

**PROTOTIPO ARQUITECTÓNICO ADAPTABLE DE HUERTAS EN ALTURA
PARA LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

LINA FERNANDA INFANTE REYES
ANDRES DAVID PÉREZ GALVIS



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

PROGRAMA DE ARQUITECTURA

BOGOTÁ - COLOMBIA

12 DE JUNIO 2020

**PROTOTIPO ARQUITECTÓNICO ADAPTABLE DE HUERTAS EN ALTURA
PARA LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

Lina Fernanda Infante Reyes

Andrés David Pérez Galvis

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Arquitectura

Manuel Fernando Martínez Forero

Arquitecto, Magister en Construcción

Director de Tesis



Universidad La Gran Colombia

Facultad de Arquitectura

Programa de Arquitectura

Bogotá D

Tabla de contenido

Tabla de contenido	3
Resumen	9
Palabras claves:	10
Abstract	11
Key words:	12
Introducción	13
1 Objetivo	14
1.1 Objetivo General	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
2 Formulación del problema	15
2.1 Descripción del Problema	15
3 Justificación	19
4 Marco Teórico	22
5 Marco Conceptual.....	27
5.1 Enfoque técnico	30
5.2 Marco Contextual.....	42
5.3 Marco legal.....	44
5.4 Marco Referencial.....	49

PROTOTIPO ARQUITECTÓNICO DE HUERTAS EN ALTURA

	4
6 Aspectos Metodológicos.....	56
7 Planteamiento y Propuesta.....	58
7.1 Análisis y aplicación de la huerta	66
7.1.1 Factores para selección de alimentos.....	66
7.1.2 Características zonas de cultivos.....	74
7.1.3 Aplicación de cultivo vertical	78
7.2 Análisis Urbano	81
7.2.1 Caracterización ambiental para la ciudad de Bogotá	82
7.2.2 Análisis Urbano de Chapinero.....	90
7.2.3 Casos de implantación	97
8 Conclusiones y Recomendaciones.....	100
9 Lista de Referencias.....	101
10 Anexos	109

Lista de Tablas

Tabla 1 Porcentaje de población subalimentada en América Latica	16
Tabla 2 Técnicas e instrumentos metodológicos	57
Tabla 3 Clasificación de alimentos	69
Tabla 4 Calificación de cultivos	70

Lista de figuras

Figura 1 Energías Renovables.	38
Figura 2 Proceso de recolección de aguas lluvias.....	39
Figura 3 Esquema general de un Biosistema de reciclaje haciendo uso de la lombricultura.	40
Figura 4 Objetivos de desarrollo sostenible.....	44
Figura 5 The Vertical Farm.....	49
Figura 6 World Food Building.....	50
Figura 7 Diseño conceptual de la granja urbana del cielo	51
Figura 8 Interior de la Granja Japonesa Robotizada	52
Figura 9 Interior de Urban Organic.	53
Figura 10 Interior de Aerofarms.	54
Figura 11 Expresión Formal y Composición Arquitectónica.	59
Figura 12 Propuesta Programa Arquitectónico.....	60
Figura 13 Planta Sótano.....	61
Figura 14 Planta tipo nivel 1.....	62
Figura 15 Plantas tipo niveles 2, 3, 4 y 5.....	63
Figura 16 Disposición de espacios para la captación de energía solar	64
Figura 17 Espacios de almacenamiento de recirculación de aguas lluvias.....	65

PROTOTIPO ARQUITECTÓNICO DE HUERTAS EN ALTURA

	7
Figura 18 Alimentos seleccionados.	66
Figura 19 Matriz de identificación y condiciones específicas de alimentos seleccionados	67
Figura 20 Nivel 1	71
Figura 21 Nivel 2	71
Figura 22 Nivel 3	72
Figura 23 Nivel 4	72
Figura 24 Nivel 6	73
Figura 25 Prototipo Arquitectónico de Huertas en Altura para la ciudad de Bogotá	74
Figura 26 Zonificación módulo de producción.....	75
Figura 27 Corte fachada y detalles correspondientes a materialidad en clima frio	76
Figura 28 Corte fachada y detalles correspondientes a materialidad en clima templado	77
Figura 29 Corte fachada y detalles correspondientes a materialidad en clima cálido	78
Figura 30 Detalle estructura vertical cama cultivo	79
Figura 31 Tipos de modulación de estructura vertical cama cultivo	80
Figura 32 Distribución espacial de los promedios anuales de PM 2.5 del año 2018 con base en el método de interpolación Kriging	83
Figura 33 Mapa de distribución espacial de la precipitación en la ciudad de Bogotá.	85

PROTOTIPO ARQUITECTÓNICO DE HUERTAS EN ALTURA

8

Figura 34 Distribución espacial de los promedios anuales de O3, del año 2018 con base en el método de interpolación Kriging	86
Figura 35 Mapa de Temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB 2018.	87
Figura 36 Anomalías de la temperatura superficial 2018 respecto al promedio de 2000-2018. ..	88
Figura 37 Caracterización climática de Bogotá por localidades.....	90
Figura 38 Tensión de flujos entre Av. Caracas y Av. Séptima.....	92
Figura 39 Zonas resultado de los bordes conformados por los bordes y trama urbana	93
Figura 40 Usos localidad de Chapinero	94
Figura 41 Superposición estructuras Chapinero	95
Figura 42 Lote de Intervención.....	96
Figura 43 Ejemplos de posibles casos de implantación.....	97
Figura 44 Situación 1	98
Figura 45 Situación 2	99

Resumen

La agenda de Desarrollo Sostenible del 2030, propone 17 objetivos para las personas y el planeta, haciendo un llamado a la humanidad para ponerle fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar las vidas y las perspectivas de las personas en todo el mundo, entre los objetivos se plantean poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible; teniendo en cuenta lo anterior, este prototipo arquitectónico busca aportar una solución a la demanda nutricional al interior del casco urbano, generando un impacto positivo en el medio ambiente; se seleccionó como caso de estudio la ciudad de Bogotá, donde se evidencio su crecimiento demográfico, su constante expansión y densificación, la cual requiere de tratamientos diferenciados por su capacidad poblacional.

El Prototipo Arquitectónico Adaptable de Huertas en Altura para la ciudad de Bogotá, se presenta en torno a los conceptos de sostenibilidad, agro urbanismo, huerta en altura, seguridad alimentaria urbana y reutilización de energías y aguas lluvias, el proceso de conceptualización e implementación de una propuesta modular, interpretando las relaciones y dimensiones espaciales de las áreas dedicadas a los procesos productivos y los espacios de apoyo que sean necesarios, otorgando sentido a la forma del proyecto, compuesto por módulos los cuales buscan generar condiciones específicas en su interior permitiendo implementar cultivos hidropónicos, generando mediante la optimización de tiempo y espacio una producción masiva de los alimentos seleccionados, facilitando el acercamiento a la práctica y al funcionamiento de la huerta en altura.

Al generar esta propuesta arquitectónica se permite que más personas se aproximen a los conceptos nombrados anteriormente, facilitando el acercamiento a la práctica y al funcionamiento de la huerta en altura, incorporando innovaciones tecnológicas y metodologías en los módulos que harán parte del prototipo donde se tendrán visiones para el abastecimiento a distintas escalas y es donde este espacio cumple su propósito debido a la carencia de propuestas relacionadas en la ciudad de Bogotá.

Palabras claves: Agro urbanismo, aguas lluvias, huerta en altura, reutilización de energía, seguridad alimentaria urbana y sostenibilidad,

Abstract

The 2030 Sustainable Development Agenda proposes 17 goals for people and the planet, where the main premises are to end poverty, protect the planet and improve the lives and perspectives of people around the world, one of the Goals aim to end hunger, achieve food security and improve nutrition and promote sustainable agriculture; taking into account the above, this architectural prototype seeks to provide a solution to the nutritional demand within the urban area, generating a positive impact on the environment; The city of Bogotá was selected as a case study, where its demographic growth, its constant expansion and densification were evident, which requires treatments differentiated by their population capacity.

The Adaptable Architectural Prototype of height orchards for the city of Bogotá, is presented around the concepts of sustainability, agro urban planning, height orchards, urban food security and energy and rainwater reuse, conceptualization and implementation process of a Modular proposal, interpreting the relationships and spatial dimensions of the areas dedicated to the production processes and the support for necessary spaces, giving meaning to the form of the project, composed by modules which seek to generate specific conditions inside it, allowing to implement hydroponic crops, generating through the optimization of time and space a massive production of the selected foods, facilitating the approach to the practice and operation of height orchards.

Generating this architectural proposal allows more people to approach the concepts mentioned previously, facilitating the approach to the practice and operation of the height orchards, incorporating technological innovations and methodologies in the modules that will be part of

the prototype where visions will be held for the supply at different scales and this is where space fulfills its purpose due to the lack of related proposals in the city of Bogotá.

Key words: Agro urban planning, height orchards, rainwater, reuse of energy, sustainability and urban food security.

Introducción

Las migraciones campesinas a lo largo de la historia en las capitales latinoamericanas, han marcado un sesgo en el crecimiento y dinámicas de las ciudades, más aún sus hábitos de consumo. Sumado a esto, factores ambientales y económicos han determinado la calidad de vida y accesibilidad para los diferentes sectores de las ciudades y sus habitantes.

En el caso de Bogotá, siendo un territorio en continua expansión y densificación, se presentan constantemente situaciones de insostenibilidad para la cual se busca desde el campo agro urbano generar oportunidades de mitigación. Para ello, la propuesta de implementar un modelo arquitectónico de huertas en altura busca aportar en la búsqueda de mejorar el déficit alimentario de la ciudad como resultado del crecimiento y migración hacia la capital.

El fin es proveer a la ciudad un modelo sostenible, espacios de educación ambiental, así como construcción de comunidad como la vía que posibilite progresos de habitabilidad en el territorio y aportes a la demanda alimentaria. Más aun, la propuesta ha de acobijar una ciudad inclusiva, más abierta y de diversos usos. La intención, es generar experiencias perceptuales, brindando la exploración de espacios de producción (modelos de cultivos urbanos), integrando la propuesta con el contexto, permitiéndole ser disfrutado por quienes interactúan en el lugar y de esta manera definir un modelo que conecte al rasgo ambiental y la memoria rural, significado existente con el resto de la ciudad de Bogotá.

De ahí que se obtenga un impacto benéfico, por medio de arquitectura y urbanismo, demostrando que es posible ejecutar mejoras en la calidad de vida y un posicionamiento en campos tecnológicos de la ciudad.

1 Objetivo

1.1 Objetivo General

Desarrollar un prototipo arquitectónico de huertas en altura auto sostenible y adaptable a las variables de la ciudad de Bogotá.

1.2 Objetivos Específicos

1. Definir las características de los cultivos según las condiciones especiales para clasificar los alimentos seleccionados.
2. Diseñar un prototipo arquitectónico compuesto por módulos adaptables acondicionados según las características para llevar a cabo la implementación de una huerta en altura.
3. Plantear estrategias para definir la implantación donde se identifican las necesidades propias y las condiciones espaciales de los posibles lugares de intervención.

2 Formulación del problema

2.1 Descripción del Problema

Como punto de partida, es preciso vislumbrar el reporte “Colombia en una mirada” de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura ONUAA, o más conocida como FAO (por sus siglas en inglés: Food and Agriculture Organization), en él se refleja que

En la actualidad, una de las mayores causas de la inseguridad alimentaria en Colombia no radica tanto en la escasez de alimentos, sino en la imposibilidad de acceder a ellos. Parte de la explicación se debe al bajo nivel de ingresos de la población vulnerable (...) (Organización de las naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAOb], s.f., párr. 5)

Al no tener un óptimo abastecimiento y distribución de los alimentos se evidencia un alza en los precios, la cual llega a ser injustificada, adicional hay que mencionar la relación que existe entre las zonas de producción y consumo ya que no tienen ningún tipo de articulación eficiente, ya que si el comercio no superar un porcentaje significativo puede llegar a provocar deterioros que se verán reflejados en las pérdidas de producción orgánica ya que como lo indica la FAO (s.f.) genera “elevados costos energéticos que se traducen en precios más altos para la sociedad en general, pero con mayor incidencia en los consumidores con menor poder adquisitivo.” (párr. 5)

Por otra parte, el reporte “El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo” de la FAO-2018, indica que el índice de personas subalimentadas en Colombia está

sobre el 6.5% de la población total, sumado a esto y como se muestra a en la tabla 1, el país a pesar de los avances de años anteriores, sigue relegado frente a otros países de la región.

Tabla 1

Porcentaje de población subalimentada en América Latica

	Porcentaje de población subalimentada	
	2018	2011-2013
Venezuela	21,2	6
Bolivia	19.8	21.3
Perú	8.8	11.8
Ecuador	7.8	16.3
Colombia	6.5	10.6
México	3.8	6.3
Chile	3.3	4.5
Uruguay	2.5	6.2
Brasil	2.5	6.9

Adaptado de: “El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo, Fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad alimentaria y la nutrición”, FAO Roma, 2018, p.153, recuperado de <http://www.fao.org/3/I9553ES/i9553es.pdf>.

Además, como menciona (FAO 2018) un posible desencadenante de los conflictos se debe a la competencia por la tierra y el agua, generando pérdida de tierra y recursos de subsistencia, empeorando así las condiciones laborales y la degradación ambiental, viéndose afectada de

manera negativa la vida de los hogares y las comunidades poniéndose en situación de peligro.

“Los estudios de la ONU muestran que más del 40% de los conflictos armados internos de los últimos 60 años están vinculados con los recursos naturales”. (Naciones Unidas, 2018a, párr. 3)

Por otra parte, se debe tener en cuenta el rasgo rural que trasciende a Bogotá y como la pérdida de escenarios productores agro, impacta en desbalances económicos, sociales, culturales y ambientales.

Dicho lo anterior, cabe adicionar y tomar en cuenta el índice Cities in Motion o índice de Ciudades Sostenibles de IESE Business School Universidad de Navarra 2017, el cual clasifica a las ciudades globales en tres pilares de la sostenibilidad: Personas (social), Planeta (ambiental) y Beneficio (económico), que se alinean con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) promovidos por las Naciones Unidas, según los resultados del estudio en el año 2019, la ciudad de Bogotá se encuentra en la posición 117 / 174, situación alarmante si se compara con otras capitales de la región como Santiago 66/174, Buenos aires 77 /174 o Ciudad de panamá 114/174.

Con todo esto, es necesario entender que Bogotá afronta diversos problemas de desarrollo e insostenibilidad que requieren un análisis y tratamiento diferenciado a los habituales, pues incluye aspectos relacionados con capital humano, económico, capacitación, desarrollo, crecimiento demográfico, empobrecimiento, pérdida o afectación de los sistemas ambientales, entre otros. “Todos estos factores están íntimamente ligados por relaciones de retroalimentación entre unos y otros. De esta red emergen los distintos comportamientos sociales de los seres humanos en el seno de las diferentes comunidades de las que hacen parte” (Reyes, Díaz, Dueñas y Bernal, 2016, p.254). De ahí que surja la pregunta ¿Cómo implementar un prototipo

arquitectónico adaptable, que permita la producción agrícola la cual contenga diferentes ambientes propios y busque generar una huerta en altura en su interior, buscando aportar al abastecimiento de alimentos en la ciudad de Bogotá?

3 Justificación

Al evidenciar la ciudad de Bogotá y su crecimiento demográfico, el déficit de alimentos y los problemas de desarrollo e insostenibilidad, se plantea implementa un modelo arquitectónico compuesto por módulos adaptables que permitan generar una huerta en altura la cual permita aportar en la demanda nutricional dentro del casco urbano; en ese sentido se entiende una investigación con método analítico.

La Agenda para el Desarrollo Sostenible del 2030, plantea “17 objetivos para las personas y para el planeta”, haciendo un llamado a la humanidad para (ZICLA, 2020) “poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar las vidas y las perspectivas de las personas en todo el mundo” (párr.1), esta fue aprobada en el 2015 por los Estados Miembros de las Naciones Unidas; unos de estos objetivos son (Naciones Unidas, 2018b) Objetivo 2 – “(...)Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible(...)”, Objetivo 8- “(...)Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos(...)”, Objetivo 11 – “(...)Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles”, Objetivo 12 – “Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles(...)” (pp. 3-4)

Como respuesta al problema general y desde la definición de ciudades inteligentes, se han dictado una serie de conceptos que resultan en conclusiones muy similares, que actualmente tienen como pilar la sostenibilidad y el aprovechamiento máximo de las tecnologías limpias.

En temas de investigación, desde la disciplina de la arquitectura se ha desarrollado una serie de trabajos que han contribuido al impulso de teorías que apliquen en el campo de los

cultivos verticales, no obstante, las ideas aún no han sido plasmadas en proyectos concretos. El Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, actualmente cuenta con programas y actividades donde se impulsa realizar huertas en espacios como jardines, antejardines o muros verdes, donde ellos como entidad del distrito aportan su conocimiento para la realización de dichas huertas.

Es necesario que más personas se aproximen al concepto de la sostenibilidad y al campo del agro urbanismo en la ciudad de Bogotá. Para ello, la ciudad debe facilitar el acercamiento a la práctica de las mismas, así como al conocimiento que devengan. De esta forma, el desarrollo de sistemas agroalimentarios eficientes e inclusivos, permiten la incorporación de innovaciones tecnológicas, como de visiones para el abastecimiento a distintas escalas y es donde el campo arquitectónico provee el escenario para cumplir con el propósito debido a la carencia de propuestas relacionadas o ejecutadas puntualmente para Bogotá.

También se debe contemplar que:

(...) hay elementos favorables que pueden convertirse en oportunidades de desarrollo sostenible: biodiversidad, riqueza cultural, potencial de producción de alimentos, transición hacia la paz, incremento de la producción y la colaboración científica, entre otros. Todo lo anterior está influenciado por las mega-tendencias globales como la migración, el crecimiento de la población, los cambios en el consumo, entre otras. (Chavarro, et al., 2017, p.26)

Por tanto, se justifica desarrollar un prototipo de huerta urbana que acobije las oportunidades, tal como lo plantea Hough (1998) “un lenguaje que restablezca el concepto de los paisajes multifuncionales, productivos y operativos que integren la ecología, la gente y la

economía” (citado por Garzon, Brañes, Arbella y Auad, 2004, párr. 21), los elementos espaciales y ambientales de la ciudad podrán ser reconducidos a un marco integrado para que, de acuerdo a sus capacidades, sirvan como productores de alimentos y energía, moderadores del microclima conservadores de agua, plantas y animales, y generadores de recreo y diversión.

4 Marco Teórico

La ciudad actualmente es una organización social el cual contiene infinidad de modos de vida, donde se evidencian estructuras y funciones muy diversas, las personas e ideas fueron quienes armaron la ciudad de una manera propia intentando homogenizar y generar una estructura y concepto propio, construyendo identidad en lo que compone el entorno.

El desarrollo de una ciudad llega a ser complejo, pero este resulta de la integración de acciones de toda la diversidad de actores que en ella participan; en un sentido más amplio y trascendental, estamos en un mundo que se enfrenta a unos precios inestables de la energía la escasez de recursos y efectos medioambientales por ello no se pueden seguir ignorando tendencias verdes que a su vez generan talento, competitividad y beneficios en el mercado global.

(...) los procesos de ordenamiento básico del suelo obligaron a desarrollar procesos sistémicos de planeación y ordenación del territorio urbano-rural y urbano-regional; desde el punto de vista económico-productivo, se comenzaron a trabajar procesos de integración horizontal y vertical para lograr mejorar la competitividad y conquistar nuevos mercados; la descentralización administrativa sirvió de base para mejorar la gobernabilidad, etc. (Acebedo, Noguera, Rojas, y Sáenz, 2013, p.67)

Partiendo de esta noción, es oportuno abordar la relación de la comunidad y sus oportunidades desde el ambiente; para efectos de la intervención, es necesario que el territorio pase a convertirse en un factor del desarrollo sostenible y deje de ser el espacio donde se asienta una comunidad, vinculando la población al territorio, convirtiéndolos en protagonistas de su

desarrollo, de esta manera el crecimiento será totalmente proporcional al interés que la comunidad aporte.

Con este modelo del desarrollo sostenible, se hace más viable su enfoque multidimensional. Además, si se prioriza que esta noción, reconoce por parte de los actores locales una participación más activa, evidenciando un impulso para alcanzar mejores resultados. Con este hecho se despliegan las potencialidades de todos los actores que hacen parte de la comunidad, comprendiendo su rol y las oportunidades que el mismo lugar les ofrece.

Igualmente, de esta idea conviene señalar y abordar la agricultura urbana, dado que funciona como un elemento articulador y estructurante hasta este punto. Su impacto social, del espacio, de la memoria, del reconocimiento, la identidad y del escenario la hacen una pieza estratégica que permite vincular tanto la seguridad alimentaria, como el soporte ambiental en lo multidimensional del desarrollo territorial, como indica Otálora (2014) “al ser un elemento de trabajo continuo y de constante cuidado, y al estar dirigido por la propia comunidad fortalece los lazos de fraternidad entre vecinos y presta una oportunidad lucrativa para la comunidad” (p.45), cabe señalar, que su importancia ha sido evidenciada y reconocida por diferentes autores y organismos internacionales que han identificado su existencia como parte intrínseca de nuevas oportunidades y soluciones urbanas.

Dentro de esta consolidación urbana, las competencias, están destinadas a la transformación y mejora de las estructuras actuales (consumo, recursos, educación, estado del medio ambiente, etc.). Es así, que la adaptación agro urbana impulsa los cambios perseguidos y se asocia a tecnologías limpias:

Sin la demanda de los consumidores no se materializaría ningún mercado.

Actualmente, los altos precios de la energía, los ecosistemas contaminados, así como la creciente concienciación sobre el calentamiento global y los costes geopolíticos asociados a los combustibles fósiles, están provocando un cambio en las actitudes y la demanda de los consumidores, que cada vez más piden productos y servicios de tecnologías limpias. (Pernick y Wilder, 2008, p.30)

Considerando este enfoque, es oportuno abordar la visión de una ciudad ecoeficiente, de acuerdo a Camargo (2005):

la ciudad ecoeficiente no ocupa los paisajes y ecosistemas vecinos como si fueran una hoja en blanco sobre la mesa de diseño, re llenando, drenando y allanando según la propia idea de unos pobres técnicos. En lugar de eso, reconoce la formas y los procesos ecológicos de su entorno y los incorpora al diseño urbano y los diferentes puntos de la ciudad, enriqueciendo la heterogeneidad ambiental y las posibilidades de desarrollo de sus habitantes, al tiempo que permita a los flujos regionales permearse y continuar a través del territorio. (p-67)

Más aun, la construcción de una Bogotá eficiente, depende un óptimo proceso de configuración, donde se incluyan las relaciones de poder que ejercidas sobre ella y, sobre todo, los imaginarios colectivos y las ideologías o transformaciones de sus actores. Por tanto, se concibe que el potenciar y vincular los escenarios agro urbanos a los mercados locales dándoles ventajas económicas de la escala urbana y facilitando su integración conforme a su aporte al mantenimiento y forma de vida de los distintos grupos asentados procura mejoras significativas.

De igual modo, se debe contemplar un urbanismo ambiental fortalecido desde la ecología es preciso que más personas se acerquen al concepto y al campo de la agricultura urbana, que la academia facilite el acercamiento de la investigación agro Urbana a los temas prioritarios de la toma de decisiones ambientales y urbanas, que exista un campo interdisciplinario donde se integren herramientas conceptuales y metodológicas a la planificación y manejo de la ciudad.

Es por esto, que es el momento de tomar acciones y generar cambios desde las grandes concentraciones urbanas a las mediaciones rurales. Razón por la cual, como arquitectos podemos evitar generar esa brecha entre el hombre y la naturaleza. De ahí que con la arquitectura tenemos la posibilidad de reconstruir medios naturales de retroalimentación es decir relaciones de cultivo y compostaje, recolección de aguas lluvias y “operaciones verdes”, también espacios académicos interactivos sobre el impacto sostenible en cada una de las acciones nombradas; de tal modo que se genere una lectura más armónica y eficiente sobre el terreno y su entorno , sacando partido de las diferencias espaciales y convirtiéndolas en formas urbanas u satélites que respondan a los habitantes y los haga comprender que las ciudades tienen unidades vivientes en las cuales no se deben trazar límites si no niveles de integración. Además “el ambiente no es externo al organismo. el ambiente es el sistema o red de relaciones del cual el organismo hace parte“(Camargo, 2005, p.13).

Teniendo en cuenta lo hasta aquí mencionado y concientizándonos que estamos en un mundo con unos recursos naturales cada vez más limitados, es muy difícil imaginar un sector que ofrezca unas ganancias más prometedoras a largo plazo. No solo en las soluciones alimentaria si no por la pluralidad social, cultural, escolar, ambiental y de progreso que se proyecta y anhela con el enfoque a un edificio que acobije las adaptabilidades urbanas perseguidas.

La adaptabilidad urbana que le apunta a la mejora de la calidad físico espacial, es aquella que proyecta vías, que resuelven problemas de asoleamiento y valora las corrientes de viento, además de zonas verdes adecuadas, edificios con fachadas bien orientadas y tipologías de vivienda adecuadas a las condiciones ambientales, logrando elementos adaptables a condiciones climáticas de sequía extrema. Así mismo, es importante contar con criterios bioclimáticos que reduzcan el gasto energético, mejoren el confort y generen un mejor hábitat que potencialice la calidad de vida de los habitantes a la vez que preserve las condiciones ecológicas del entorno. (López y López, 2018, párr. 18).

5 Marco Conceptual

Para establecer los componentes de una huerta urbana es necesario conocer algunos términos que permiten adentrar y establecer lo que se acomoda de la mejor manera a la propuesta conceptual y de diseño.

Por un lado, la FAO ha definido la **agricultura urbana y periurbana** como: “las prácticas agrícolas, dentro de las ciudades y en torno a ellas, que compiten por recursos - tierras, agua, energía, mano de obra - que podrían destinarse también a otros fines para satisfacer las necesidades de la población urbana”. (FAO, 1999; párr.5).

Dentro de esta posición, cabe señalar que la agricultura urbana por medio de huertos comunitarios y a través del proceso diario del cultivo de alimentos, suministran una noción de procesos naturales y mediación, como indica Moreno y Barrera (2019) “la actividad agrícola como una actividad plurinacional, que además de abastecer a la población a nivel alimenticio genera otros valores, como: Paisajísticos, patrimoniales, culturales, y económicos” (p.23). La interrelación de estos cultivos hace ver que la energía humana y el tiempo invertido en los cultivos urbanos proporcionan recompensas económicas y beneficios sociales, a medida que el tiempo de ocio se canaliza en un esfuerzo productivo. Además, al momento de remodelar la ciudad es necesario fijar unas tareas iniciales basados en la experiencia humana, asumiendo lugares como propios, dándole el valor significativo a lo que son, evidenciando el potencial natural, social y cultural, de esta manera se llenan espacios urbanos. Esta es la mejor oportunidad de crecimiento espiritual y aprendizaje creativo, desde el momento en que descansa en el corazón de los habitantes y su ambiente.

En ese marco de beneficios y pluralidad no se puede dejar de lado el concepto de **sostenibilidad**, el cual según Brundtland, 1987 “El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas”, citado por Naciones Unidas (2002, párr. 1), donde se debe buscar mejorar la calidad de vida de las personas sin que exista la necesidad de acudir a utilizar recursos naturales afectando de manera negativa lo que el planeta puede brindar.

Lo anterior hace replantearse y asociar estos dos conceptos con la **seguridad alimentaria**, para ello, de acuerdo con la FAO (1996),

(...) “a nivel de individuo, hogar, nación y global, se consigue cuando todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico y económico a suficiente alimento, seguro y nutritivo, para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias, con el objeto de llevar una vida activa y sana” (citado por FAO, 2011, p.2.).

De esta manera la seguridad alimentaria tiene cuatro componentes básicos, siendo la disponibilidad de alimentos en cantidad y calidad, la accesibilidad que debe tener toda persona para adquirir los alimentos, la utilización que se le debe dar a los alimentos para lograr un estado de bienestar nutricional y la estabilidad permanente de las personas accediendo a los alimentos.

Llegados a este punto, es inevitable relacionar el concepto de calidad de vida, con la definición de **calidad de vida** como: “la satisfacción de necesidades humanas objetivas y subjetivas, individuales y sociales, en función del medio ambiente donde se vive, y sin tratar de privilegiar unas sobre otras, ni satisfacerlas por separado o por etapas” (Baldi, 2010, p.185.).

Con todo esto, no se puede desligar el papel que tiene el uso de **energías limpias** como un medio articulador al agro urbanismo-sostenibilidad-seguridad alimentaria y calidad de vida; tal como lo plantea López (2018) “La tecnología limpia se refiere a la descripción de productos, herramientas o procesos que **buscan la reducción de contaminación medio ambiental, y desechos**. Son elementos que apenas requieren de recursos no renovables.” (párr. 1). Adicional se debe contemplar:

- Aprovechar las fuentes de energía renovables y los materiales, reduciendo el uso de recursos naturales, siendo utilizados de una manera más eficaz y productiva.
- Reducen o eliminan la contaminación y los residuos tóxicos
- Presentan un rendimiento igual o superior en comparación con las ofertas convencionales
- Ofrecen a los inversores, compañías y clientes la promesa de unas ganancias superiores, a los costos iniciales
- Crean puestos de trabajo de calidad en los ámbitos de la gestión, la producción y la utilización.

Con estos conceptos se exalta la convergencia al modelo propuesto y por tanto se procede a hacer un contexto a la ciudad de Bogotá.

5.1 Enfoque técnico

Invernaderos:

Hacen referencia a esas edificaciones que tienen como objetivo principal proteger los vegetales o plantas que se alberguen en su interior. Así mismo, sus condiciones generan un clima artificial con el fin de dar los ambientes mínimos requeridas para el crecimiento de elementos vegetales. Son clasificados según sus características generales, los materiales y forma; estas variables se tienen presente según las condiciones climáticas del lugar.

Los materiales que se utilizados en cubrir los invernaderos deben ser de máxima transparencia y máxima opacidad, de esta manera se controla la cantidad de radiación solar de onda que pueda llegar durante el día y afectar el invernadero, adicional, estos materiales deben permitir que la radiación infrarroja emitida por su interior se pierda en el exterior y se produzcan elevaciones de temperatura.

Para este tipo de construcciones es vital la materialidad, ya se tienen evaluada la eficiencia de la envolvente según su composición química y espesor, siempre destinado a medir la absorción o reflexión de las condiciones exteriores. Debe considerarse el área de los materiales opacos o macizos (maderas, metales, etc.) puesto que también se debe contemplar la radiación que llega al interior, produciendo en la mayoría de los casos una sombra con un área del 10% en los casos más desfavorables.

El vidrio como tal ha sido el primer material implementado en invernaderos, actualmente se implementan en la gran mayoría polímeros, pero el vidrio es implementado en casos de climas extremadamente fríos, también en cultivos especializados con necesidad de mantener una temperatura estable y elevada. No está bien utilizar vidrio cristalino debido a que trasmite muy

fácilmente las condiciones exteriores del clima, afectando directamente el suelo y plantas. Su favorabilidad se ve en las características de durabilidad, no es combustible, transmite la radiación solar.

Considerando lo expuesto hasta este punto, y denotando la importancia de los componentes de la propuesta, se procede a esclarecer los tipos de cultivo a usar, así como de otros elementos técnicos, para vislumbrar su diferencia y denotar su impacto en las condiciones que requieren en cuanto a diseño y arquitectura.

Horticultura:

La horticultura es la ciencia o conjunto de actividades de cultivo que se realizan imitando el diseño de huerto.

La horticultura es esencial y muy importante para el desarrollo de la vida humana debido a que es uno de los principales aportes de alimentos y bienes primarios a partir de los cuales se pueden generar otras combinaciones de alimentos.

(Universidad Autónoma del Estado de México, s.f., p. 2)

La horticultura comprende las siguientes áreas de estudio, según Miranda, 2006:

- Olericultura: incluye producción y mercado de las hortalizas, sean de hoja, raíz, tubérculo o fruto
- Floricultura: Incluye Producción y mercadeo de las cosechas de flores
- Fruticultura o pomología: incluye producción y mercadeo de las frutas
- Aromáticas, medicinales y perfumíferas: incluye su producción y mercadeo

- Fisiología de poscosecha: comprende el mantenimiento de la calidad y prevención de la degradación y pérdida de las cosechas (citado por Cárdenas et. al, 2012, p.29)

Tipos de Cultivos y técnicas

Cabe resaltar, que, a diferencia de los cultivos tradicionales, donde se realizan fertilizaciones continuas con químicos y aspersiones con fungicidas, en el agro urbanismo se puede prescindir de estos, ya que se puede usar como sustrato el compost y el fungicida no se hace indispensable debido a la extensión reducida de los cultivos. Esto, además de ser un ahorro económico, también lo es ambiental (...) (Navas y peña, s.f., p.77)

Por tanto, se busca aprovechar las diferentes técnicas explicadas a continuación:

- **Aeroponía:**

La Aeroponía es el proceso de cultivar plantas en un entorno de niebla sin hacer uso de suelo o sumergiendo la raíz total o parcialmente en una solución nutritiva, es una técnica avanzada y de tecnología un poco más compleja que el sistema hidropónico tradicional. (Agricultures, 2015, párr.2)

- **Hidroponía:**

Es un conjunto de técnicas que sustituye al suelo también es denominada agricultura sin suelo, permite diseñar estructuras simples y/o complejas favoreciendo las condiciones ambientales idóneas para producir cualquier planta de tipo herbáceo aprovechando en su totalidad cualquier área (...) (Vivae Natura, s.f., párr. 1)

- Acuicultura:

La acuicultura es el cultivo de organismos acuáticos tanto en zonas costeras como en el interior que implica intervenciones en el proceso de cría para aumentar la producción.

Es probablemente el sector de producción de alimentos de más rápido crecimiento y representa ahora el 50 por ciento del pescado destinado a la alimentación a nivel mundial. (FAOa, s.f., párr. 1)

- Acuaponia:

(...) como el cultivo en condiciones controladas de organismos acuáticos vegetales y animales, destacándose particularmente la rama de la “piscicultura” como la más importante en cuanto volumen producido, seguida en orden de importancia por otros animales, tales como crustáceos y moluscos. (Candarle, s.f. p.4)

- Invernadero:

Es una construcción agrícola de estructura metálica, usada para el cultivo y/o protección de plantas, con cubierta de película plástica translúcida que no permite el paso de la lluvia al interior y que tiene por objetivo reproducir o simular las condiciones climáticas más adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas establecidas en su interior, con cierta independencia del medio exterior y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de las personas en el interior. Los invernaderos pueden contar con un cerramiento total de plástico en la parte superior y malla en los laterales. (Hydro Environment, s.f., párr. 1)

Técnicas hidropónicas

Las técnicas hidropónicas se seleccionan dependiendo de la planta que se desea cosechar, atendiendo a la forma, tamaño y desarrollo de esta, como lo explica Loss Makkokes, s.f., las principales técnicas de cultivo hidropónico son:

- Recircularte

Las raíces están sumergidas en una solución nutritiva, en la cual se regulan constantemente su pH, aireación y concentración de sales. La variante más conocida es la Técnica de Película Nutriente (NFT), basada en la recirculación constante de la solución nutritiva en contacto con la parte baja de la raíz. (párr. 1)

- Aérea o Aeroponía

“Consiste en mantener las raíces libres de cualquier otro medio quedando en contacto con el aire y dentro de un medio oscuro. La solución nutritiva se aplica en forma de nebulización por medio de nebulizadores, controlados por temporizadores.” (párr. 3)

- Raíz flotante o estacionaria

“Consiste en utilizar contenedores de cualquier tipo de material el cual no debe permitir el paso de luz protegido por una tapa con orificios encargada de sostener al cultivo permitiendo que las raíces estén en contacto con la solución nutritiva.” (párr. 2)

- Técnicas con sustrato (orgánico o inorgánico)

Se parece en muchos aspectos al cultivo convencional en tierra y es el más recomendado para quienes se inician en la hidroponía. En lugar de tierra se emplea algún material denominado sustrato, el cual no contiene nutrientes y se

utiliza como un medio de sostén para las plantas, permitiendo que estas tengan suficiente humedad, y también la expansión del bulbo, tubérculo o raíz. (párr. 4)

Clasificación de Hortalizas

No se puede dejar de mencionar, el hecho que “las hortalizas, son plantas herbáceas de cultivo intensivo o extensivo, que se cultivan para el aprovechamiento de las partes útiles o comestibles, como hojas, tallos, raíces, flores, frutos y bulbos, en estado fresco, cocinadas o industrializadas” (Cárdenas et. al, 2012, p.28) y por tanto se explica a continuación las clasificaciones que existen, las más utilizadas según ICA (1983) son (citado por Cárdenas et. al, 2012, p. 35-36):

- Parte comestible
 - Hortalizas de raíz: zanahoria, remolacha, rábano, nabo y arracacha.
 - Hortalizas de tallo: apio, esparrago y coles.
 - Hortalizas de fruto: tomate, ají, pimentón y berenjena.
 - Hortalizas de flor: brócoli, coliflor y alcachofa.
 - Hortalizas de hoja: lechuga, repollo, col, acelga, espinaca, cebolla de rama, cilantro y apio.
 - Hortalizas de bulbo: ajo, cebolla y bulbo.
 - Hortalizas de semilla: frijol, arveja y haba.
- Duración
 - De acuerdo con la duración del cultivo en el campo.

-Hortalizas perennes: alcachofa, esparrago, cebolla de rama.

-Hortalizas anuales: arracacha.

-Hortalizas semestrales: apio, cebolla de bulbo, ajo, puerro.

-Hortalizas rápidas: lechuga, cilantro, espinaca, rábano, acelga.

- Clima

-Hortalizas de clima cálido (0 - 1.000 msnm): ají, berenjena, pimentón.

-Hortalizas de clima medio (1.000 - 1.800 msnm): tomate, ají, pimentón, habichuela, pepino.

-Hortalizas de clima frío (1.800 - 2.800 msnm): lechuga, zanahoria, remolacha, repollo, coliflor, brócoli, rábano, apio, acelga y espinaca.

- Presentación al consumidor

-Primera gama: hortalizas frescas y otros productos conservados mediante métodos tradicionales como la deshidratación, salazón y fermentación. De esta forma, se pueden obtener hortalizas desecadas (pigmentos secos), deshidratadas, y los populares encurtidos (pepinillos, cebolletas, pimentones, etc.)

-Segunda gama: incluye las conservas sometidas a un tratamiento térmico, se garantiza mayor vida útil del producto.

-Tercera gama: hortalizas congeladas.

-Cuarta gama: hortalizas lavadas, peladas, cortadas y envasadas en condiciones especiales (atmosféricas modificadas o controladas) y listas para el consumo (por ejemplo, ensaladas variadas)

-Quinta gama: se refiere a los productos cocinados (salas de hortalizas, sofritos) o a una mezcla de cocinados con hortalizas frescas.

Energías renovables

Sumado a esto, como se ha mencionado en los anteriores capítulos el uso de energías limpias es una prioridad para garantizar la sostenibilidad, donde día a día evidenciamos que el uso de estas energías cobra más importancia, luchando contra el cambio climático, donde acciones que inician desde el modelo energético que implementaremos son el punto de partida como solución positiva, donde veremos los resultados en un futuro inmediato, razón por la cual en la figura 1 se exponen diferentes tipos de estas energías renovables sabiendo que existen una gran variedad, pero para nuestra investigación las siguientes opciones fueron las más abordadas:



Figura 1 Energías Renovables. Se seleccionaron unos de los varios tipos de energías renovables, donde se quiso rescatar lo más importante de cada una y obtener de forma comparativa un ejemplo más compacto.

Adaptado de: “Energías renovables: características, tipos y nuevos retos” Factor Energía, 2018, párr. 11, recuperado de <https://www.factorenergia.com/es/blog/noticias/energias-renovables-caracteristicas-tipos-nuevos-retos/>.

Recolección de aguas lluvias

La ciudad de Bogotá, presenta dos períodos de más lluvias durante el año, el que popularmente se denomina “invierno”, y dos períodos de menos lluvias que llamamos verano. El primero, se inicia en marzo y dura todo abril y mayo; el segundo, empieza en septiembre y dura todo octubre y noviembre; existen meses de transición entre los diferentes períodos como son: los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre, los cuales se presentan con días alternados de lluvias y tiempo seco. (IDEAM, s.f., p,27.)

Aun así, Bogotá sigue siendo una ciudad con bastantes precipitaciones, lo que facilita implementar sistemas de recolección de aguas lluvias como el que se muestra en la figura 2, donde por medio de la captación, transporte, almacenamiento, filtro o pretratamiento y el sistema de control se puede obtener un sistema de circulación de agua tratada para abastecer los ambientes necesarios:



Figura 2 Proceso de recolección de aguas lluvias, donde se quiere por medio de esta grafica el paso a paso de los puntos más importantes que influyen en la recolección de aguas lluvias.

Adaptado de: “guía de diseño para captación del agua lluvia”, Organización Panamericana de la Salud, 2004, p 4-8, recuperado de

<https://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%204%20Lluvia/Guia%20de%20dise%C3%B1o%20para%20captaci%C3%B3n%20del%20agua%20de%20lluvia.pdf>.

Lombricultivo

Consiste en un cultivo intensivo de lombrices, donde por medio de una técnica específica se utiliza una lombriz domesticada, de esta manera se les da un segundo uso a los residuos orgánicos, transformando esto en lo que se conoce como humos o lombricompost, siendo una buena fuente de energía, ya sea como proteína o harina, siendo una excelente forma de continuar con el proceso agrícola. La humedad es un factor de mucha importancia ya que influye en la reproducción.



Figura 3 Esquema general de un Biosistema de reciclaje haciendo uso de la lombricultura, en este se exponen los actores que están involucrados en el proceso de aplicación a un Lombricultivo.

Tomado de "Diseño e implementación de una planta de producción de lombricompost a escala piloto y un invernadero en el corregimiento del ingenio municipio de Sandona, López L., 2012, p. 12, recuperado de <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/86376.pdf>.

A través de la lombricultura se pretenden rescatar todos los recursos que se pierden. La palabra basura o desecho es nada más que sinónimo de desconocimiento, ya que existen tecnologías para aprovecharlos y la lombricultura es una de ellas. (Acosta L y Brand H, 1992), (citado por Alvarado y Diaz, 2019, p.10)

Aprovechar al máximo los residuos orgánicos genera muchos beneficios, algunos de estos son según la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos – UAESP (s.f., p.18):

Ambientales:

- Reducen la cantidad de residuos que llegan al relleno sanitario.
- Se transforman en materia prima para fertilización ecológica.
- Contribuyen a la recuperación de suelos degradados.
- Facilitan la transición hacia modelos de agricultura ecológica u orgánica.
- Mitigan la emisión de gases de efecto de invernadero, al utilizar abonos orgánicos en sustitución de fertilizantes sintéticos.
- Incentivan el aumento de la cobertura vegetal de la ciudad, al tener disponibilidad de sustratos para cultivar plantas, que aumentan la tasa de fijación de dióxido de carbono, lo que mitiga el calentamiento global.
- Disminuyen la presión sobre los recursos naturales como la tierra negra y el petróleo (materia prima de fertilizantes sintéticos), al reducir su consumo.

- Regulan el pH del suelo, y su aplicación es benéfica en la producción de cultivos.
- Aplacan los olores ofensivos que se derivan de la descomposición de los residuos en el relleno sanitario, que afectan principalmente a las personas que viven cerca al relleno.

En 2m de cama se puede sembrar 5kg de lombriz, se les aplica alimento cada 7 días, y debe ser regado constantemente para mantener una humedad adecuada. A los 2 meses y medio el abono está listo para ser cosechado, previamente de deben dejar las lombrices sin alimento por doce días para estar hambrientas y salgan a la superficie, de esta manera se puede extraer el abono.

5.2 Marco Contextual

En las transformaciones globales escenarios respecto a agro urbanismo-sostenibilidad-seguridad alimentaria-energías limpias-calidad de vida, conceptos abordados anteriormente se presentan con más fuerza, algunos ejemplos están en (Pernick y Wilder, 2008):

- Chicago: esta ciudad lidera el mundo con más de 230.000 metros cuadrados de tejados verdes, que presentan tangibles ahorros de dinero más allá de su valor escénico. Estos tejados aíslan mejor que la mayoría los tejados convencionales y permiten ahorrar energía en calefacción y refrigeración, captan el agua de la lluvia y reduce los costos a largo plazo en mantenimiento y reparaciones.

- Friburgo: es la capital alemana con más energía solar del mundo. los alemanes son los números uno en la producción mundial y el uso de la energía solar, Friburgo es el centro espiritual de esta industria.
- Nueva York: dentro de sus innumerables aportes arquitectónicos y urbanos, cabe resaltar que es la urbe mejor preparada en América en caso de una crisis del petróleo, esto gracias a las fuertes políticas de reducción del transporte privado y el fortalecimiento de las estructuras de transporte público.
- Copenhague: Teniendo en cuenta su encanto visual, también es una ciudad que a 3 kilómetros Mar adentro frente a sus puertos cuenta con la instalación eólica marina más grande del mundo, el parque eólico Middelgrunden.

Partiendo de este contexto y examinando en Bogotá los escenarios pertinentes se encontró por un lado que la institución de la agricultura urbana surgió en el “2004 dentro del programa de “Bogotá Sin Hambre” de la alcaldía de Luis Eduardo Garzón (2004 -2007) que se articuló en el Plan de Desarrollo de este periodo” (Sánchez, 2009, p. 43).

No obstante, dados los altos niveles de pobreza y de inseguridad alimentaria de la ciudad, la Alcaldía de Luis Eduardo Garzón, para el periodo de 2004 y 2007, y dentro del Plan de Desarrollo, “Bogotá Sin Indiferencia”³³ , promueve la formulación y la ejecución del proyecto 319 de AU, liderado por el Jardín Botánico “José Celestino Mutis”, una alternativa que, en la perspectiva de la administración distrital, se constituyó en una alternativa socio-ambiental “que involucra tres esferas de injerencia: Hábitat y Ambiente, Seguridad Alimentaria y Nutricional, Desarrollo Humano Sostenible” (Jardín Botánico “José Celestino Mutis”, 2007, p.4) (citado por Sánchez, 2009, p. 44).

Adicionalmente, se detectaron ciertos instrumentos normativos que propenden a los temas abordados en esta propuesta, por lo tanto, es necesario un aparte de los mismos.

5.3 Marco legal

En base a las intenciones hasta aquí nombradas, se optó por asociar normativamente la propuesta en sus diferentes escalas:

A nivel global, se enlazo un primer ente como es la ONU por medio de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) los cuales, como se ve en la figura 4, abarcan varios propósitos del proyecto y ratifican la necesidad del mismo.



Producido en colaboración con TROJLBACK COMPANY | TheGlobalGoals@trojback.com | +1 212 528 1010
Para cualquier dato sobre la utilización, por favor comuníquese con: dpicampagne@un.org

Figura 4 Objetivos de desarrollo sostenible, en esta imagen se evidencian los 17 objetivos de Desarrollo Sostenible que hacen parte de la Agenda 2030.

Tomado de: “Objetivos de Desarrollo Sostenible, Naciones Unidas, 2015, recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>.

Teniendo en cuenta la importancia e impacto de estos objetivos y la correlación del proyecto, se consideró el enfoque nacional; detectando los siguientes planes y leyes.

Plan Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (2012 -2019) Gobierno Nacional

Dentro del Plan Nacional de seguridad Alimentaria y Nutricional (2012-2019), el gobierno nacional mediante el documento Conpes Social, fijo una Política de Seguridad Alimentaria y Nutricional, generando estrategias, con virtud en contribuir de manera positiva en ejecutar dicho plan, (Plataforma de seguridad alimentaria y nutricional, 2020, párr.2):

El PNSAN es el conjunto de objetivos, metas, estrategias y acciones propuestos por el Estado Colombiano, en un marco de corresponsabilidad con la sociedad civil, que tienen por objeto:

- 1) proteger a la población de las contingencias que conllevan a situaciones indeseables y socialmente inadmisibles como el hambre y la alimentación inadecuada
- 2) asegurar a la población el acceso a los alimentos en forma oportuna, adecuada y de calidad
- 3) lograr la integración, articulación y coordinación de las diferentes intervenciones intersectoriales e interinstitucionales.

Ley 1549 de julio 05 de 2012

“Por medio de la cual se fortalece la institucionalización de la política nacional de educación ambiental y su incorporación efectiva en el desarrollo territorial.” (Ministerio de educación, s.f., párr. 1)

ARTÍCULO 9o. FORTALECIMIENTO DE LAS ESTRATEGIAS A LAS QUE
HACE REFERENCIA LA POLÍTICA NACIONAL DE EDUCACIÓN

AMBIENTAL. Todos los sectores e instituciones que conforman el Sistema Nacional Ambiental (SINA), deben participar técnica y financieramente, en: a) el acompañamiento e implementación de los PRAE, de los Proyectos Ciudadanos y Comunitarios de Educación Ambiental (Proceda), y de los Comités Técnicos Interinstitucionales de Educación Ambiental (Cidea); estos últimos, concebidos como mecanismos de apoyo a la articulación e institucionalización del tema y de cualificación de la gestión ambiental del territorio, y b) En la puesta en marcha de las demás estrategias de esta política, en el marco de los propósitos de construcción de un proyecto de sociedad ambientalmente sostenible (L. 1549, art 9, 2012).

Proyecto 319 de Agricultura Urbana

Por medio del proyecto generado en el año 2004, “El Jardín Botánico de Bogotá implementó el programa de agricultura urbana por medio del Proyecto 319 de “Agricultura Urbana, Investigación y aprovechamiento de los usos potenciales de especies vegetales andinas y exóticas de clima frío” (Salamanca, 2016, p.10).

Se tienen tres ejes de intervención en el programa de agricultura urbana; siendo su primer eje, la capacitación de personas con interés de desarrollar prácticas de AU dentro de la ciudad, la cual se realiza por medio de talleres teóricos prácticos; como segundo eje, se tiene el acompañamiento técnico y social de los grupos que son capacitados y que generan procesos de AU, en este componente se desarrollan a la vez investigaciones sobre técnicas de cultivo, manejo de tierra, semillas y compostaje; el último eje, busca consolidar la Red de Agricultores Urbanos de

Bogotá, como su nombre lo indica se crean redes de socialización y participación entre los agricultores urbanos del Distrito, que les permitan compartir experiencias, conocimientos y productos (Barriga & Leal, 2011; JBB, 2016). (Citado por Salamanca, 2016, p.10).

Acuerdo 605 de 2015 – Artículo 1°

Formula los lineamientos para institucionalizar el programa de agricultura urbana y periurbana agroecológica de manera sostenible y de bajos costos para la ciudad. De igual manera este programa tiene por objeto contribuir con la adaptación del cambio climático utilizando prácticas propias de la agroecología, el fortalecimiento del tejido social por medio de las redes y grupos de trabajo para el establecimiento de cultivos limpios y por ultimo favorecerá la disponibilidad de alimentos sanos en las huertas de los hogares. (Acuerdo 605, art 1, 2015)

Decreto 566 de 2014

“Por el cual se adopta la política pública de eco urbanismo y construcción sostenible de Bogotá, distrito capital 2014-2024” (Dec. 566, 2014). En el Artículo 12°:

Eje 3: Cultura y Educación ciudadana para la sostenibilidad- Este eje está fundamentado en el cumplimiento del cuarto objetivo específico de la presente política: Lograr la apropiación de las prácticas de eco urbanismo y construcción sostenible por parte de los diferentes sectores sociales.

Su implementación se hará a través de las siguientes líneas de acción:

1. Capacitación de actores estratégicos.

Tiene como objeto capacitar líderes sociales y promover la capacitación de los actores privados sobre prácticas de eco urbanismo y construcción sostenible.

2. Educación formal para la sostenibilidad.

Incorpora conceptos y prácticas adecuadas que mejoren la relación del ser humano con el ambiente, mediante la realización de actividades académicas.

3. Sensibilización y comunicación.

Busca concientizar a la ciudadanía sobre la necesidad de adoptar un estilo de vida que promueva la sostenibilidad urbana, la práctica de costumbres sanas para el ambiente y la apropiación social de los espacios que se ocupan. (Dec. 566, art 13, 2014)

Se debe agregar que Bogotá en los proyectos del plan de desarrollo vigente en el eje transversal 3 apunta a la sostenibilidad ambiental basada en la eficiencia energética, busca la conservación y producción para el fortalecimiento de la economía en el marco de la reconversión productiva, también ahonda en la recuperación de la estructura ecológica enlazada a la ruralidad bogotana por medio de bienes y servicios eco sistémicos.

Por todo esto, se reitera la importancia de implantar un modelo de huertas urbanas en Bogotá, contemplando la propuesta como una herramienta en el re-planificación misma de la ciudad, en aras para la construcción de un entramado integro, en el que convergen sociedad, economía, ambiente, conocimiento y calidad de vida.

5.4 Marco Referencial

El primer referente que sienta sus estudios es el ecologista Dickson Despommier en el año 1999, actualizando el concepto de agricultura vertical, aplicado en un proyecto que define como “The Vertical Farm”, en esta definición promueve parámetros sostenibles aplicados al edificio, este libro nació como una opción de aplicación de Huertas Verticales, donde pises como Corea, inicio una investigación agrícola vertical, y en Japón iniciaron con una publicidad donde se mostraban alimentos libres de radiación. (ver figura 5)



Figura 5 The Vertical Farm, es una representación que hace parte del libro de Dickson Despommier, donde se plantea una propuesta visual de cómo sería una granja vertical.

Tomado de: “Hablando de granjas verticales: una entrevista con Dickson Despommier, Greenaway, 211, Grist, recuperado de <https://grist.org/urban-agriculture/2011-11-29-talking-vertical-farms-with-the-expert-an-interview-widespommier/>.

Luego entre las propuestas más recientes, en el 2002, el arquitecto Kenneth Yeang, expone la propuesta de un proyecto abordado desde la ecología, donde el edificio era de uso

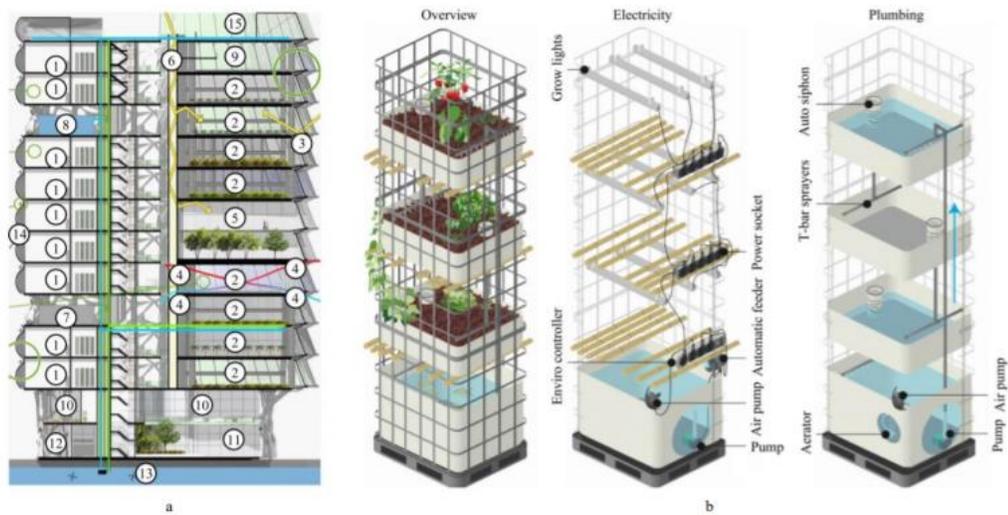
mixto entre habitabilidad y servicio, esto beneficia directamente a la comunidad que se encuentre directamente relacionada con el proyecto, pero a diferencia del anterior explica que los espacios por el contrario deben ser más abiertos.

Sin embargo, actualmente se han desarrollado pocos proyectos, de ellos se destaca uno que está en construcción en la ciudad de Linköping, al sur de Suecia, nombrado como “World Food Building”, (ver figura 6) donde se espera que entre en operación para el 2020, del cual se tiene la expectativa de generar 500 toneladas de alimentos.



Figura 6 World Food Building, muestra de Proyecto definido como “Cerrado, Limpio y Controlado”, sus promotores aseguran que será un modelo internacional para la producción de alimentos sostenibles a gran escala en las grandes ciudades.

Tomado de: “Suecia construye el World Food Building, el primer rascacielos con invernadero Vertical del mundo”, Ecoinventos, 2019, recuperado de <https://ecoinventos.com/world-food-building/>.



1. Hydroponic and Aquaponics 2. Location for crop selection 3. Reflective edge or light shelf 4. Multiple ventilation scenarios 5. Orchard section 6. Light tube
7. Plant level, location is flexible 8. Water storage level 9-10. Restaurant and café 11. Entry 12. Storage 13. Water turbines 14. Wind turbines 15. Rooftop farming.
Source: <https://www.mediamatic.net>.

Figura 7 Diseño conceptual de la granja urbana del cielo, es una propuesta de diseño de granja vertical para un sitio ubicado en el centro de Seúl (ganador del premio freen dot design award 2013)

Tomado de: “Advances in greenhouse automation and controlled environment agriculture: A transition to plant factories and urban agriculture” Redmond Shamshiri, 2018, p.14, recuperado de:

https://www.researchgate.net/figure/Conceptual-design-of-the-urban-sky-farm-a-vertical-farm-design-proposal-for-a-site_fig4_322834975.

En el video “Granjas verticales/ El futuro de la agricultura/ Tendencias Tecnológicas” (Tendencias Tecnológicas, 2019), se nombran algunos ejemplos alrededor del mundo, de donde se puede evidenciar el óptimo manejo del espacio interior para ubicar las huertas verticales, uno de estos es una granja vertical que realizaron en Japón, inicio su producción en el año 2012, cuenta con un total de 2300 m² destinados a la producción de 10.000 cabezas de lechuga al día, el doble de la producción tradicional y como ventaja consume el 40% menos de energía y el 99% menos de agua. (ver figura 8)



Figura 8 Interior de la Granja Japonesa Robotizada, en esta imagen se puede evidenciar como es el manejo del espacio en altura para mantener los cultivos, así como el manejo de luz led artificial.

Tomado de: “La granja japonesa robotizada 100 veces más productiva nacerá en 2016”, Republica, 2015, recuperado de <https://www.republica.com/ciencia-para-todos/2015/10/19/la-granja-japonesa-robotizada-100-veces-mas-productiva-nacera-en-2016/>.

A través de sistemas automáticos se modifican variables como iluminación, riego y nutrientes, evitando desperdicios, así como no es necesario el uso de pesticidas ni fertilizantes ni otros componentes químicos, los cuales de cierta manera son dañinos para el medio ambiente contaminando el suelo y el aire, no se piensan en malas cosechas ni plagas, en conclusión, siendo granjas totalmente automatizadas.

Otro ejemplo del video, es “Urban Oganics”, ubicada en Minnesota – Estados Unidos, donde utilizan la hidroponía, haciendo uso de soluciones acuosas, para esta granja vertical han logrado cultivar tres variedades de col rizada, dos tipos de acelga, perejil italiano y cilantro. (ver figura 9)



Figura 9 Interior de Urban Organic, es un ejemplo del manejo de la estructura para acomodar las camas de cultivo.

Tomado de: “¿No hay suelo? O sol? Esta granja Urbana está criando alimentos frescos de una manera completamente nueva”, Subramanian, 2014, recuperado de <https://nationswell.com/brewery-turned-urban-farm-fresh-organics-growing-fresh-food/>

Otro referente visto en el video es la empresa “Aerofarms” está ubicada en Nueva Jersey, es la más grande del mundo, con un espacio de 6.500m² y una producción de más de 900 toneladas de vegetales al año, si comparamos esto con cuanto espacio se requiere para llevar a cabo la producción de estos alimentos en la siembra tradicional estaríamos hablando de aproximadamente 139.000 m², emplean la Aeroponía como método de cultivo, reduciendo en un 95% la cantidad de agua empleada en comparación a los métodos tradicionales. (ver figura 10)



Figura 10 Interior de AeroFarms, en esta imagen podemos evidenciar la magnitud de los cultivos verticales en un solo espacio, aprovechando al máximo el área de producción.

Tomado de: "Estamos transformando la agricultura", AeroFarms, s.f., recuperado de <https://aerofarms.com/>.

De los anteriores ejemplos y sin dejar a un lado algunas investigaciones ya realizadas, se concluye que este tipo de proyectos resultan viables desde un punto de vista sostenible, debido a que su consumo de agua es mucho menor en un 70% y ahorra en emisiones de dióxido de carbono, esto en comparación con la industria productora de alimentos.

No obstante, siguen existiendo desventajas que se plantean desde un punto de vista económico, entre ellas están, el alto consumo energético necesario para la producción ya que es necesario disponer de luz artificial tipo led, pero gracias a la luz led los cultivos crecen en un tiempo más corto comparado con los métodos tradicionales.

Sin embargo, Despommier (2015, párr. 15) plantea las siguientes ventajas:

Ventajas de la agricultura vertical

- Producción de cultivos durante todo el año.
- Elimina la escorrentía agrícola.
- Reduce significativamente el uso de combustibles fósiles (máquinas agrícolas y transporte de cultivos)
- Hace uso de propiedades abandonadas o no utilizadas
- No hay malas cosechas relacionadas con el clima.
- Ofrece la posibilidad de sostenibilidad para los centros urbanos.
- Convierte el agua negra y gris en agua potable.
- Agrega energía a la red a través de la generación de metano.
- Crea nuevas oportunidades de empleo urbano.
- Reduce el riesgo de infección por agentes transmitidos en la interfaz agrícola
- Devuelve las tierras de cultivo a la naturaleza, ayudando a restaurar las funciones y servicios del ecosistema
- Controla alimañas mediante el uso de residuos de restaurantes para la generación de metano

6 Aspectos Metodológicos

Generalmente un modelo arquitectónico, tiene diferentes características y varían dependiendo de su función, así mismo estas están determinadas por las condiciones del lugar, ya sean naturales o artificiales. En este orden de ideas nacen una necesidad de categorizar los conceptos de esta investigación de la siguiente manera:

1. Analizar y definir los elementos a cultivar, propios de la demanda del lugar.
2. Referentes de proyectos diseñados y/o ejecutados con características similares.
3. Condiciones de microclimas artificiales, simular pisos térmicos por medio de un elemento artificial como lo es el edificio.
4. Elementos de energías alternativas.
5. Características de Bogotá.

Dentro de los métodos de investigación realizados, se inició con un método analítico, debido a que se realizó la revisión de los elementos por separado para conseguir un acopio de la información. Partiendo de esto, se delimito la problemática a tratar y por tanto se determinó la necesidad de modelos de huertas en altura para la ciudad de Bogotá.

A raíz de esto, la investigación requirió de niveles teóricos, explicativos y descriptivos. Siendo el primero como su nombre lo dice la teorización de temáticas como agro urbanismo, sostenibilidad, compostaje, energías limpias y construcción de tejidos socio-ambientales en línea con el problema y los objetivos. En cuanto a lo explicativo, se presentan diferentes asociaciones globales y componentes normativos que demuestran la connotación de la propuesta en las diferentes escalas. Respecto a lo descriptivo, se asumen componentes técnicos en cuanto a

funcionamiento de los cultivos y sistemas energéticos eficientes y de bajo impacto a manera de herramientas para el diseño urbano y arquitectónico.

Posteriormente se empleó la metodología de acciones y resultados, ya que este proyecto requiere una comprensión en cuanto a localización y condiciones físicas, determinando un escenario central como lo es Chapinero.

Teniendo en cuenta el método descrito, el proceso de diseño converge las teorías, conceptos y en general el conocimiento recopilado para rematar en un edificio ejemplar, que sea pionero y a la vez sea asumido por los habitantes de Bogotá como un aporte a la demanda alimentaria de la ciudad, que enriquece las diferentes estructuras y funcione como satélite sostenible para la ciudad. Lo anterior se condensa en la tabla 2:

Tabla 2

Técnicas e instrumentos metodológicos

Fase	Técnicas y Herramientas	Alcances
1. Método analítico	Recopilación Bibliográfica	Identificación del problema y línea temática
2. Nivel teórico, explicativo y descriptivo	Clasificación de la información por medio de diagramas y capítulos	Herramientas y conocimientos para aplicar al diseño arquitectónico
3. Resultados	Georreferencia, Volumetrías, graficación	Localización y propuesta arquitectónica

Elaboración propia.

7 Planteamiento y Propuesta

Para el proceso de diseño que da respuesta al problema planteado, se aborda un acercamiento en dos etapas, el primero basado en el prototipo arquitectónico pensado desde los módulos como espacios adaptables que cumplen con características y condiciones específicas según el tipo de cultivos; y el segundo basado en las condiciones para establecer las posibles localizaciones del proyecto y las condiciones físicas de este.

En cuanto al diseño formal, partiendo del punto fijo como centralidad del prototipo siendo vínculo directo con los demás niveles, el primero tendrá como función el ingreso de insumos y salida de producto acompañado de espacios de servicios, a partir de este nivel, lo siguientes serán de producción, alrededor del punto fijo se generan los espacios complementarios y las zonas de producción frente a estos. Teniendo en cuenta que es un prototipo que permite replicabilidad, se plantean diferentes opciones de aplicación de los módulos, como se ve en la figura 11, las zonas de producción son las que se prestan para esta variación de posibilidades siempre en torno a lo que se ve como servicios de apoyo o espacios complementarios. Complementando la posibilidad de que este prototipo sea adaptable, se piensa en como la forma arquitectónica permitirá satisfacer esa necesidad de climática, así que por medio de una sustracción en la fachada frontal se generara una forma específica del prototipo permitiendo iluminación natural y circulación de vientos, resaltando dilataciones que permiten enseñar y resaltar la repetición de los módulos, de esta manera al momento de la identificación posterior de condiciones específicas, el vacío generado en su interior será un factor importante que permitirá ajustar los materiales en fachadas según la necesidad. (ver figura 11)

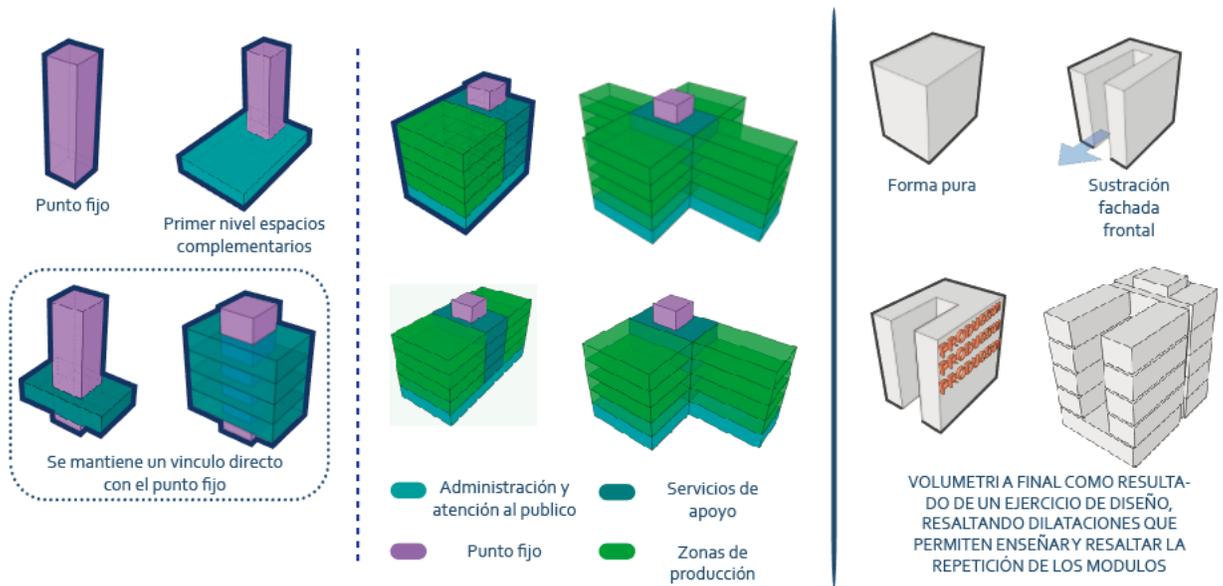


Figura 11 Expresión Formal y Composición Arquitectónica. Se presenta el proceso conceptual de la forma arquitectónica hasta seleccionar el prototipo como propuesta de aplicación.

Elaboración propia.

En ese orden de ideas se tiene como eje principal la relación espacial que debe existir entre los espacios de producción y sus espacios complementarios. Esa misma relación da respuesta a la necesidad técnica que tienen los cultivos.

Respecto a las relaciones, se propone una mezcla espacial multidireccional que otorga al edificio un carácter flexible donde los espacios son fluidos, fomentando relaciones activas, sin embargo, como en toda propuesta es necesario tener claro cuáles deben ser las relaciones espaciales, de esa manera se contemplan cinco zonas generales, una primera de carácter público, una segunda administrativa, una tercera destinada a todo el proceso de producción, la cuarta son aquellos espacios que tienen como función brindar apoyo a los espacios y procesos de producción y por último los espacios técnicos y de servicios. Teniendo eso como primicia se plantea el siguiente organigrama (ver figura 12):

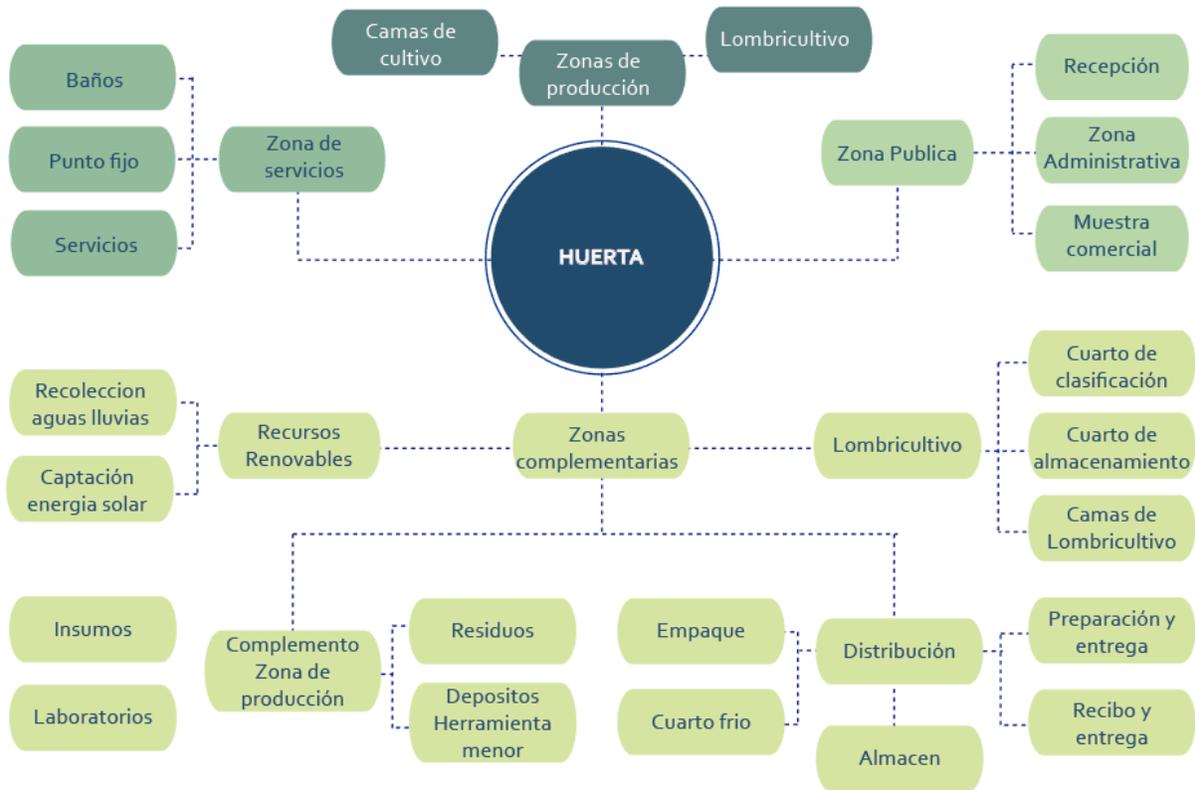


Figura 12 Propuesta Programa Arquitectónico. Se presenta por medio de este organigrama los espacios necesarios que complementaran la huerta, los cuales permitirán que esta cumpla con su función principal.

Elaboración propia.

Teniendo una distribución arquitectónica se proponen las siguientes plantas (ver figuras 13, 14 y 15), en las que se incluyen todos los espacios antes mencionados, manteniendo la idea del proyecto al ser un modelo arquitectónico adaptable, esto quiere decir que dependiendo de los cultivos que se vayan a incluir se pueden hacer modificaciones de ubicación, pero manteniendo la forma de los módulos.

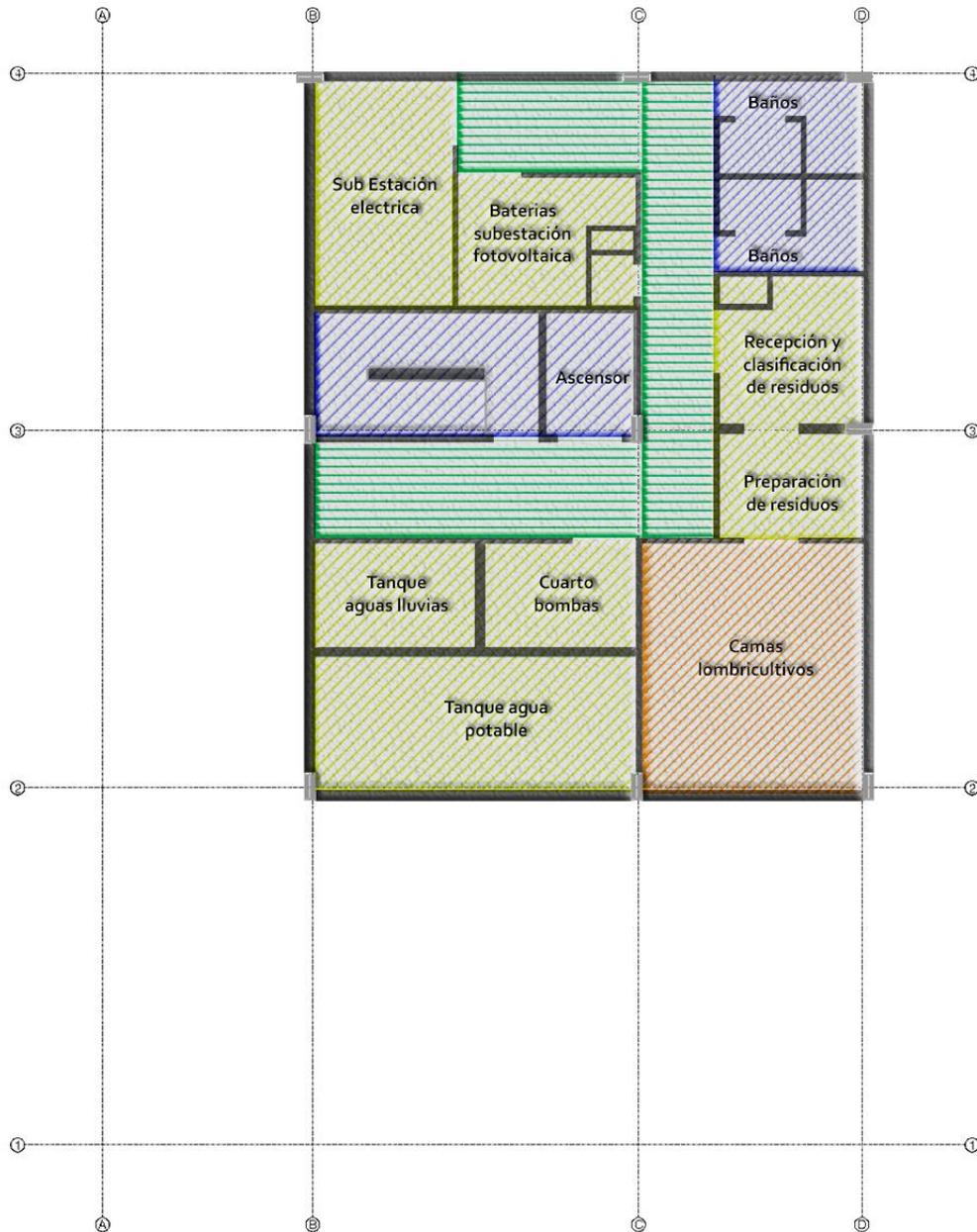


Figura 13 Planta Sótano, la cual está compuesta por las escaleras y baños que hacen parte del punto fijo, servicios, la subestación eléctrica, Baterías subestación fotovoltaica, Tanque aguas lluvias, Cuarto bombas, Tanque agua potable, Recepción y clasificación de residuos que hacen parte de los servicios complementarios y las camas Lombricultivo que hacen parte del área de producción. (ver anexo “Plano – Planta sótano”)

Elaboración propia

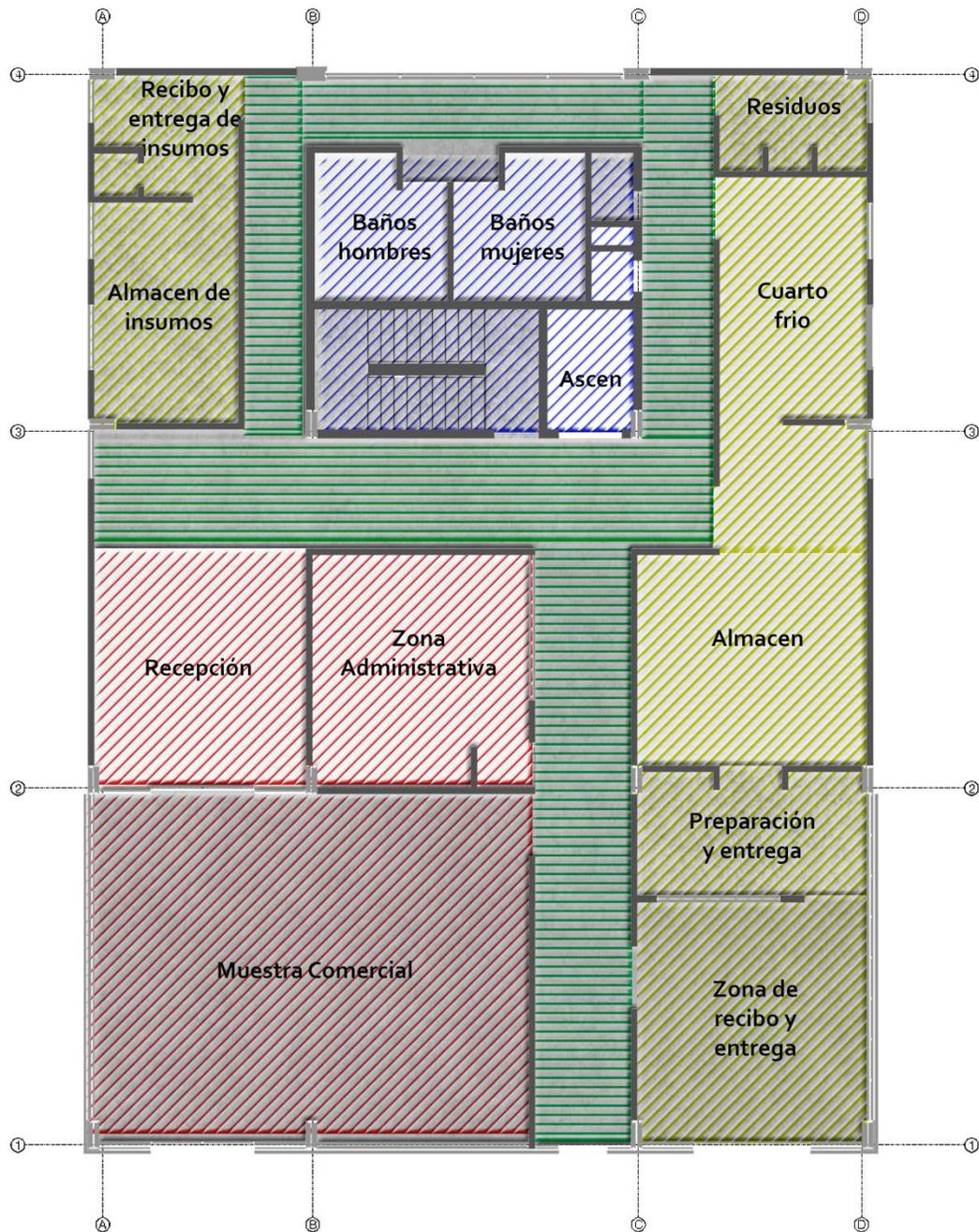


Figura 14 Planta tipo nivel 1, la cual está compuesta por el punto fijo, asesor de carga, montacargas, y baños los cuales hacen parte del punto fijo, Zona administrativa, muestra comercial y recepción que hacen parte de la zona pública, recibo y entrega de insumos, almacén de insumos, residuos, cuarto frío, almacén, preparación y entrega y zona de recibo y entrega hacen parte del área complementaria. (ver anexo “Plano – Planta tipo – nivel 1”)

Elaboración propia.

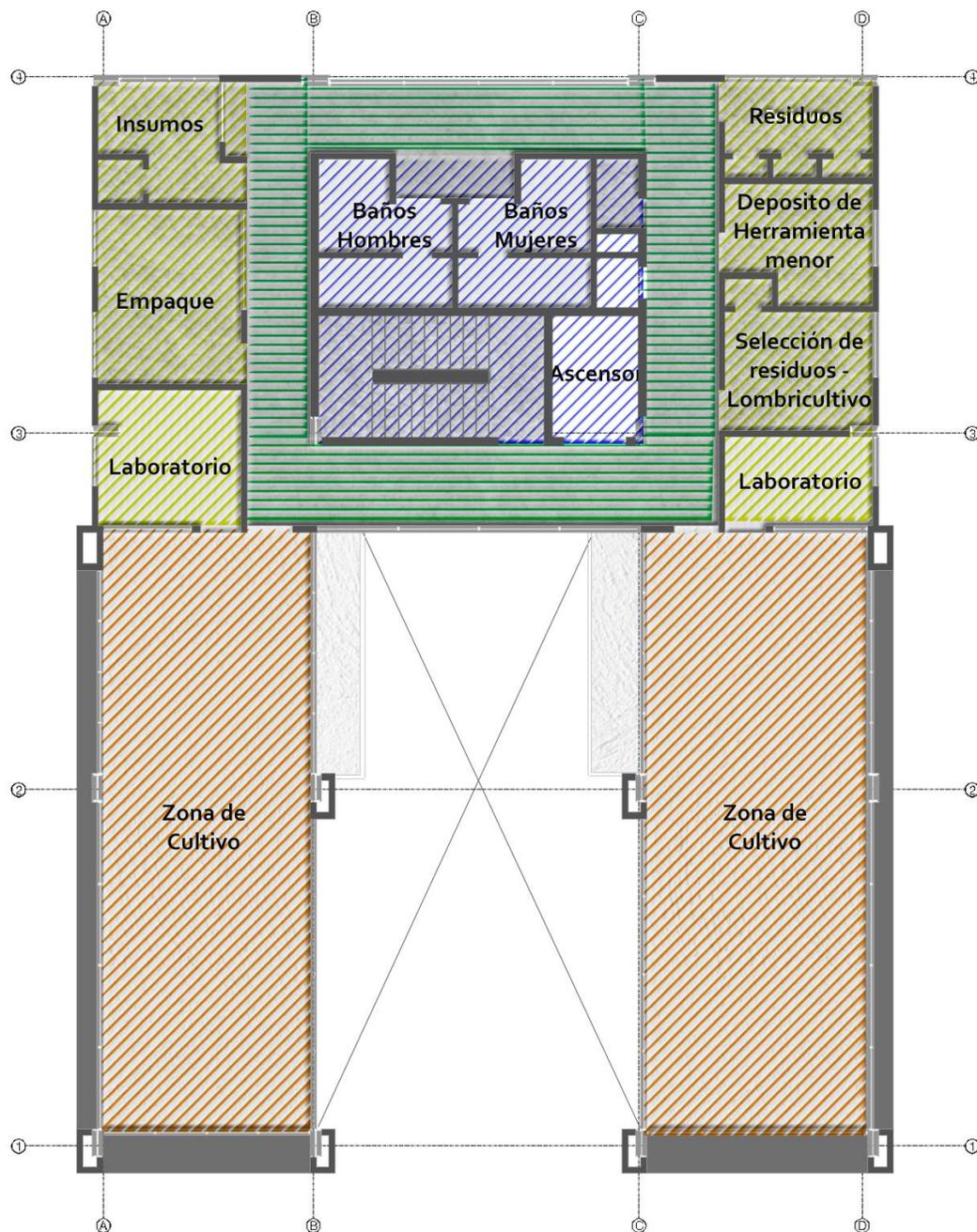


Figura 15 Plantas tipo niveles 2, 3, 4 y 5, los cuales están compuestos por la escalera, el asesor de carga, montacargas, y baños de hombres y mujeres hacen parte del punto fijo, insumos, empaque, laboratorio, residuos, depósito de herramienta menor y selección de residuos – Lombricultivo hacen parte del área complementaria y las zonas de cultivos hacen parte del área de producción. (ver anexo “Plano – Planta tipo – nivel 2, 3, 4 y 5”)

Elaboración propia.,

Dentro del componente técnico, se debe realizar una modificación a la fachada del edificio, esto para lograr una mayor incidencia de los rayos solares, según su ubicación y carta solar. Esta misma ubicación está reflejada en las cubiertas donde estarán ubicados una de las fuentes de energía renovable, los paneles solares (ver anexo “Plano – Planta cubierta”). Así mismo el cuarto técnico con los elementos de suministro de energía renovable por paneles solares estará ubicado en los cuartos técnicos de la planta baja, esto por disposición del espacio para poder realizar mantenimiento al inversor y baterías del sistema. En ese orden de ideas se convierte en una necesidad de alta prioridad tener un ducto independiente para las instalaciones eléctricas, tanto de suministro como de generación de energía. Dicho ducto debe ser constante y mantenerse desde las cubiertas hasta la planta inferior. De acuerdo a esas condiciones tendremos una variación en la volumetría (ver figura 16).

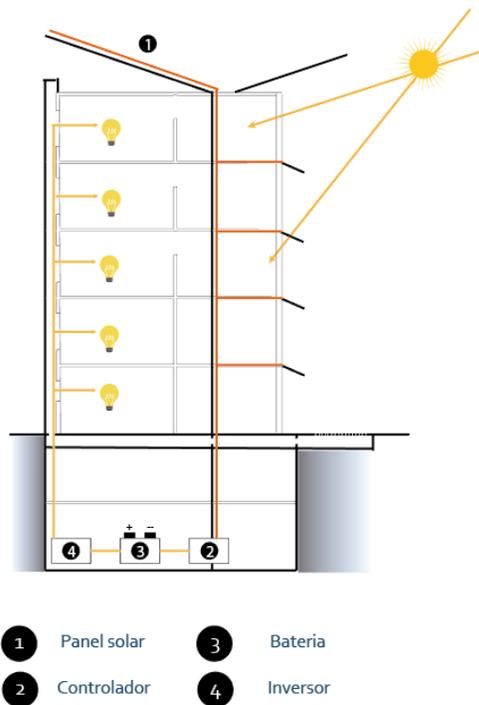


Figura 16 Disposición de espacios para la captación de energía solar

Elaboración propia.

En cuanto a la captación de aguas lluvias, evidentemente se realiza por medio de las cubiertas que conducirán el agua la zona de ductos, por lo tanto, se propone que debe estar cerca del duco eléctrico. Ahora en cuanto a los equipos de almacenamiento y bombeo deben estar ubicados también en la planta baja, esto se debe a que la carga y movimientos del volumen de agua almacenada tienen una carga mayor que podría comprometer el esfuerzo de la estructura. Ahora si bien es cierto que se requieren bombas para impulsar el agua a las plantas superiores, su consumo energético no se convierte en un problema, puesto que la electricidad que requieren vienen de energía renovable (ver figura 17).

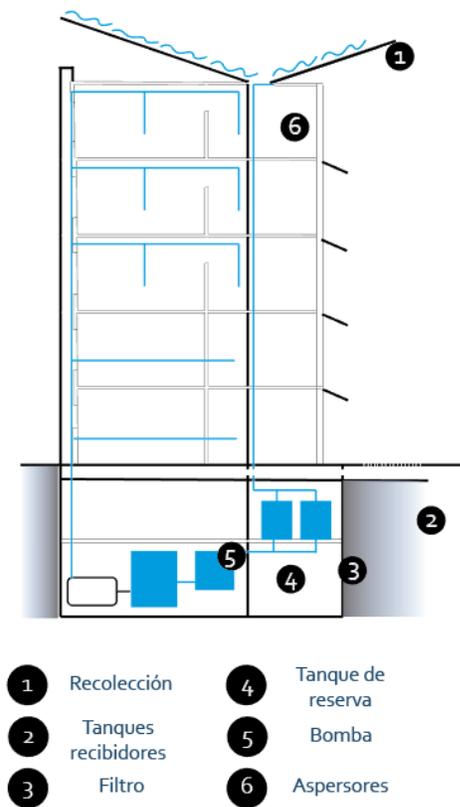


Figura 17 Espacios de almacenamiento de recirculación de aguas lluvias

Elaboración propia.

7.1 Análisis y aplicación de la huerta

7.1.1 Factores para selección de alimentos

Para la selección de alimentos se tuvo en cuenta la encuesta ENSIN del 2005 donde se realizó a nivel nacional, seleccionando la ciudad de Bogotá donde se escogieron los alimentos más consumidos por los encuestados, esta se cruzó con su valor nutricional y posteriormente se validó la posibilidad de cultivarlos mediante la hidroponía, finalmente se realizó la selección de los siguientes 14 alimentos (ver figura 18):



Figura 18 Alimentos seleccionados, partiendo del filtro realizado previamente.

Elaboración propia.

Para conocer las características y condiciones de cada alimento se realizó una matriz de reconocimiento (ver anexo “Matriz de identificación y condiciones específicas de alimentos seleccionados”), la cual nos permitió identificar las necesidades que requeriría cada uno para llevar a cabo una óptima cosecha, generando los espacios adecuados. (ver figura 19)

La identificación de cada alimento inicio conociendo la semilla, ya que esta nos indicaría el tipo de siembra, indirecta o directa, la diferencia entre estas dos varia en que en la siembra indirecta requiere un proceso previo conocido como germinación, este en un espacio determinado con condiciones especiales, casi siempre diferentes a los que se tienen en el espacio donde se terminara su proceso de crecimiento, para ese proceso de germinación se establecieron las siguientes variables: Temperatura clima, Riego, Espacio Requerido, Iluminación, Días para la germinación y posteriormente el momento para el trasplante: por el contrario la siembra directa no requiere ese espacio de germinación, la siembra de la semilla se realiza directamente en el espacio requerido para su crecimiento, de esta manera se establecieron las siguientes variables para el reconocimiento de los espacios ideales, estos aplican para el momento de trasplante de la siembra indirecta y para el proceso de cosecha de la siembra directa: Espacio Requerido, Temperatura Clima, Riego, Momento de cosecha, Duración pos-cosecha, (ver figura 14).

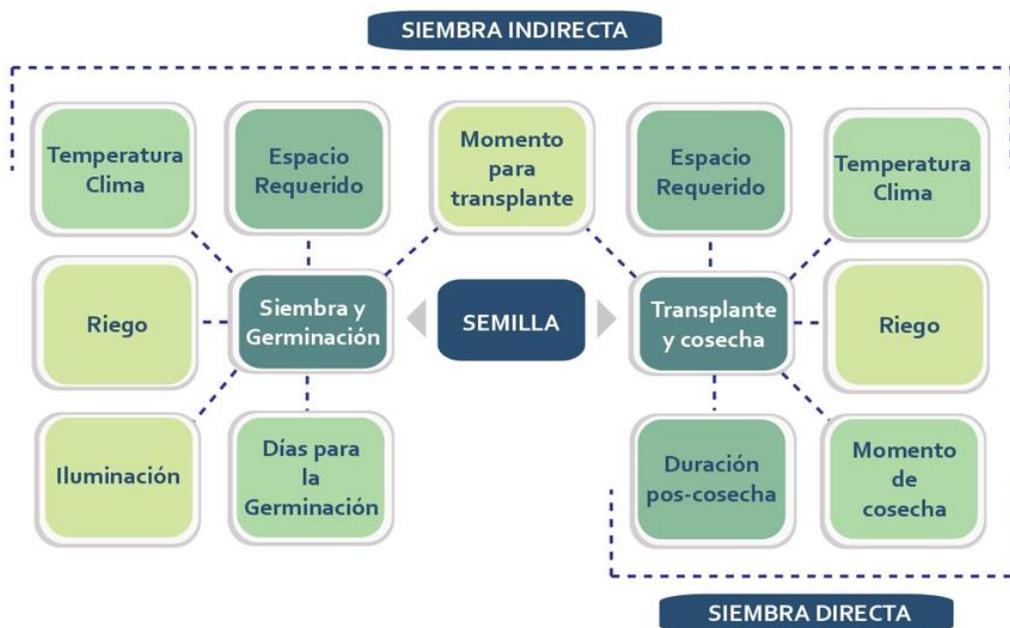


Figura 19 Matriz de identificación y condiciones específicas de alimentos seleccionados

Elaboración propia

Al tener esa clasificación de alimentos establecida siguiendo la matriz de reconocimiento, se pasó a realizar una segmentación y agrupación de los alimentos que compartían variables semejantes, como de riego, iluminación, temperatura, clima y tipo de siembra, si es siembra directa o siembra indirecta, esto con el fin de validar la posibilidad de que en un módulo se tuviera producción de más de un alimento con el fin de aprovechar el espacio al máximo, teniendo en cuenta que los cultivos hidropónicos permiten manejar grandes cosechas en espacios limitados, posteriormente se validó el número de plantas por metro cuadrado para tener clara la producción de cada una tanto en el espacio de germinación como en el espacio de crecimiento hasta cosecha (ver tabla 3).

Tabla 3

Clasificación de alimentos

ALIMENTO	TIPO DE SIEMBRA	# DE PLANTAS EN CHAROLA EN GERMINACIÓN	# DE PLANTAS POR M ² EN CULTIVO	TEMPERATURA
APIO	INDIRECTA	#288 - 12cm X 24cm #200 - 10cm X 20cm	15	TEMPLADO
ESPINACA	INDIRECTA	#288 - 12cm X 24cm #200 - 10cm X 20cm	40	TEMPLADO
ZANAHORIA	DIRECTA	—	120	TEMPLADO
FRESA	DIRECTA	—	25	TEMPLADO
TOMATE	INDIRECTA	#288 - 12cm X 24cm #200 - 10cm X 20cm	9	TEMPLADO
CEBOLLA BULBO	INDIRECTA	#288 - 12cm X 24cm #200 - 10cm X 20cm	45	FRIO
PEPINO	INDIRECTA	#50 - 10cm X 5cm	1	CALIDO
ARVEJA	DIRECTA	—	9	FRIO
REMOLACHA	DIRECTA	—	30	TEMPLADO
ELECHUGA	INDIRECTA	#288 - 12cm X 24cm #200 - 10cm X 20cm	25	TEMPLADO
COLIFLOR	INDIRECTA	#288 - 12cm X 24cm #200 - 10cm X 20cm	4	TEMPLADO
BROCOLI	INDIRECTA	#288 - 12cm X 24cm #200 - 10cm X 20cm	6	TEMPLADO
REPOLLO	INDIRECTA	#288 - 12cm X 24cm #200 - 10cm X 20cm	16	FRIO
MORA	DIRECTA	—	9	FRIO

Elaboración propia.

Terminada la identificación de las variables para cada alimento se pasó a realizar la clasificación y agrupación según las características similares (ver tabla 4).

Tabla 4

Calificación de cultivos

NOMBRE	TIPO DE SIEMBRA	TEMPERATURA	ALIMENTOS
CULTIVO A	DIRECTO	TEMPLADO	<ul style="list-style-type: none"> •ZANAHORIA •FRESA •REMOLACHA
CULTIVO B	DIRECTO	FRIO	<ul style="list-style-type: none"> •ARVEJA •MORA
CULTIVO C	INDIRECTO	CALIDO	<ul style="list-style-type: none"> •PEPINO
CULTIVO D	INDIRECTO	FRIO	<ul style="list-style-type: none"> •CEBOLLA •REPOLLO
CULTIVO E	INDIRECTO	TEMPLADO	<ul style="list-style-type: none"> •BROCOLI •COLIFLOR
CULTIVO F	INDIRECTO	TEMPLADO	<ul style="list-style-type: none"> •ESPINACA
CULTIVO G	INDIRECTO	TEMPLADO	<ul style="list-style-type: none"> •APIO •TOMATE
CULTIVO H	INDIRECTO	TEMPLADO	<ul style="list-style-type: none"> •LECHUGA

Elaboración propia.

Tal como se había indicado al inicio de la explicación de la propuesta arquitectónica, se plantea que los cultivos se encuentren ubicados en los módulos frontales, y en la parte posterior el punto fijo, las áreas completarías y servicios.

El nivel 1 contiene lo correspondiente a la Zona Administrativa, recepción, baños para hombres y mujeres, Zona de distribución, la cual está compuesta por recibo y entrega de insumos, almacenamiento de insumos, residuos, cuarto frio, almacén, preparación y entrega,

zona de recibo y entrega; y espacio público el cual contiene un espacio de muestra comercial y educativo. (ver figura 20)

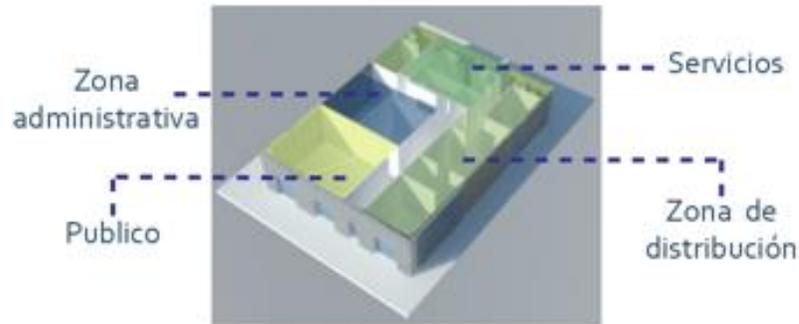


Figura 20 Nivel 1

Elaboración propia.

El nivel 2 (ver figura 21) contiene un espacio de áreas complementarias y de servicios las cuales están compuestas por laboratorios, espacio de empaque, depósito de herramienta menor, zona de insumos, zona de residuos, selección de residuos para Lombricultivo y empaque, adicionalmente baños para hombres y mujeres. El espacio para cultivos contiene los cultivos B y D siguiendo la distribución vista en la tabla 4.

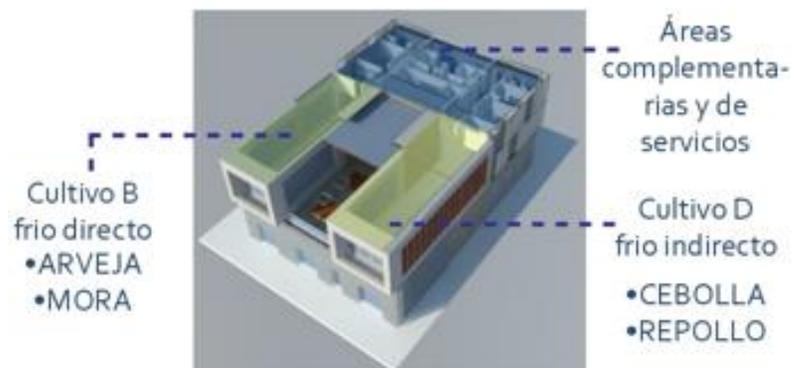


Figura 21 Nivel 2

Elaboración propia.

El nivel 3 (ver tabla 22) contienen los mismos espacios de áreas complementarias vistas en el nivel anterior. El espacio para cultivos contiene los cultivos F y H siguiendo la distribución vista en la tabla 4.

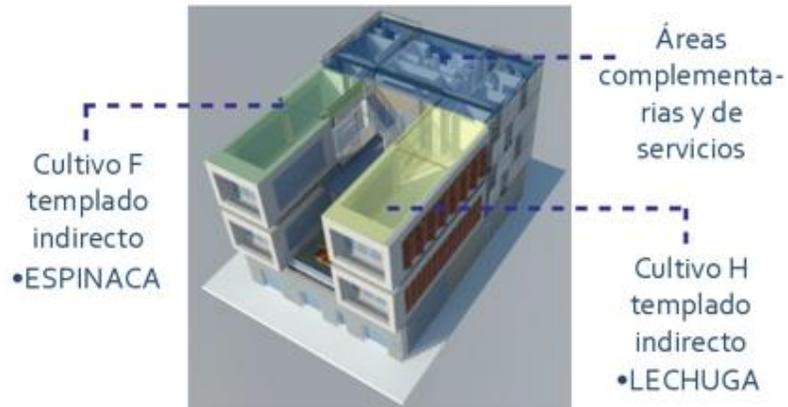


Figura 22 Nivel 3

Elaboración propia.

El nivel 4 (ver tabla 23) contienen los mismos espacios de áreas complementarias vistas en el nivel anterior. El espacio para cultivos contiene los cultivos E y G siguiendo la distribución vista en la tabla 4.

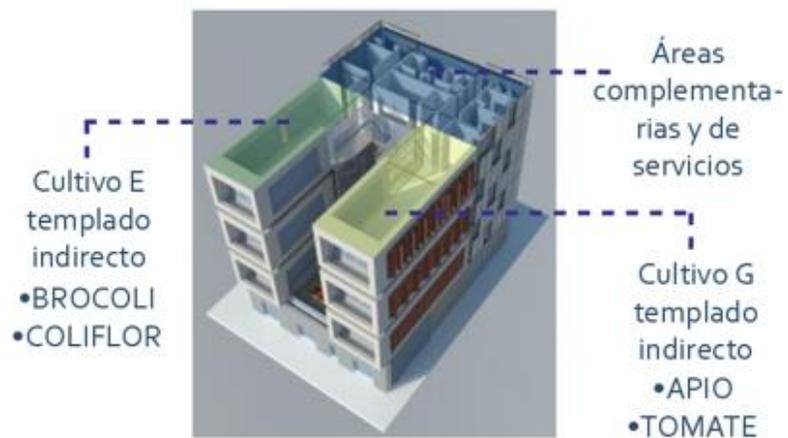


Figura 23 Nivel 4

Elaboración propia.

El nivel 5 (ver tabla 24) contienen los mismos espacios de áreas complementarias vistas en el nivel anterior. El espacio para cultivos contiene los cultivos A y C siguiendo la distribución vista en la tabla 4.



Figura 24 Nivel 6

Elaboración propia.



Figura 25 Prototipo Arquitectónico de Huertas en Altura para la ciudad de Bogotá

Elaboración propia

7.1.2 Características zonas de cultivos

Los módulos de producción o zonas de cultivos deben garantizar que las condiciones climáticas en cada uno, dependiendo de la previa clasificación de cultivos, sea la requerida, ya que dependiendo de su efectividad los alimentos tendrán asegurado uno de las características especiales para llevar a cabo su óptimo crecimiento. (ver figura 26)

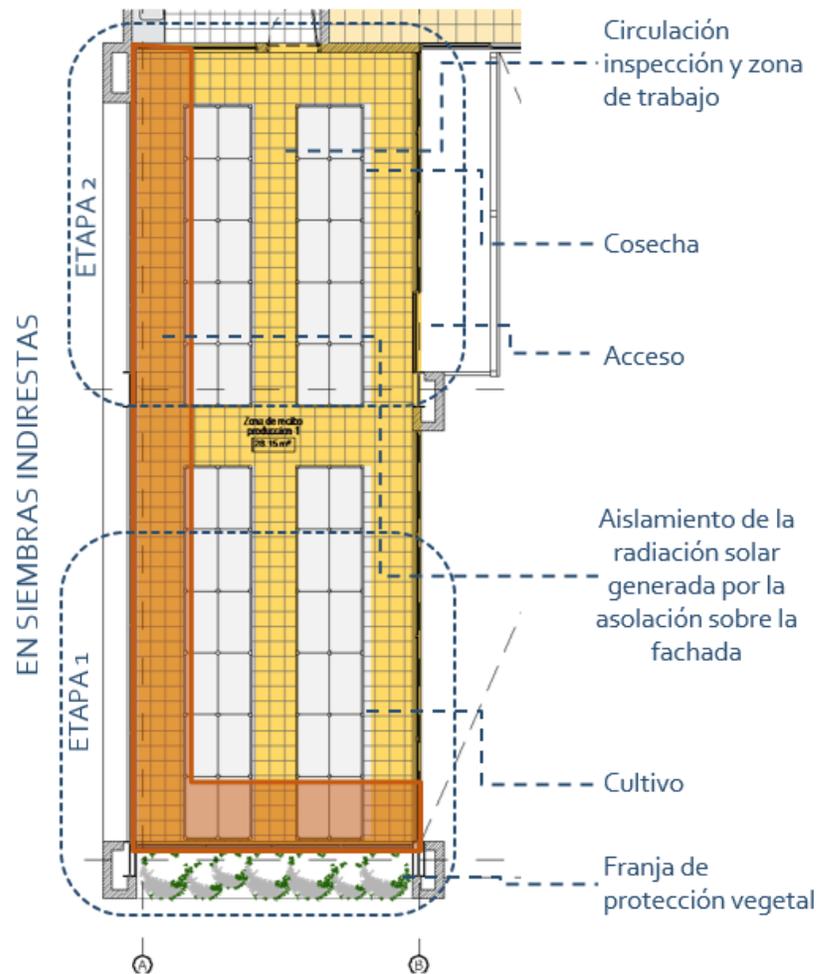


Figura 26 Zonificación módulo de producción, se presenta de manera gráfica los espacios que hacen parte de la zona de cultivo.

Elaboración propia

Para identificar las características de las zonas de cultivo fue necesario realizar una matriz de reconocimiento, la cual, por medio de la identificación de tipos de cultivos, clima requerido, posibles orientaciones, carta solar y tipos de materiales, nos arrojó una variedad de posibilidades para aplicar en cuanto a materialidad en fachadas y entresijos. De manera gráfica se presentan unos de los ejemplos que resultaron como conclusiones de la matriz de reconocimiento, donde

por medio de detalles en corte fachada se identifica la materialidad específica en fachada y entrepiso de clima frío, clima templado y clima cálido (ver figuras 27, 28 y 29)

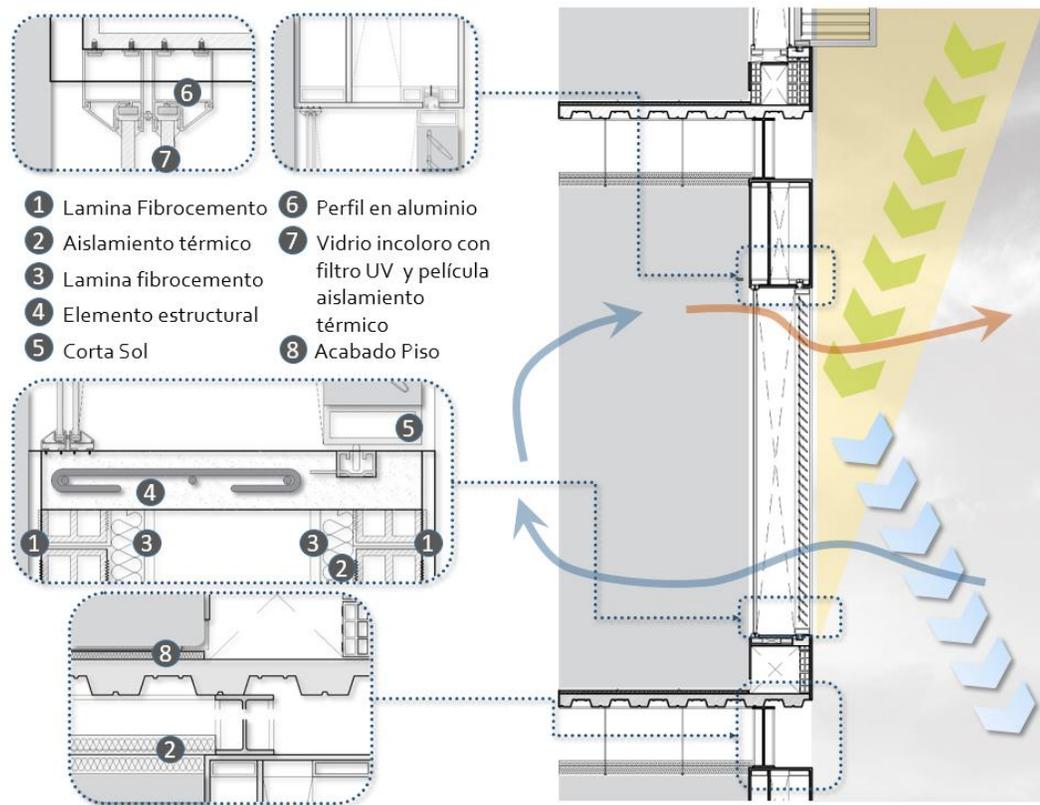


Figura 27 Corte fachada y detalles correspondientes a materialidad en clima frío. (ver anexo – “Detalle corte fachada”)

Elaboración propia

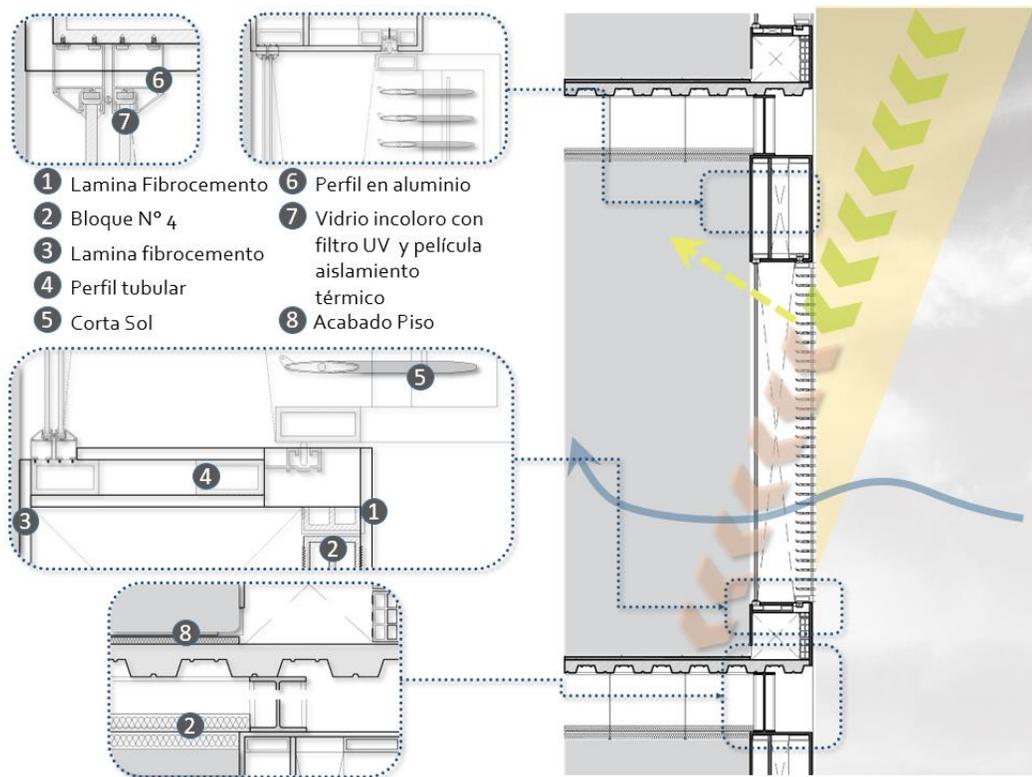


Figura 28 Corte fachada y detalles correspondientes a materialidad en clima templado (ver anexo – “Detalle corte fachada”)

Elaboración propia

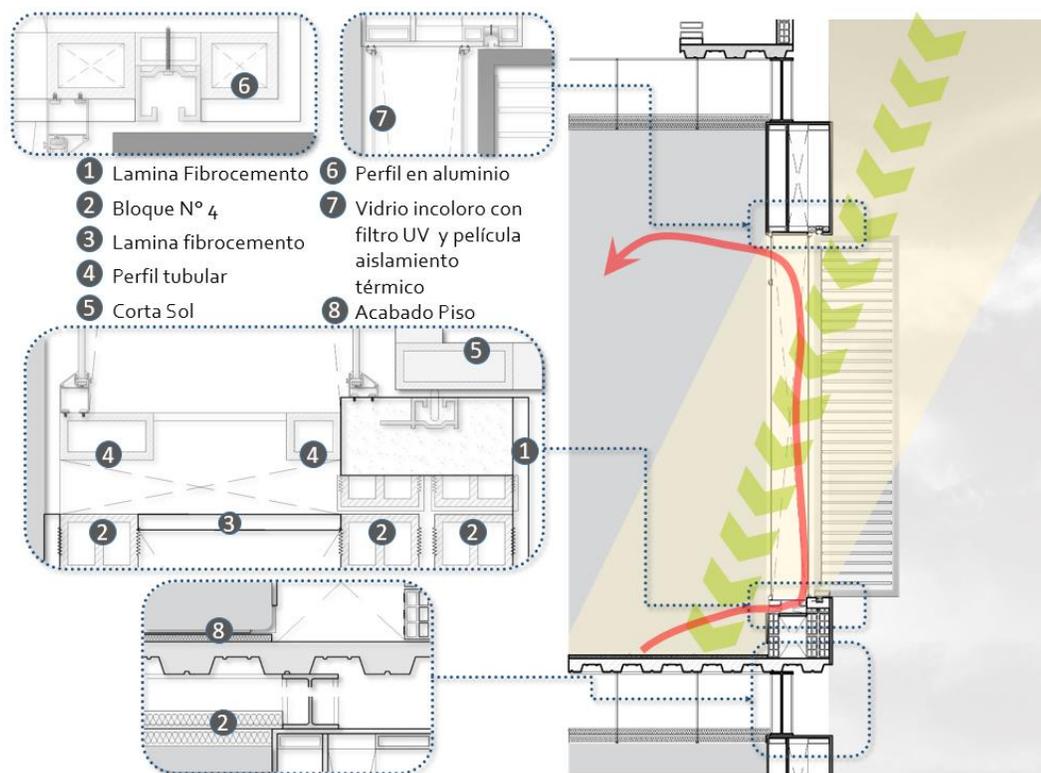


Figura 29 Corte fachada y detalles correspondientes a materialidad en clima cálido (ver anexo – “Detalle corte fachada”)

Elaboración propia

7.1.3 Aplicación de cultivo vertical

Partiendo de los referentes consultados se puede concluir que, lo que hace eficiente una huerta en altura es el manejo eficiente del espacio, permitiendo que se generen grandes producciones en altura, incluyendo técnicas hidropónicas de acuerdo a los tipos de cultivos.

Teniendo en cuenta lo anterior se plantea una estructura metálica compuesta por perfiles verticales (bastidores) y horizontales (largueros), los cuales por medio de gatillos y uniones nos permiten generar una estructura vertical resistente anclada al suelo por medio de pies, placas, anclas y una protección puntual. La altura de esta estructura corresponde a la altura libre manejada en los módulos del prototipo la cual es de 5 metros, cada estructura es modular y

permite acomodarse según el tipo de cultivo que se implantara, ya que como evidenciamos en la matriz de identificación y condiciones específicas de alimentos seleccionados, cada alimento requiere de una profundidad y una altura libre para desarrollarse en todo el proceso, (ver figura 29) para esto se tienen dos opciones de manejo de la cama cultivo, puede sembrarse en sitio y así la cama cultivo no se moverá, fijándose con ayuda del freno ubicado en los largueros, o retirar la cama cultivo, donde se realiza la siembra en uno de los espacios complementarios y posteriormente se coloca la cama en su lugar destinado; estas dos opciones se pueden permitir ya que en cada larguero se encuentra anclados unos rodillos y un freno, los cuales posibilitan cualquiera de estas acciones. (ver figura 30 y 31)

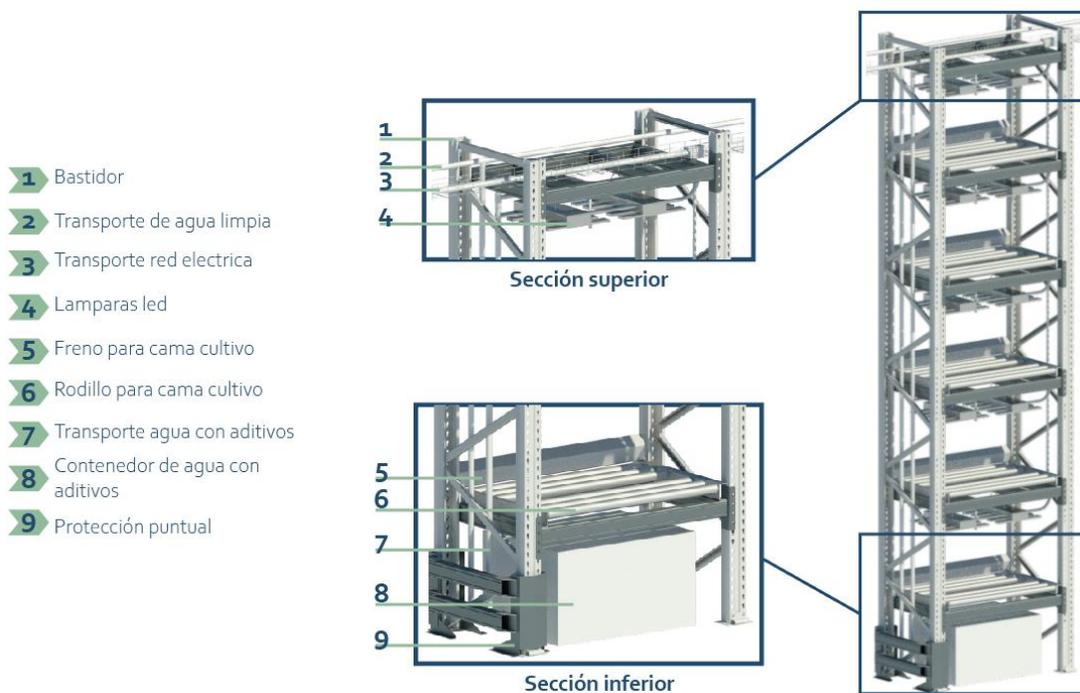


Figura 30 Detalle estructura vertical cama cultivo (ver anexo “Detalles cama cultivo”)

Elaboración propia

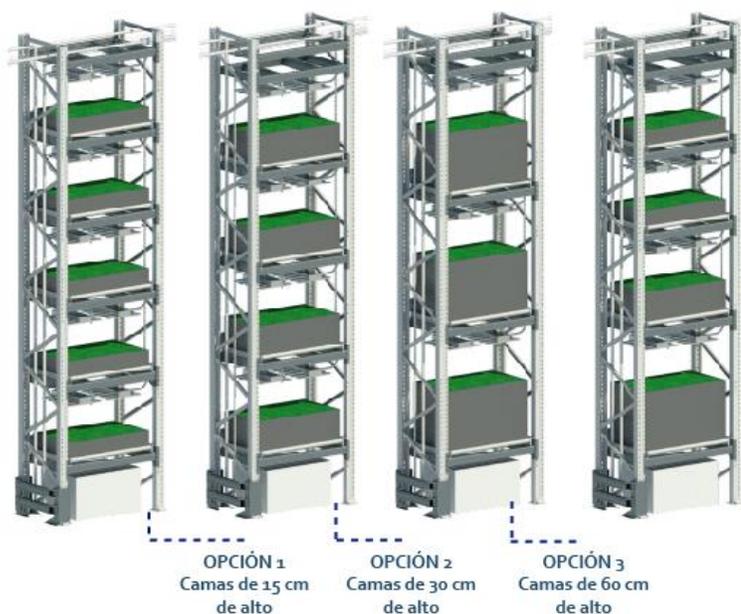


Figura 31 Tipos de modulación de estructura vertical cama cultivo

Elaboración propia

Dentro de las técnicas hidropónicas consultadas se realizó una validación de cuales aplicarían para los alimentos seleccionados, este ítem también fue incluido en la matriz de identificación y condiciones específicas de alimentos seleccionados, donde la técnica de Hidroponía, Acuaponia y Sustrato fueron las seleccionadas para ser implementadas, dado lo anterior se plantea un sistema de riego por medio de una red que alimenta un contenedor de agua el cual se encuentra en la parte inferior de cada módulo de cultivo, en este contenedor se agregan los aditivos necesarios ya que estos son requeridos en el crecimiento de los alimentos, sale el agua con los aditivos gracias a la presión realizada por una motobomba dándole la fuerza necesaria para llegar a cada sección, aquí se distribuye gracias a un difusor ubicado debajo de cada larguero en dirección a la sección inferior de este.

Si bien se está asegurando en cada módulo que el clima necesario se genere y mantenga por medio de la implementación de materiales en fachadas y entrepisos, los cultivos requieren de una iluminación específica, dentro de la matriz de identificación y condiciones específicas de alimentos seleccionados se identificó la iluminación para cada cultivo, de esta manera se implementó dentro del cultivo unas lámparas led ancladas al larguero superior de cada una fijando su iluminación con respecto a la sección inferior a esta.

7.2 Análisis Urbano

La aproximación a la localización del proyecto se realiza teniendo como base un análisis de las características ambientales de Bogotá, en ese sentido se tiene como resultado cuatro zonas diferentes, clasificadas de tal forma que se entienda cual tiene las mejores condiciones para un edificio con ese uso. Entre ellas tiene mejores condiciones Engativá y Fontibón. Todo lo contrario, con respecto al norte, más exactamente Usaquén y chapinero, aun así, chapinero al ser una localidad con múltiples usos y poca conectividad con la periferia de la ciudad, se convierte en el lugar donde se deben tener presente una mayor cantidad de problemas o necesidades que influirían en la etapa del diseño.

Para el ejercicio se escoge un lote cuya área sea aproximada a 1000 m², esa medida se debe a que el programa arquitectónico está con los espacios mínimos requeridos para el funcionamiento de un módulo (edificio). Se hizo basado en la investigación que se ha realizado durante la primera etapa del proyecto.

7.2.1 Caracterización ambiental para la ciudad de Bogotá

Con base en los informes emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, se realizó una caracterización climática de Bogotá, en busca del escenario para la incorporación de la primera granja urbana. En ese orden de ideas se mantienen una serie de planos que se tienen como capas, al momento de juntar y sumar cada una de ellas se obtiene una conclusión con el sector favorable. En ese orden de ideas, la primera capa nombrada promedio anual de P10, corresponden a las partículas sólidas, líquidas o en polvo inmersas en el aire.

(...) en la intersección de las localidades Kennedy, Bosa, Ciudad Bolívar y Tunjuelito, con un rango de concentraciones entre 57 y 69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La zona con menores concentraciones de PM10 abarca las localidades San Cristóbal, Santa Fé, La Candelaria, parte de Teusaquillo y Barrios Unidos en el centro de la ciudad, y el área cercana a la Secretaría Distrital de Ambiente Dirección de Control Ambiental Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual-SCAAV Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá – RMCAB INFORME ANUAL Informe Anual de calidad de Aire Año 2018 126PM04-PR84-M-2 V4.0 Página 25 de 144 estación Guaymaral en el norte. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2019, p.24)

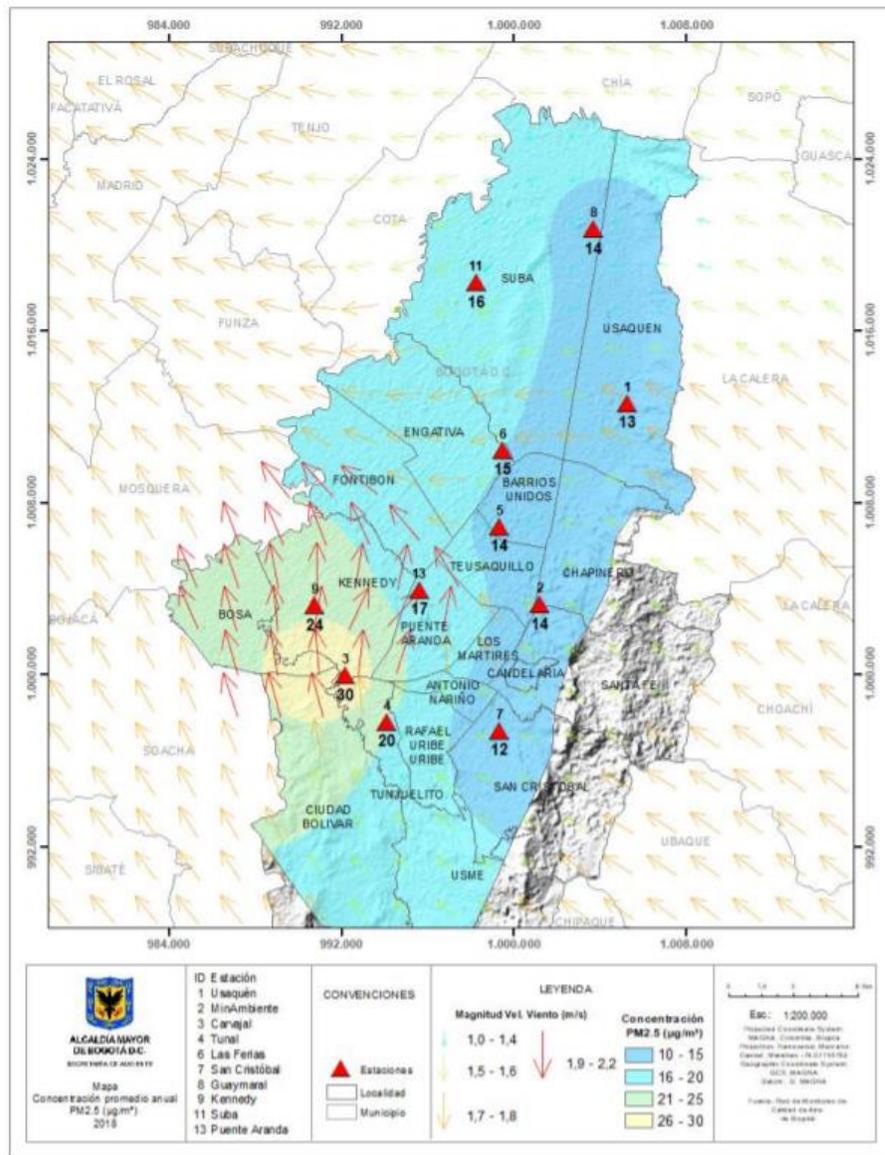


Figura 32 Distribución espacial de los promedios anuales de PM 2.5 del año 2018 con base en el método de interpolación Kriging

Tomado de: “Informe anual de calidad del aire en Bogotá, Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá”, Secretaria Distrital de Ambiente, 2018, p.31.

(...) la zona que presenta más altos niveles de ozono es el norte y oriente de la ciudad. El promedio anual más alto se obtuvo en la estación Usaquéen, con 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y el más bajo en la estación Carvajal-Sevillana, con 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La estación

con más excedencias a la norma 8 horas fue Suba, con 17 registros sobre la norma. (Secretaria Distrital de Ambiente, 2019, p.13)

De acuerdo con los registros de precipitación en la RMCAB, en 2018 los eventos de lluvia se presentaron con mayor frecuencia en horas de la tarde. De acuerdo con la Figura 8-1 las lluvias en 2018 fueron más frecuentes entre las dos y las cuatro la tarde. De este modo, el 12% de las precipitaciones ocurren alrededor de las tres de la tarde; en tanto, su frecuencia en las horas de la mañana y madrugada fue muy baja. No obstante, en horas de la noche también ocurrieron lluvias, pero con menor frecuencia que en horas de la tarde. (Secretaria Distrital de Ambiente, 2019, p.56)

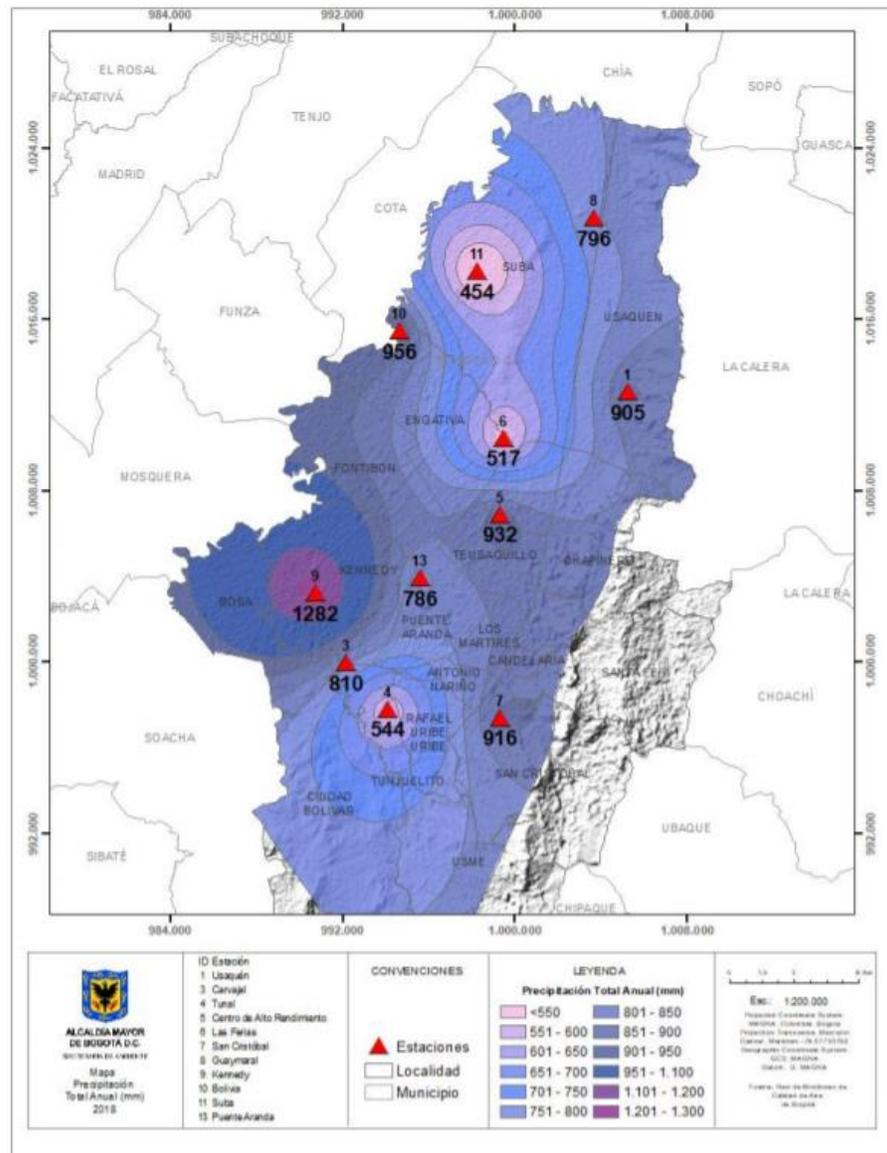


Figura 33 Mapa de distribución espacial de la precipitación en la ciudad de Bogotá.

Tomado de: “Informe anual de calidad del aire en Bogotá, Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá”, Secretaria Distrital de Ambiente, 2018, p.360.

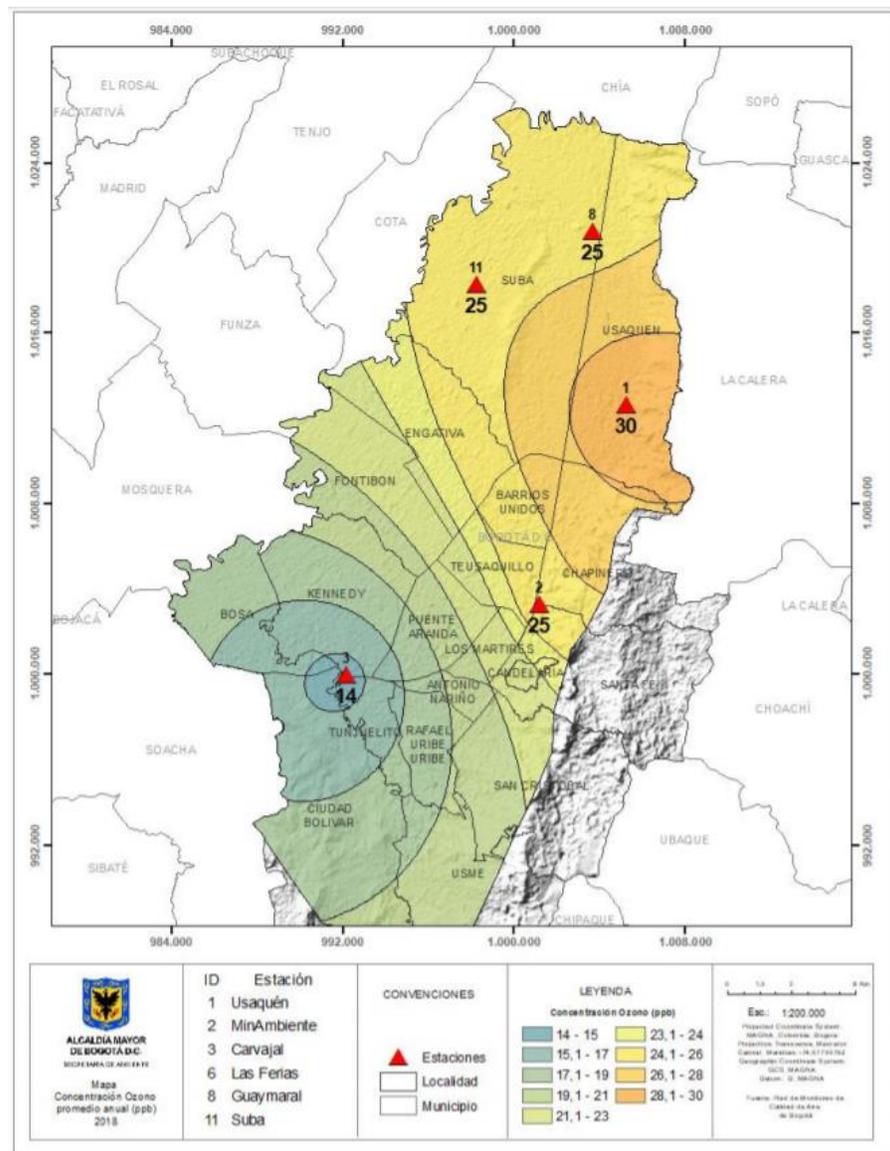


Figura 34 Distribución espacial de los promedios anuales de O₃, del año 2018 con base en el método de interpolación Kriging

Tomado de: “Informe anual de calidad del aire en Bogotá, Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá”, Secretaria Distrital de Ambiente, 2018, p.36.

“Según el IDEAM se espera para Bogotá un incremento en la temperatura y un cambio en el régimen de lluvias de manera diferenciada a lo largo y ancho de su territorio” (Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático, s.f., párr. 10).

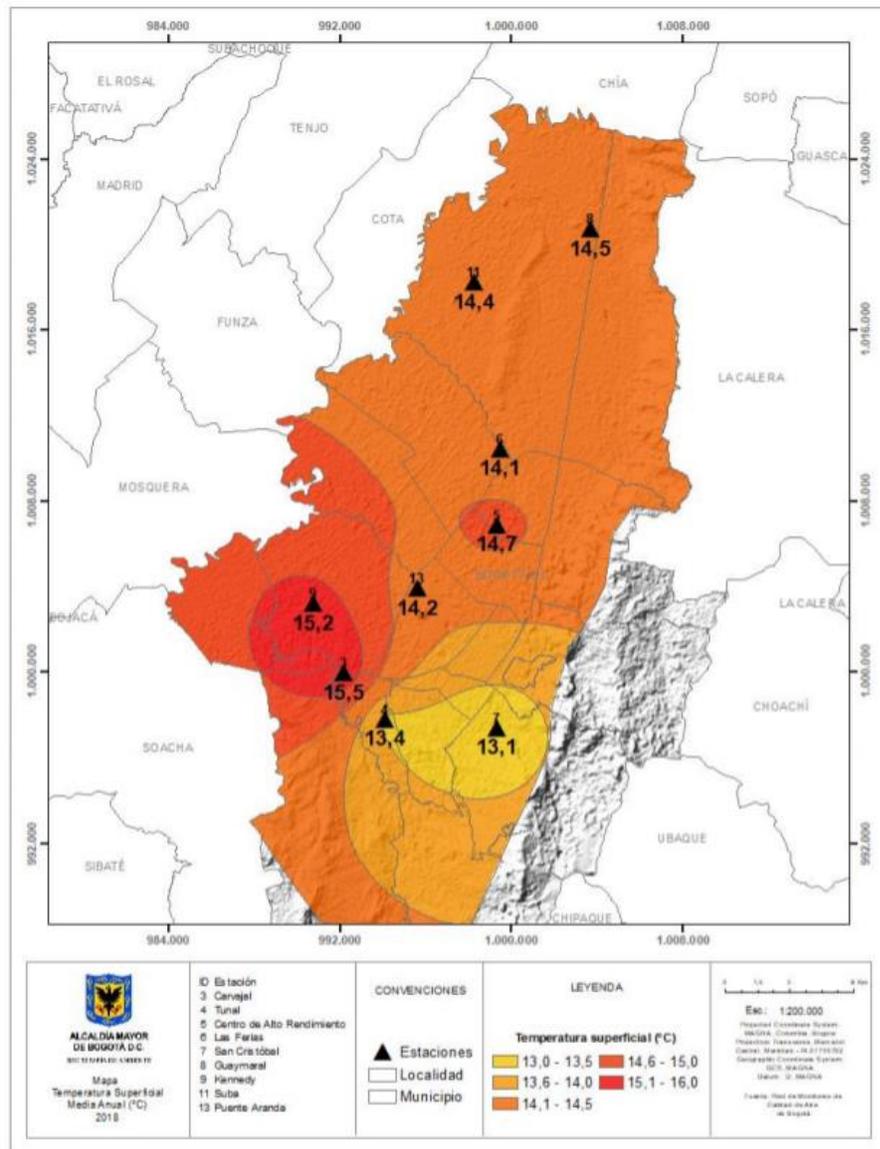


Figura 35 Mapa de Temperatura superficial de las estaciones de la RMCAB 2018.

Tomado de: "Informe anual de calidad del aire en Bogotá, Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá", Secretaria Distrital de Ambiente, 2018, p.69

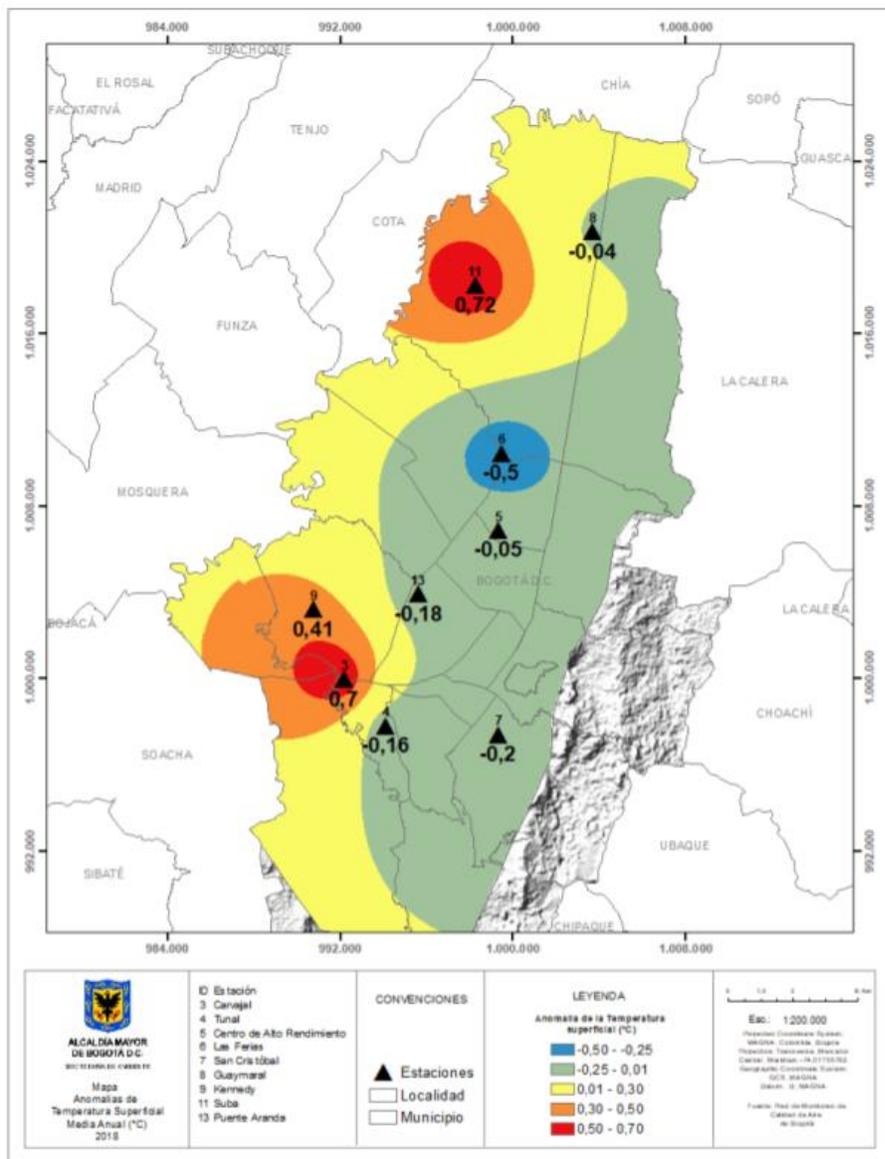


Figura 36 Anomalías de la temperatura superficial 2018 respecto al promedio de 2000-2018.

Tomado de: "Informe anual de calidad del aire en Bogotá, Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá", Secretaría Distrital de Ambiente, 2018, p.69.

Ahora bien, todos estos factores se pueden medir por separado, pero en si el aire está configurado por cada uno de estos elementos, de esa forma se entiende que en el momento de habitar cualquier espacio que se ubique dentro de la región objeto de análisis, cada individuo

estará expuesto a los elementos anteriormente nombrados. En ese orden de ideas, al momento de realizar una conclusión, se mantiene la idea de zonificar las regiones que tengan condiciones similares. Es decir, dentro de los datos obtenidos se encuentran puntos de convergencia por lo que se puede vincular y definir cuáles son esas regiones. En ese orden de ideas se obtienen como resultado la clasificación de cinco regiones.

Luego de tener definidas las condiciones ambientales, se puede establecer cuál es la región con las mejores condiciones para la implantación de una huerta en altura. Sin embargo, al no existir un panorama tan claro sobre este tipo de proyectos debido a la poca investigación que existe, se plantea la idea de tomar como primera aproximación la región que tenga las peores condiciones, esto con el fin de poder contemplar una respuesta al problema que aborde todos los factores de los cuales aún no se tienen resultados. Ya para este caso, **Chapinero** es la zona que tiene una influencia constante de todos los factores contaminantes, además de una menor cantidad de brillo solar, es decir menor incidencia del sol sobre la superficie en horas días.

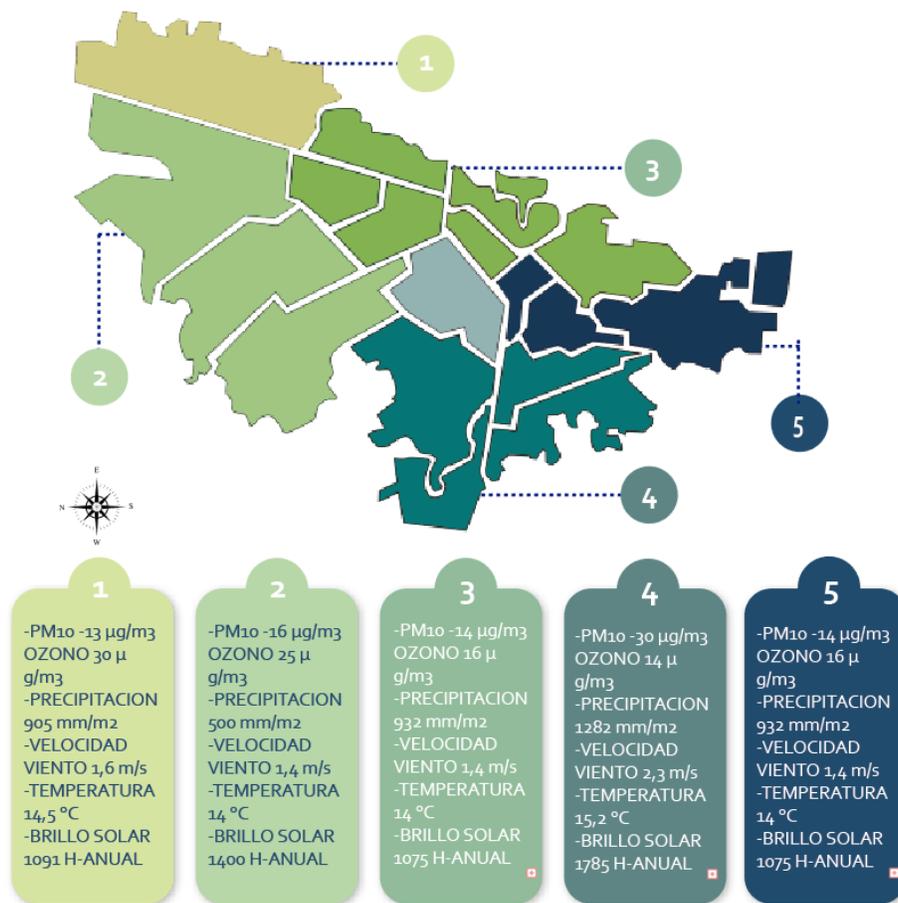


Figura 37 Caracterización climática de Bogotá por localidades

Adaptado de: "Informe anual de calidad del aire en Bogotá, Red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá", Secretaria Distrital de Ambiente, 2018

7.2.2 Análisis Urbano de Chapinero

La ciudad de Bogotá, Particularmente el origen del problema se plantea desde una perspectiva social, pero son diferentes disciplinas las que dan solución a este tipo de condiciones. Desde la arquitectura se deben prever varios tipos de parámetros para resolver un proyecto de estas características, entre ellas esta las definiciones de agricultura, condiciones físicas.

El crecimiento de la ciudad de Bogotá en las últimas décadas, ha tenido una constancia exponencial, su forma de crecimiento en los últimos años del siglo pasado, fue originado por la violencia en las zonas rurales.

Dicho crecimiento tiene como consecuencia una extensión masiva del casco urbano con diferentes tipos de problemas, muchos responden a temas de disciplinas como el urbanismo y/o la planeación y que al final trascienden en un criterio social. Así es como se comienzan a clasificar las problemáticas en donde se define que existen temas de crecimiento descontrolado y asentamientos informales que se han consolidado con el pasar del tiempo.

Seguidamente, se enlazo un estudio por parte del observatorio ambiental de Bogotá en conjunto con la secretaria distrital de planeación en cuanto a mitigaciones ambientales en la ciudad.

Un factor vital a considerar, son las condiciones de orden en la malla vial. En el sector existe la influencia de una vía arterial principal que es la Av. Caracas, al final la influencia de esta vía se convierte en una determinante en el momento de establecer las posibles variables en la etapa proyectual(diseño), más aún cuando existe a la fecha de hoy en día la construcción la primera línea elevada del metro. Elemento que posiblemente afecte las dinámicas de su territorio inmediato. AL mismo tiempo, existe otra vía arterial complementaria que es la avenida séptima. Sin embargo, el desarrollo de las vías con carácter importante va de sur a norte, caso contrario para las vías de oriente a occidente que por su influencia vehicular y peatonal solo tienen un orden local o vecinal.

Con estas dos condicionantes, se determinó como punto medio la localidad de Chapinero y a partir de eso, se resolvió ejecutar un estudio de la localidad a partir de sus estructuras y sectores como se refleja en la figura 38:



La localidad como tal se encuentra con una malla vial que tiene la influencia de una vía arterial principal como lo es la Caracas. En paralelo se ve la vía séptima que vincula al sector con el centro tradicional de la ciudad pero que es arterial complementaria

Figura 38 Tensión de flujos entre Av. Caracas y Av. Séptima

Elaboración propia



Figura 39 Zonas resultado de los bordes conformados por los bordes y trama urbana

Elaboración propia

Chapinero como localidad, tiene una de las zonas con mayor influencia de edificios con destino de dotacionales. Por ejemplo, teatros, galerías y demás similares. Así mismo cada una de las zonas resultantes, se da por el uso predominante más común en el sector al mismo tiempo que se tiene presente una tipología arquitectónica.

Los usos comerciales se concentran sobre esas vías arteriales ya sea principales o complementarias. Caso práctico de esto son la carrera 13, la carrera 15 y la avenida Caracas. Los perfiles y clasificación de las vías están dadas por las zonas que no fueron ocupadas y que tomaron un protagonismo por medio del comercio. Es decir, en un sector donde las vías no tienen una continuidad, se convierte en principal aquella vía donde se concentra el uso comercial.

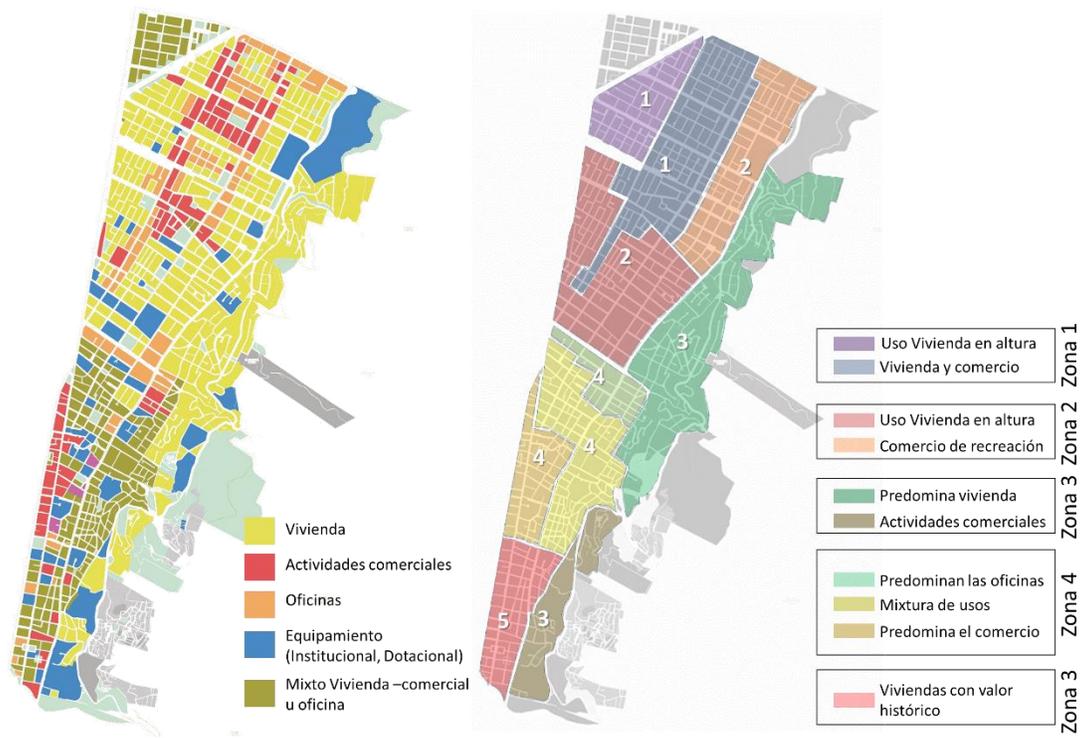


Figura 40 Usos localidad de Chapinero

Elaboración propia

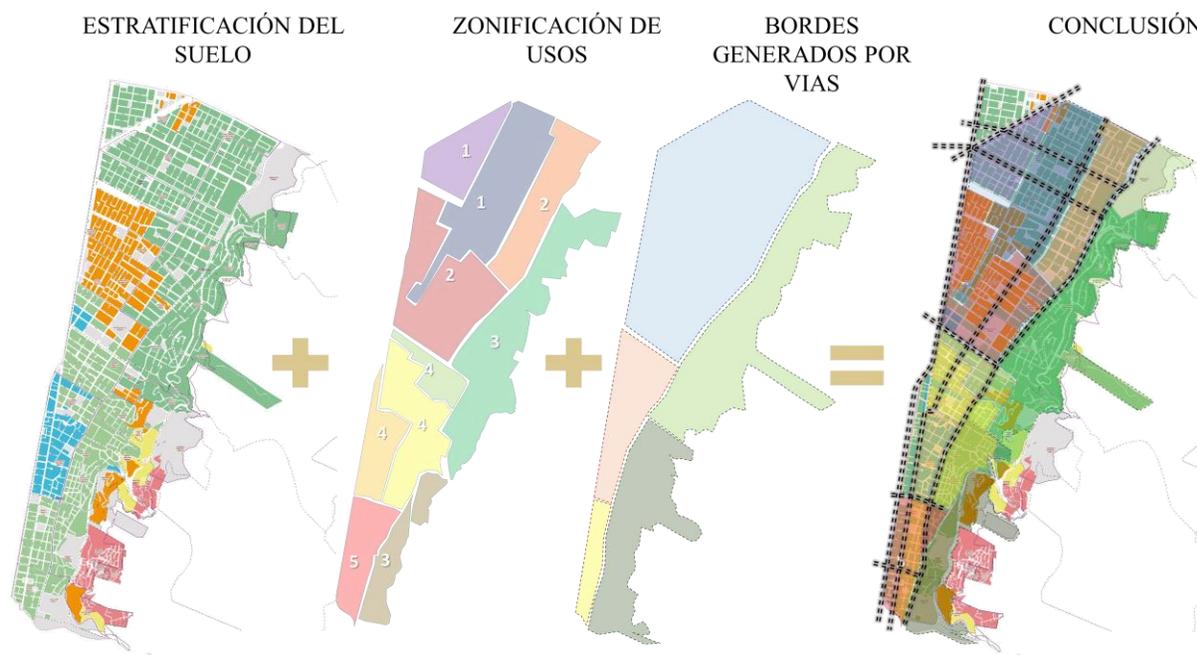


Figura 41 Superposición estructuras Chapinero

Elaboración propia

En base al estudio hasta aquí expuesto con las figuras 39, 40 y 41, se determina que Chapinero como localidad, cuenta con un tejido, con mayor influencia de edificios dotacionales (educativos, hospitalarios, recreativos, comerciales...). Así mismo los afluentes viales como la carrera 13, la carrera 15, la avenida caracas, la avenida séptima, la circunvalar, la calle 100, la calle 72 y calle 45 permiten una pluralidad distrital, facilitando el acceso de los Bogotanos a la propuesta en multi-direccionalidad Norte-Sur-Oriente-Occidente

Habría que decir también, que las diferentes tipologías arquitectónicas, así como de la fuerte relación a los cerros orientales, suministran las transiciones necesarias para la propuesta, generando un epicentro en la ciudad, que a su vez permite crear radios de impacto y propagación de los módulos de las huertas. Es por todo esto que como se observa en la figura 42 se determina un lote que reúne las características hasta aquí nombradas.

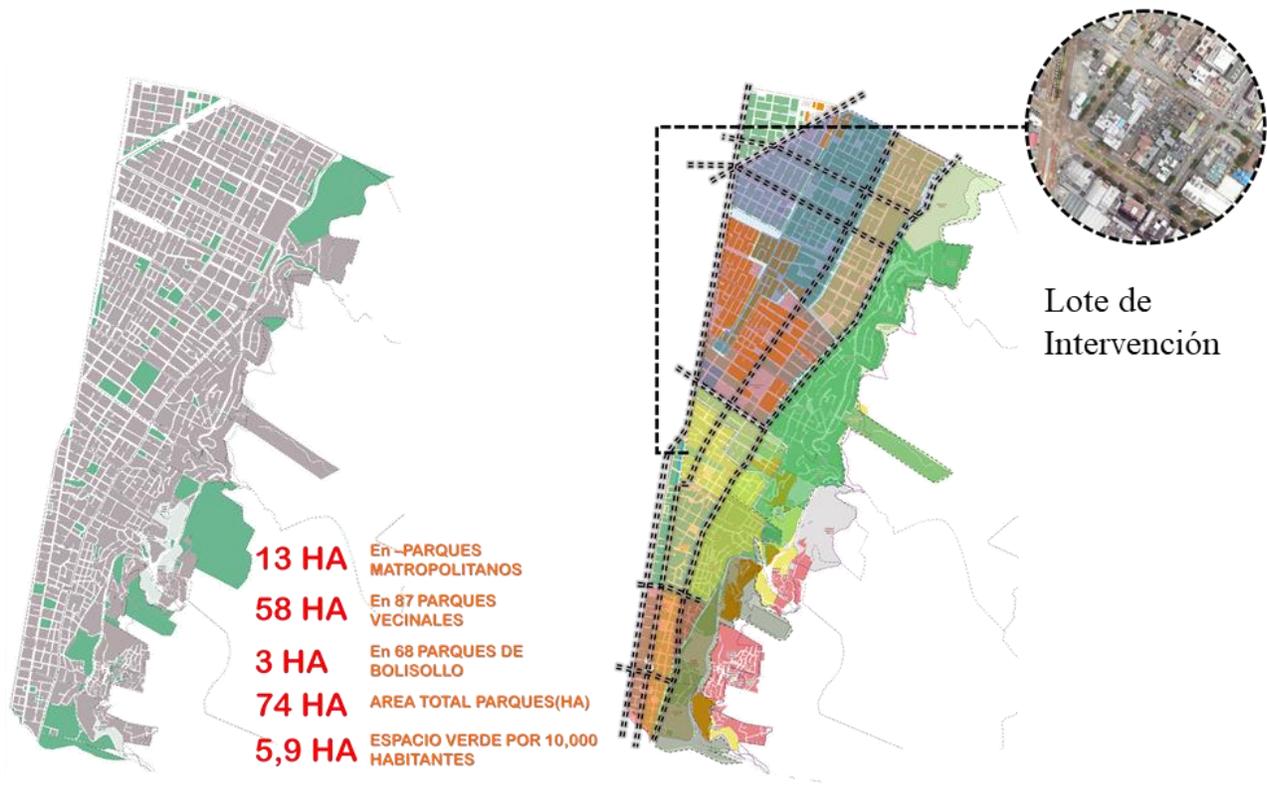


Figura 42 Lote de Intervención

Elaboración propia

7.2.3 Casos de implantación

Continuando con la concepción del proyecto como prototipo arquitectónico adaptable, se deben contemplar diferentes casos de implantación, donde nos encontramos con el predio medianero, predio esquinero y predio con grandes superficies, tendiendo como base el área que ocupa el prototipo planteado que es de 428m² donde su dimensiones son 17.64m por 24.28m (ver figura 43), de esta forma, la identificación de estos casos permite aplicar de la mejor manera los materiales en fachadas siempre pensando en mantener las condiciones internas que requieren los alimentos para desarrollarse.

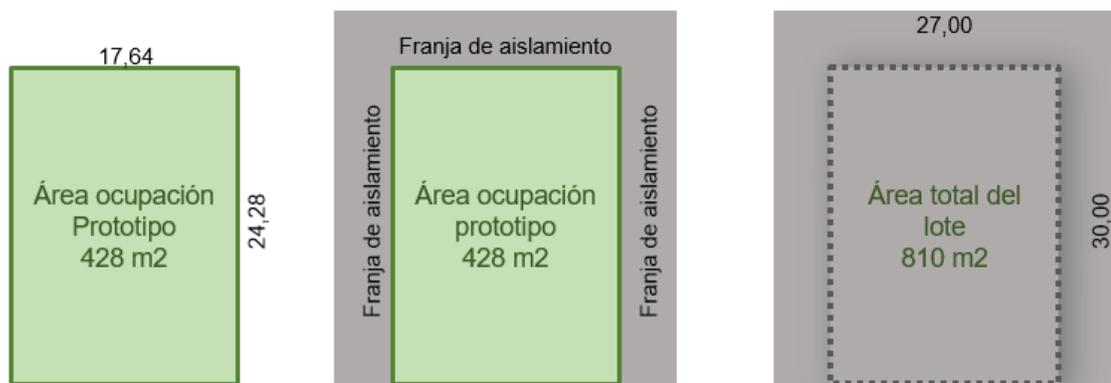


Figura 43 Ejemplos de posibles casos de implantación

Elaboración propia

La primera situación para la implantación del prototipo se debe tener un predio con unas dimensiones mínimas de 27m por 30m, es importante que tenga un vínculo directo con una vía secundaria, esto para lograr un flujo de vehículos de distancia entre ejes de 8 metros, quienes podrán entregar insumos y distribuir el producto final, predios vecinos con alturas no superiores a dos niveles, ya que estas pueden afectar la asolación sobre las fachadas. (ver figura 44)



Figura 44 Situación 1

Elaboración propia

La primera situación para la implantación del prototipo se debe tener un predio donde es necesario que tenga sobre su fachada principal una vía de carácter terciario y sobre la fachada posterior una vía secundaria que tenga un vínculo con una principal. Los predios vecinos, pueden tener una altura hasta 4 niveles. Sin embargo, es importante mantener los aislamientos con una distancia mínima de 5m. (ver figura 45).

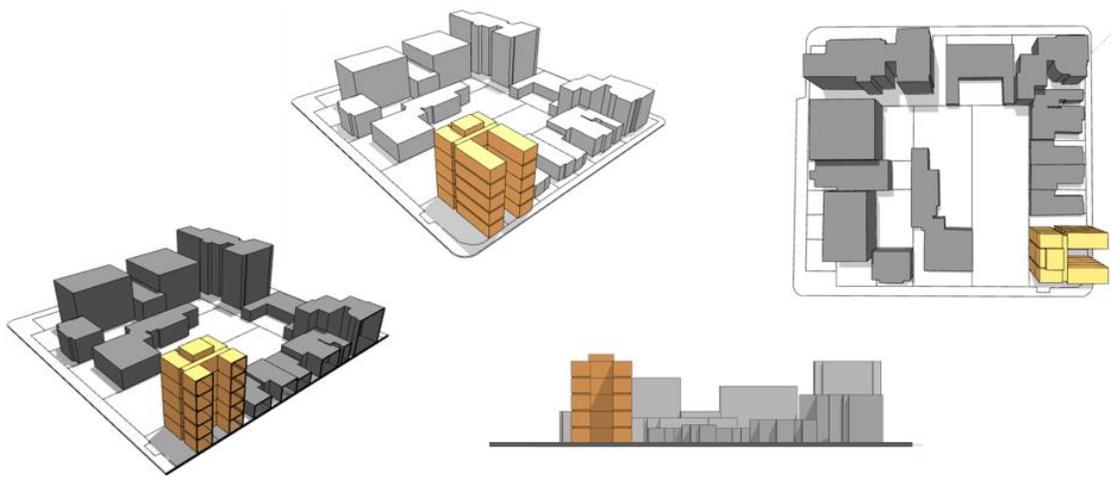


Figura 45 Situación 2

Elaboración propia

8 Conclusiones y Recomendaciones

- Es necesario realizar una validación previa cruzando los alimentos más consumidos frente al aporte nutricional de estos, para buscar que la producción sea adecuada al mercado de la zona donde se aplicara el prototipo con la cosecha indicada según la necesidad evidenciada.
- Para garantizar la eficiencia de las cosechas se debe certificar constantemente que el prototipo de huertas en altura cuente con iluminación, riego, espacios suficientes y las condiciones climáticas indicadas, permitiendo el crecimiento apropiado, identificando esas condiciones especiales se aplicaran los materiales requeridos en fachadas y entresijos acondicionando los espacios según la necesidad.
- Para continuar la gestión y aplicación del prototipo como modulo adaptable, se debe contar con un equipo multidisciplinar, así como con entidades patrocinadoras o gubernamentales como el Jardín Botánico de Bogotá, donde la experticia de dicha entidad permitiría complementar lo investigado en este trabajo de grado, teniendo como resultado la posibilidad de implementar el proyecto en la ciudad.
- En nuestro rol de arquitectos, ejecutar y valorar las oportunidades desde otros enfoques, permite creaciones y transformaciones que aportan al progreso del territorio, el cual está en una constante sinergia con nosotros como habitantes.

9 Lista de Referencias

Acebedo, L., Noguera, A. Rojas, M. y Saenz, N. (2013). Plan Global de Desarrollo 2010-2012

Prospectiva UN – Agendas de Conocimiento, Agenda: Hábitat, Ciudad y Territorio.

Recuperado de

https://editorial.unal.edu.co/fileadmin/recursos/siun/img/agendas_conocimiento/10-habitat-ciudad-territorio.pdf.

Acuerdo 605 / 2015, agosto, 31. Registro Distrital. [R.D.]: 5662. (Colombia).

18/septiembre/2019. Recuperado de

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Normal.jsp?i=62903&dt=S>.

Agricultures. (27 de febrero de 2015). ¿Qué es la Aeroponía? Recuperado de

<https://agriculturers.com/que-es-la-aeroponia/>

Alvarado, A y Diaz, E. (2019). Diseño de un Lombricultivo para el aprovechamiento de los

residuos orgánicos de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Facultad

Tecnología. (Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas).

Recuperado de

<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/15563/1/DiazGarciaErikaJohana2019.pdf>.

Baldi, G. (2010). *Fundamentos en Humanidades*. Recuperado de

<https://www.redalyc.org/pdf/184/18419812011.pdf>.

Camargo, G. (2005). *Ciudad Ecosistema Introducción a la ecología urbana*. Bogotá, Colombia:

Universidad Piloto de Colombia.

Cárdenas, G., Pinzón, H., Pulido, S., Gomez, C., Henriquez, S., Velez, J., Forero, M., Benavides, M., Mora, H., Herrera, A., Escobar, H., Sanchez, G., Florez, L., Gonzales, G., Wyckhuys, K., Salamanca, C., Zamudio, A., Jimenez, J., Gil, R., Fuentes, L., Niño, N., Florez, R., Pinto, M. y Ligarrero, G. (octubre de 2012). *Manual para el cultivo de hortalizas*. Bogotá, Colombia: Produmedios.

Chandarle, P. (s.f.) Técnicas de Acuaponia. Recuperado de

https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/publicaciones/archivos/000000_Informaci%C3%B3n%20y%20noticias%20vinculadas%20al%20sector/160831_T%C3%A9cnicas%20de%20Acuaponia.pdf.

Chavarro, D., Veléz, M., Tovar, G., Montenegro, I., Hernández, A. y Olaya, A. (diciembre de 2017). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Colombia y el aporte de la ciencia, la tecnología y la Innovación. Recuperado de

https://minciencias.gov.co/sites/default/files/objetivos_de_desarrollo_sostenible_y_aporte_a_la_cti_v_3.5.pdf

Despommier, D. (agosto de 2015). Justificación de las granjas verticales. Recuperado de

http://www.verticalfarm.com/?page_id=36

Decreto 566 / 2014, diciembre, 17. Registro Distrital. [R.D.]: 5493. (Colombia).

18/septiembre/2019. Recuperado de

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=60198>

Garzon, B., Brañez, N., Abella, M. y Acuad, A. (2004). Vegetación Urbana y Hábitat Popular: El Caso de San Miguel de Tucumán. *Revista INVI*. Vol. N° 18. 19-44. Recuperado de

<http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/rt/prINTERfriendly/366/850>.

Hydro environment. (s.f.) ¿Qué es un Invernadero? Recuperado de

https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=44.

IDEAM. (s.f.). Estudio de la Caracterización Climática de Bogotá y la Cuenca Alta del Rio

Tunjuelo. Recuperado de

<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21135/CARACTERIZACION+CLIMATIC+A+BOGOTA.pdf/d7e42ed8-a6ef-4a62-b38f-f36f58db29aa>.

IESE Business School Universidad de Navarra. (2017). Índice IESE Cities in Motion.

Recuperado de <https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0442.pdf>.

Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático. (s.f.). Caracterización general del

escenario de cambio climático d Bogotá. Recuperado de <https://www.idiger.gov.co/rcc>

Ley 1549 / 2012, julio, 05, 2012. Diario Oficial. [D.O.]: 48482. (Colombia). 18/septiembre/2019.

Recuperado de

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=48262>.

López, A. (13 de septiembre de 2018). Diferentes sectores de la tecnología limpia. Recuperado

de <https://www.reciclaelectronicos.com/blog/2018/09/diferentes-sectores-la-tecnologia-limpia/>

Lopez, A. y Lopez, O. (2018). Estrategias metodológicas de análisis urbano frente al cambio

climático: Matriz para el diseño adaptativo en asentamientos informales. Revista de

Arquitectura. Vol. N° 20(2). Recuperado de

<https://www.redalyc.org/jatsRepo/1251/125159161007/html/index.html>

Loss Makkokes. (s.f.). Técnicas hidropónicas. Recuperado de

<https://sites.google.com/site/lossmakkokes/como-hacer-germinar-una-lenteja/tecnicas-hidroponicas>

Ministerio de educación. (s.f.). Ley 1549 de julio 05 de 2012. Recuperado de

https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-382299.html?_noredirect=1.

Moreno, P. y Barrera, L. (2019). Agricultural Crops Park, Centro Interactivo Técnico Agrícola Cajamarca – Tolima. (Trabajo de grado, Universidad la Gran Colombia). Recuperado de

<https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5618/MONOGRAFIA%20AGRICULTURAL%20CROPS%20PARK.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Naciones Unidas. (16 de octubre de 2018a). Los recursos naturales causaron más del 40% de las guerras de los últimos sesenta años. Recuperado de

<https://news.un.org/es/story/2018/10/1443762>

Naciones Unidas. (2002) ¿Qué es el desarrollo sostenible? Recuperado de

<https://www.un.org/spanish/conferences/wssd/desarrollo.htm>

Naciones Unidas. (2018b). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Recuperado de

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf

Navas, F. y Peña, L. (s.f.) Los diseños verticales y la agricultura unidos para la producción de alimentos en los módulos para huertas urbanas verticales. Recuperado de

<http://docplayer.es/52026082-Los-disenos-verticales-y-la-agricultura-unidos.html>.

Organización de las naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAOa]. (s.f.)

Acuicultura. Recuperado de <http://www.fao.org/aquaculture/es/>.

Organización de las naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAOb]. (s.f.).

Colombia en una mirada. Recuperado de <http://www.fao.org/colombia/fao-en-colombia/colombia-en-una-mirada/es/>

Organización de las naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2018). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo, fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad alimentaria y la nutrición. Recuperado de

<http://www.fao.org/3/I9553ES/i9553es.pdf>

Organización de las naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2017). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo, fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad alimentaria. Recuperado de

<https://books.google.com.co/books?id=HG5UDwAAQBAJ&pg=PA65&lpg=PA65&dq=en+los+%C3%BAltimos+60+a%C3%B1os,+el+40%25+de+las+guerras+civiles+han+estado+relacionadas+con+recursos+naturales&source=bl&ots=xXT1yUrYgC&sig=ACfU3U0xKOycpy8xIfo2JTWXNIAL7r7fpg&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwj16v-uyMTpAhVNTd8KHYYxAdMQ6AEwAXoECAoQAQ#v=onepage&q=en%20los%20%C3%BAltimos%2060%20a%C3%B1os%20el%2040%25%20de%20las%20guerras%20civiles%20han%20estado%20relacionadas%20con%20recursos%20naturales&f=false>

e

Organización de las naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (enero de 1999). Cuestiones de la agricultura urbana. Recuperado de <http://www.fao.org/ag/esp/revista/9901sp2.htm>.

Organización de las naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2011). Seguridad Alimentaria y Nutricional conceptos básicos. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-at772s.pdf>.

Otálora, S. (2014). Huerta Urbana Eje de Re Funcionalización de la Fábrica de Loza y los Lavaderos Comunitarios. (Trabajo de grado, Universidad la Gran Colombia). Recuperado de https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3138/Huerta_urbana_refuncionalizacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pernick, R. y Wilder, C. (2008). *La revolución limpia, invertir en tecnología y crecer en el futuro inmediato*. Recuperado de https://books.google.com.co/books?id=dt91BYOMwggC&printsec=frontcover&source=gbs_atb&redir_esc=y#v=snippet&q=ecosistemas&f=false

Plataforma de seguridad alimentaria y nutricional. (2020). Plan Nacional de seguridad alimentaria y nutricional 2012-2019. Recuperado de <https://plataformacelac.org/politica/100>

Reyes, G., Díaz, G., Dueñas, J. y Bernal, A. (2016). ¿Educación de calidad o calidad de la educación? Uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y el camino para el desarrollo humano. *Revista de la Universidad de La Salle*. Vol. N°71. 251-272. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5973703>

- Salamanca, N. (2016). Balance del programa de agricultura urbana liderado por el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. (Trabajo de grado, Universidad distrital Francisco Jose de Caldas). Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4921/1/SalamancaCordobaNestorLeonardo2016.pdf>
- Sánchez, A. (2008). Agricultura Urbana en Bogotá: Implicaciones en la construcción de una ciudad sustentable. (Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana). Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7809/tesis125.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Secretaria Distrital de Ambiente. (2019). Informe anual de Calidad del Aire en Bogotá, Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá. Bogotá, Colombia: Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Tendencias Tecnológicas. (28 de marzo de 2019). Granjas Verticales | El futuro de la agricultura | Tendencias Tecnológicas. [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=3YW2OP3ADXI>
- Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos. (s.f.). guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura. Recuperado de http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf
- Universidad Autónoma de México. (s.f.). El cultivo del Brócoli. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/154797151.pdf>.
- Vivae Natura. (s.f.) ¿Qué es Hidroponía? Recuperado de <https://www.vivaenatura.com/plantulas-e-hidroponia>

ZICLA. (15 de febrero de 2020). Agenda 2030: 17 objetivos para las personas y para el planeta.

[Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.zicla.com/blog/agenda-2030-17-objetivos-para-las-personas-y-para-el-planeta/>

10 Anexos

- Matriz de identificación y condiciones específicas de alimentos seleccionados.
- Planimetría
 - PL 01 – Índice de planos
 - G-01 – Programa arquitectónico
 - A-01 – Planta primer y segundo y
 - A-02 – Planta tipo y planta nivel sexto
 - A-03 – Planta cubierta y planta sótano
 - A-04 – Fachada lateral
 - A-05 – Fachada principal
 - A-06 – Fachada posterior
 - A-07 – Sección longitudinal A.A
 - A-08 – Sección longitudinal B.B
 - A-09 – Sección longitudinal C.C
 - A-10 – Detalles baños
 - A-11 – Corte fachada
 - A-12 – Detalles camas cultivos
 - A-13 – Render del proyecto
 - E-1 – Plantas estructurales de entepiso
 - E-2 – Detalles estructura metálica
 - H-1 – Red hidráulica
 - S-1 – Red sanitaria
 - EL-1 – Planta de Tomas e iluminación

- EL-2 – Diagrama vertical