamiento en dos volúmenes que se interconectarán a través de circulaciones en segunda planta y terraza, generando con esto un grande patio interior, también se toma en cuenta las visuales principales a la hora de generar las fachadas direccionando estas hacia las visuales que nos regala el área de intervención, finalmente lo anteriormente expuesto se representa en los diagramas mostrados a continuación:



[Figura 39- generación del diseño arquitectónico.](#)

Fuente: Elaboración propia.

Programa Arquitectónico

El programa arquitectónico es el resultado del análisis de referentes a nivel nacional e internacional, y especialmente de seguir las recomendaciones dictadas por la Federación Internacional de Asociaciones de Bibliotecarios y organizaciones como la Unesco, cuyas organizaciones dictan parámetros y recomendaciones de carácter arquitectónico y funcional al momento de diseñar una biblioteca para que la forma y sus elementos sean respuesta a la

función del equipamiento planteado, dentro de los espacios recomendados encontramos los siguientes: lobby de acceso, área de recepción e información, zona administrativa, cubículos para guardar pertenencias, áreas de computo, Salas de exposición, salas de lectura, herbario, zonas comunes, áreas de servicios, cuartos técnicos y finalmente locales comerciales.

Plantas Arquitectónicas

En primera planta se zonifican los siguientes elementos: servicios, cuartos técnicos, lobby, casilleros, salas de computo, comercio y plazoletas de permanencia, por último se ubican las salas de lectura para niños dado que al ubicarles en primera planta se reducen las probabilidades de accidentes de los menores, se crean circulaciones y planta libre en algunos sectores con el fin de garantizar la continuidad peatonal propuesta en el trazado urbano y que se vuelve parte del diseño arquitectónico.

Planta Uno

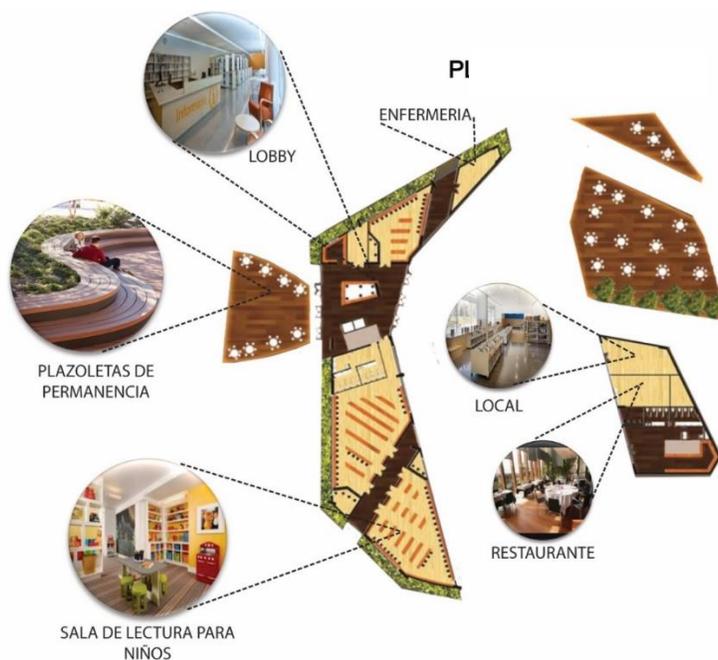


Figura 40- Planta uno.

Fuente: Elaboración propia.

Planta Dos

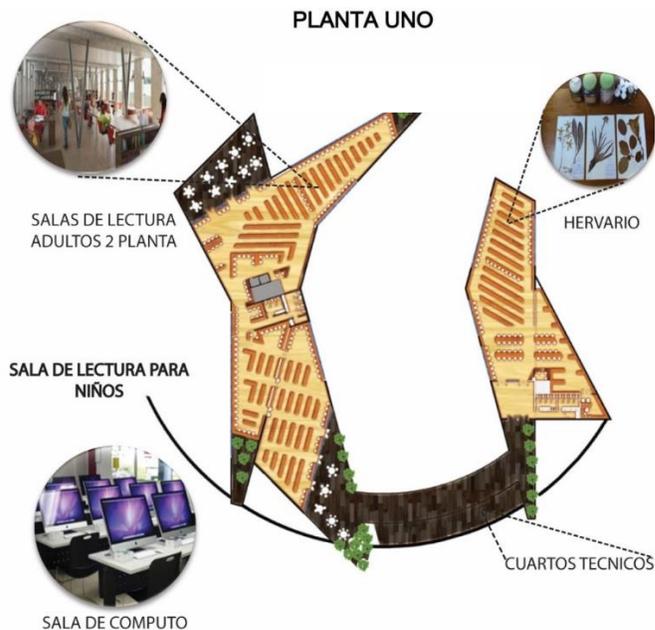


Figura 41. Planta dos.

Fuente: Elaboración propia.

En la planta dos se ubican y zonifican las salas de lectura restantes las cuales comprenden las siguientes áreas: literatura siendo la más grande, matemáticas, inglés, ciencias naturales, geografía, política, y hemeroteca entre otras, en el volumen del lado izquierdo encontramos que este en su totalidad responde al uso de herbario exponiendo todos los conocimientos derivados de la botánica, finalmente encontramos una cubierta ajardinada transitable la cual se mimetiza con el terreno y da continuidad a algunos de los senderos del trazado urbano.

Generación de Fachadas



Figura 42 - Render plaza central.

Fuente: Elaboración propia.

La generación de fachadas responde principalmente a factores bioclimáticos de la pieza de intervención, entre los cuales encontramos, la implementación de conceptos como la ventilación cruzada, la cual garantiza un flujo constante y recambio del aire al interior de los espacios de la biblioteca, esto se logra gracias a la suma de varios elementos generados tanto en muros de fachada como interiores, entre estos elementos encontramos la descomposición de muros, que consiste en hacer pequeñas perforaciones en el plano de los muros para permitir un ingreso controlado tanto de las corrientes de viento como de la luz, las celosías son otro elemento relevante que cumple con la misma función de la descomposición de muros pero además le agrega un factor estético único a la edificación, la cubierta inclinada será un factor esencial al momento de la recolección de agua que será utilizada para proveer el suministro del mismo a los espejos de agua planteados en la edificación, vale la pena recordar también la generación de aleros en segunda planta los cuales permitirán un ambiente cálido al interior del equipamiento, entre otros factores que moldearon la forma de las fachadas en función de la adaptabilidad bioclimática al contexto del área de intervención.

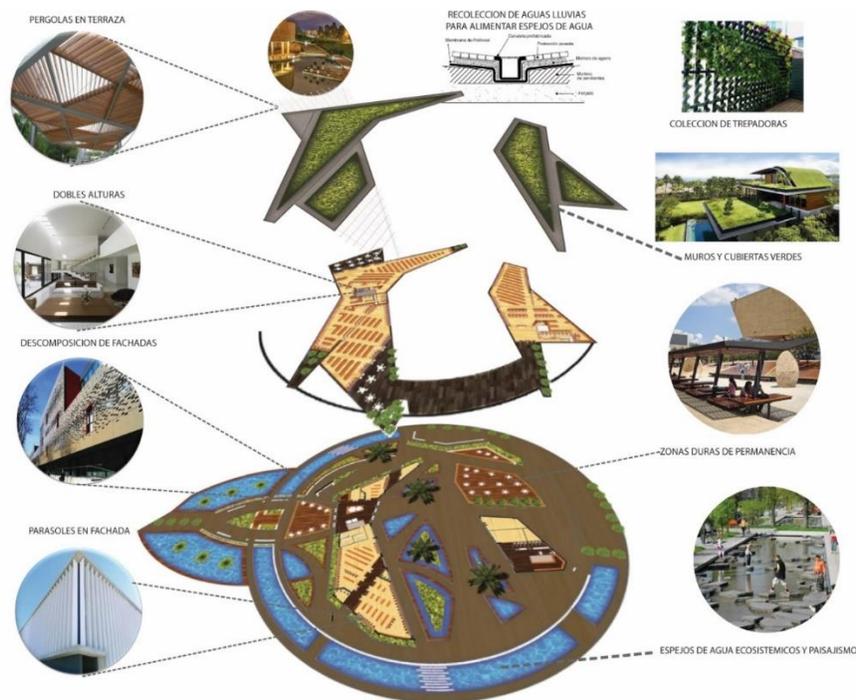


Figura 43- Composición de fachadas.

Fuente: Elaboración propia.

Sustentabilidad Económica del Parque Botánico

En la sustentabilidad económica encontramos múltiples opciones, derivadas casi en su mayoría de organizaciones o entidades internacionales, que impulsan, gestionan, proyectan, desarrollan y financian proyectos de tipo ecológico los cuales contribuyan a la disminución de la huella de carbono, a razón de los compromisos adquiridos por las naciones industrializadas en el protocolo de Quioto el cual sienta bases y límites de las cuotas de emisiones de CO_2 anuales por cada nación, y cuando no se cumplen estas cuotas estas naciones deben girar recursos como multa por no cumplir los compromisos adquiridos, multas que generan recursos económicos para financiar estos proyectos, entre estas organizaciones encontramos las siguientes:



Figura 44- Factibilidad económica del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Estas organizaciones tienen gran compromiso con los proyectos ecológicos de tal manera, que les siguen girando fondos anuales equivalentes a la cantidad de a que se encuentran cubiertas por vegetación y que contribuye a la fijación de CO_2 ; No podemos dejar de lado a la ley 1523 de 2012 la cual habla que el estado debe de gestionar diseñar financiar y ejecutar proyectos en lugares que se encuentre bajo alto riesgo por calamidades naturales, y que amenazan a ciudadanos colombianos.



Figura 45 - Fachada posterior.

Fuente: Elaboración propia.

Recomendaciones Para Futuras Investigaciones

En cuanto a las recomendaciones para futuras investigaciones, lo más relevante es realizar trabajo de campo, para desarrollar distintos propósitos dentro de los cuales se identificaron los siguientes: información obtenida por encuestas y entrevistas a los residentes del sector escogido como pieza de estudio, además realizar muestreo del material afectado por las actividades industriales, obteniendo información relevante de la composición del suelo, y su grado de afectación por los químicos utilizados por las operaciones mineras, y de esta forma determinar las acciones de saneamiento y recuperación más apropiadas para nuestra pieza urbana San Juan de Usme y el Pedregal.

Anexos

Panel 1

PARQUE BOTANICO GESTION DEL HABITAD TERRITORIAL/DISEÑO URBANO Y DE PAISAJE

UNA ESTRATEGIA ECOTURISTICA DE RESTAURACION DEL TERRITORIO EN SAN JUAN DE USME

LOCALIZACION DEL PROYECTO

ESTRUCTURA ECOLOGICA PRINCIPAL DE BOGOTA (AMBIENTE) AEREA LA CIUDAD

OBJETIVO GENERAL

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. OBJETIVOS ESPECIFICOS
2. OBJETIVOS ESPECIFICOS
3. OBJETIVOS ESPECIFICOS
4. OBJETIVOS ESPECIFICOS

METODOLOGIA DE INVESTIGACION

1. IMPORTANCIA DE LA ESTRUCTURA ECOLOGICA DE BOGOTA A ESC REGIONAL

IMPORTANCIA DE LA ESTRUCTURA ECOLOGICA PARA BOGOTA

POTENCIALIDADES Y PROBLEMAS DE USME

AFECTACIONES A LA ESTRUCTURA ECOLOGICA UZE GRAN YOMBA

5. IDEAS PARA EL PAISAJE

6. JARDIN BOTANICO DE BOGOTÁ

UNIVERSIDAD La Gran Colombia

PARQUE BOTANICO EN SAN JUAN DE USME

PROYECTO DE GRADO

NIVEL X

Figura 46- Panel 1

Fuente: Elaboración propia.

Panel 2

DIAGNOSTICO DE LA ESTRUCTURA URBANA

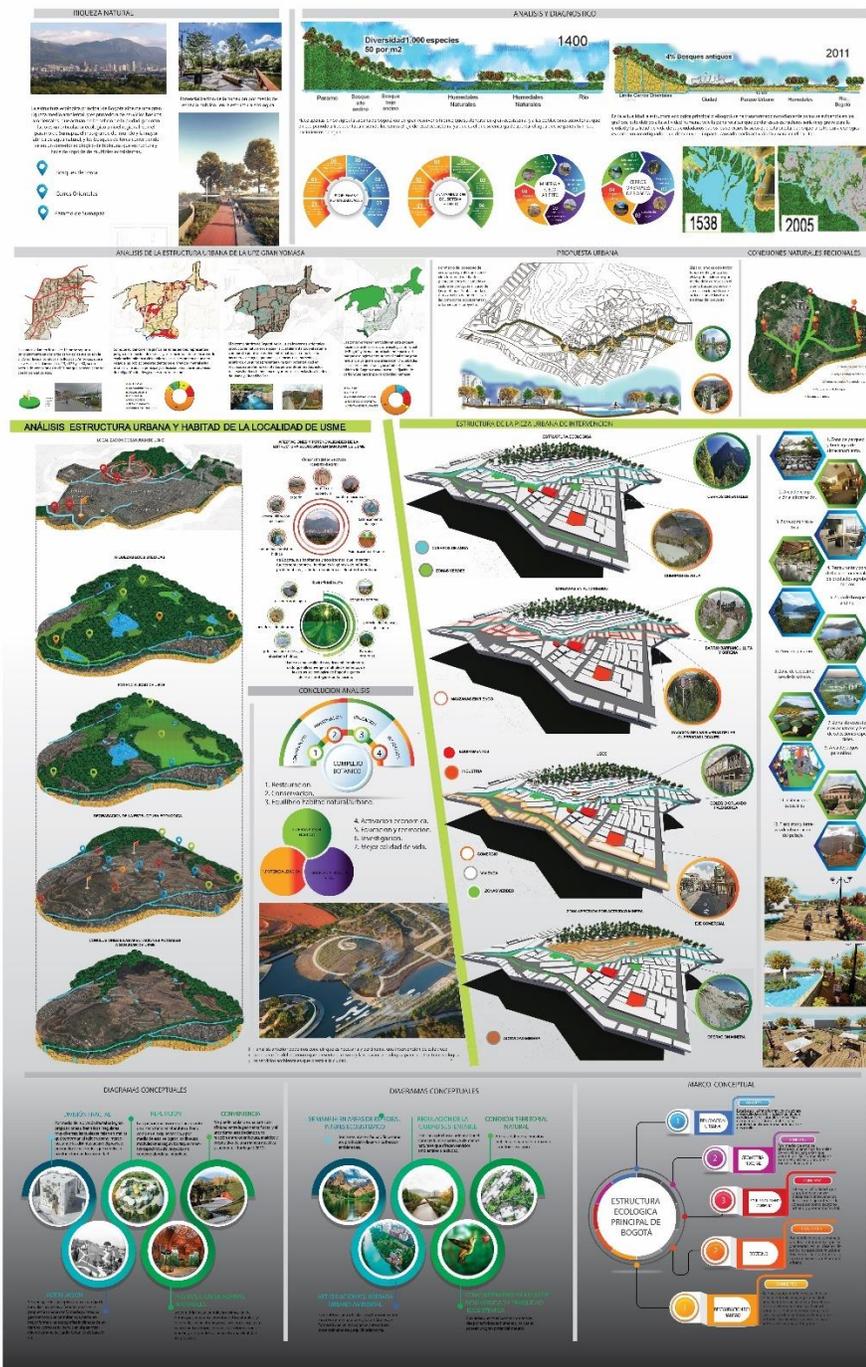


Figura 47- Panel 2

Fuente: Elaboración propia.

Panel 4

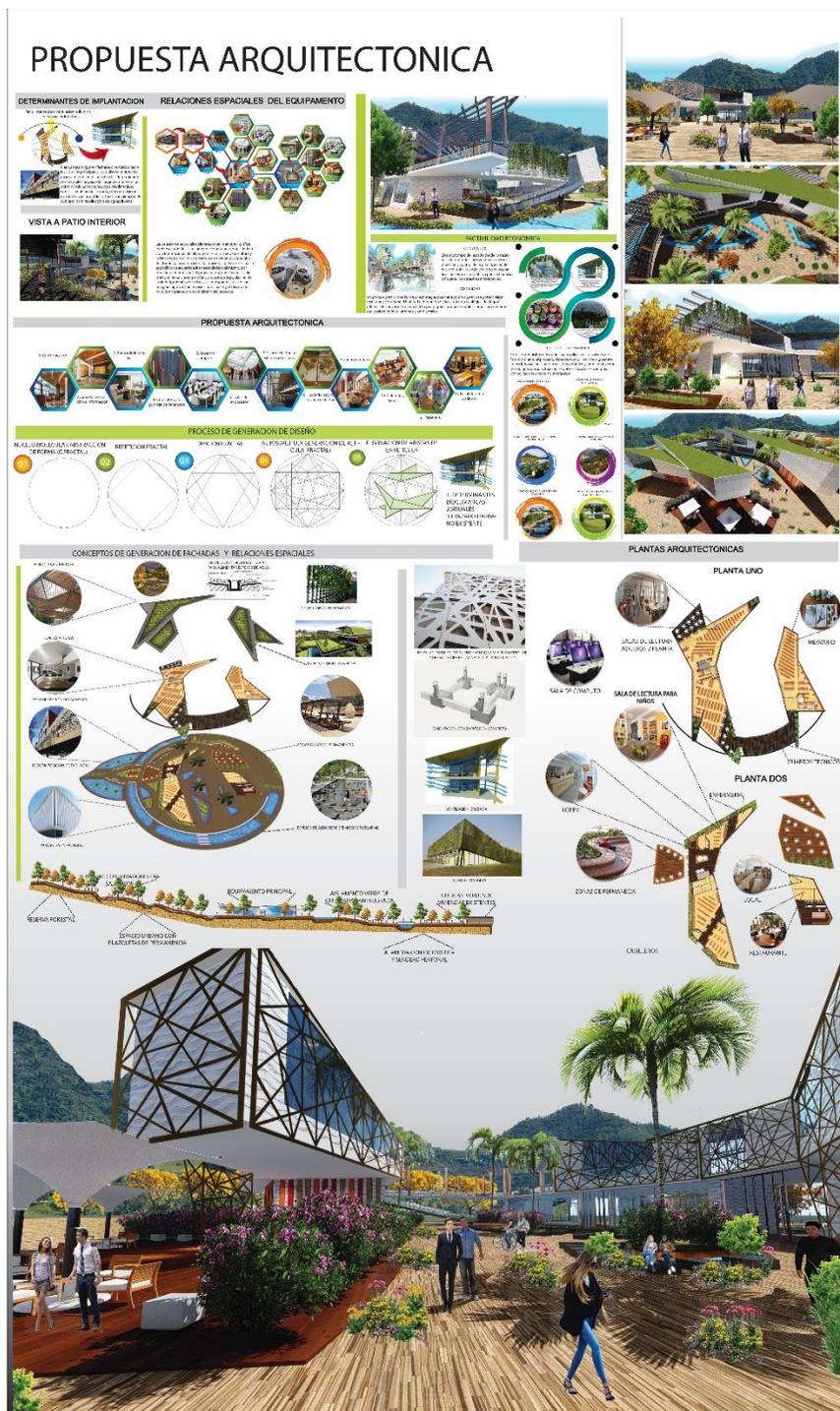


Figura 49 - figura 4

Fuente: Elaboración propia.

Maqueta Arquitectónica



Figura 50 - figura 4

Fuente: Elaboración propia.

Referencias Bibliográficas

- Bogotá Capital de Agua. (15 de septiembre de 2014). Documental, *Bogotá: Capital de Agua*. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=TZ9udlig_ag
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2008) Plan de Manejo Ambiental de agua subterránea en la sabana de Bogotá y Zona Crítica. Recuperado de <https://bit.ly/2JToR57>
- Colorado, G., Vásquez, J. Y Maso, I. (23 de agosto de 2017). *MODELO DE CONECTIVIDAD ECOLÓGICA DE FRAGMENTOS DE BOSQUE ANDINO EN SANTA ELENA (MEDELLÍN, COLOMBIA)*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Recuerdo de https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/63013/pdf_10_22%283%29
- Díaz, D. (s.f). *Impactos e la Estructura Ecológica Principal de Bogotá*. Recuperado de <https://bit.ly/2DC9IVA>
- Garzón, F. (2014). *Educación ambiental y desarrollo sostenible El caso de los cerros Orientales de Bogotá*, Colombia. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rlb/v14n1/v14n1a07.pdf>
- Gómez, J (s.f). *Arquitectura una Nueva Geometría y sus Consecuencias*. Recuperado de https://innovacioneducativa.upm.es/sandbox/pensamiento/chip_geometrico/arquitectura_fractal.pdf
- Herron, J. (27 de marzo de 2003). *CUENCA DEL RIO TUNJUELO*. Recuperado de <https://bit.ly/2OzQwst>
- HOSPITAL DE USME. (2005). *HIDROGRAFÍA DE LA LOCALIDAD DE USME*. Recuperado de <http://web.eseusme.gov.co/phocadownload/AlasGestion/34MAPAS.pdf>
- HOSPITAL DE USME. (2011). *LOCALIDAD USME DIAGNÓSTICO LOCAL DE SALUD CON PARTICIPACIÓN SOCIAL*. Recuperado de <https://bit.ly/1ELF83A>
- HOSPITAL DE USME. (30 de Julio 2014). *DIAGNÓSTICO LOCAL CON PARTICIPACIÓN SOCIAL 2013*. Recuperado de <https://bit.ly/2Dgbtqj>
- Iturriaga, F. y Jovanovich, K. (2012). *LOS FRACTALES Y EL DISEÑO EN LAS CONSTRUCCIONES*. Recuperado de http://www5.uva.es/trim/TRIM5_files/FRACTALES.pdf
- Miniambiente. (2015). *Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas*. Recuperado de <https://bit.ly/2epCwln>

- Montes, A. Ulloa, M. (19 d marzo de 2013). *RECUPERACIÓN DE ÁREAS DAÑADAS POR LA MINERÍA EN LA CANTERA LOS GUAOS, SANTIAGO DE CUBA, CUBA*. Recupero de <https://bit.ly/2DgSEDM>
- Naciones Unidas. (1998). *PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMATICO*. Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- Lillo, J. (s.f). Impactos de la minería en el medio natural. Recuperado de <https://bit.ly/2nWpiiD>
- López, A. (2014). *EL PAPEL DE LOS “ECOTONOS URBANOS” EN LA PLANIFICACIÓN DE LAS CORREDORES ECOLÓGICOS DE RONDA*. (Trabajo de grado). Universidad Javeriana. Bogotá. Colombia. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/13989>
- Pece, M., Benites, C. Galíndez, M. Y Acosta, M. (s.f). *Bosques y forestaciones como sumideros de carbono en el parque chaqueño*. Recuperado de <https://bit.ly/2FeVqMf>
- Parra, T. Y MELO, Y. (2015). *ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE LA VÍA DE RED TERCIARIA DE LA VEREDA LA UNIÓN, LOCALIDAD DE USME – BOGOTÁ D.C.* Recuperado de <https://bit.ly/2zA2q1t>
- Rojas, S. (2017). *Estructura y composición florística de la vegetación en proceso de restauración en los Cerros Orientales de Bogotá (Colombia)*. Recuperado de <https://bit.ly/2FhZX0q>
- Secretaría Distrital DE Ambiente, y Jardín Botánico José Celestino Mutis. (2007). *LA IMPORTANCIA DE LOS CERROS ORIENTALES PARA BOGOTÁ D.C. Y LA REGIÓN*. Recuperado de http://static.iris.net.co/semana/upload/documents/Doc-1449_2007525.pdf
- Torres, J., Mena, V. Y Álvarez, E. (2017). *Carbono aéreo almacenado en tres bosques del Jardín Botánico del Pacífico, Chocó, Colombia*. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v13n1/1900-3803-entra-13-01-00200.pdf>
- Unicef. (2006). *Prevención y mitigación de desastres*. Recuperado de https://www.unicef.org/republicadominicana/Boletin9_Unicef.pdf
- Usme, la localidad con mayor incremento de derrumbes de tierra. (20 de junio de 2011). El espectador. Recuperado de <https://www.elespectador.com/content/usme-la-localidad-con-mayor-incremento-de-derrumbes-de-tierra>

FIRMA DEL (LOS) ESTUDIANTE (S),

1. _____