

Complejo de granjas verticales en la vereda el uval, Bogotá, para potenciar la seguridad alimentaria.

Nicol Tatiana Pérez Alean

Daniel Alejandro López Páez



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Arquitectura, Facultad Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá, Colombia

2024

Complejo de granjas verticales en la vereda el uval, Bogotá, para potenciar la seguridad alimentaria.

Nicol Tatiana Pérez Alean, Daniel Alejandro López Páez

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

Línea de investigación desarrollo urbano regional sostenible

Énfasis en Diseño Proyecto Arquitectónico

Arq. Yuber Alberto Nope Bernal

Director

Arq. Mario Enrique Gutiérrez Quijano

Asesor



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Programa académico, Facultad

Universidad

Ciudad

2024

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo a nuestra familia, quienes han sido un pilar fundamental en la vida, por su amor incondicional, su apoyo constante y por inculcar en nosotros el valor de la educación.

A los profesores, quienes han sido guías invaluable en la formación académica y profesional. Gracias por compartir sus conocimientos, por su paciencia y por inspirarnos a ser mejores cada día. En especial, así mismo a mis compañeros de clase, con quienes hemos compartido innumerables experiencias, risas y desafíos, por su apoyo mutuo y por hacer de esta etapa universitaria una experiencia inolvidable.

Esta tesis es el resultado de todos nuestros esfuerzos, de sus palabras de aliento y de su constante motivación. Cada uno de ustedes ha contribuido de manera única en nuestro crecimiento personal y académico, Espero que este logro sea motivo de orgullo y satisfacción para todos ustedes, quienes han sido parte fundamental de este recorrido.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de esta tesis, agradezco profundamente a nuestro director de tesis, por su guía, paciencia y dedicación durante todo el proceso de investigación y escritura. Sus conocimientos, consejos y retroalimentaciones fueron fundamentales para llevar a buen término este proyecto.

No podemos dejar de mencionar a nuestros padres, quienes, con su amor incondicional, paciencia y aliento constante nos motivaron a perseverar en los momentos más difíciles y amigos cercanos, gracias por su comprensión y por estar siempre presentes para escucharnos y brindarnos su apoyo emocional.

Finalmente, quiero agradecer a todas aquellas personas que, de una u otra forma, contribuyeron a la realización de esta tesis. Sus aportes, aunque no sean mencionados explícitamente, fueron igualmente valiosos.

A todos, nuestra más sincera gratitud.

Tabla de contenido

RESUMEN 12

ABSTRACT 13

INTRODUCCIÓN 14

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... 17

 PREGUNTA PROBLEMA.....20

JUSTIFICACIÓN 21

OBJETIVOS 26

 OBJETIVO GENERAL26

 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....26

HIPÓTESIS 27

ANTECEDENTES..... 27

MARCOS 30

 MARCO HISTÓRICO30

 MARCO TEÓRICO.....33

 MARCO CONCEPTUAL.....36

 MARCO LEGAL40

 MARCO CONTEXTUAL.....45

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO 64

 VARIABLES65

CAPÍTULO I. INSTRUMENTOS DE LA METODOLOGÍA 68

 ENCUESTA.....69

 ENTREVISTA69

 FICHA DE DIAGNÓSTICO70

CAPÍTULO II. DIAGNÓSTICO	72
DIVISIÓN POR CUADRANTES	72
DIAGNÓSTICO ENTREVISTA	76
DIAGNÓSTICO FICHA DE OBSERVACIÓN	77
CAPÍTULO III. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.	81
PLANTEAMIENTO “PLAN MAESTRO PARA EL SECTOR”	81
JUSTIFICACIÓN DEL LUGAR SELECCIONADO	83
COMPLEJO DE GRANJAS VERTICALES	84
PROGRAMA ARQUITECTÓNICO.	85
ORGANIGRAMA.....	86
ZONIFICACIÓN	86
PREMISA MORFOLÓGICA	88
CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN.....	89
DETERMINANTES AMBIENTALES.....	90
CAPÍTULO IV. MODELADO BIM.	91
MODELADO ESTRUCTURA	94
MODELADO ARQUITECTURA.....	95
MODELADO DE INSTALACIONES MEP	96
INTERFERENCIAS E INCONSISTENCIAS.	101
CREACIÓN DE INFORMES DE COORDINACIÓN	103
CONFIGURACIÓN DE PLANIMETRÍA Y DOCUMENTACIÓN.	105
SIMULACIÓN DE ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS	106
EXPORTACIÓN ICF	107
RENDERIZACIÓN EN TIEMPO REAL	108
FONDOS CLIMÁTICOS, MANEJO DE LUCES, SOMBRAS Y REFLEJOS.....	108

AGRICULTURA URBANA SOSTENIBLE	7
VISUALIZACIÓN DE MODELOS 3D	109
REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA	110
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	111
LISTA DE REFERENCIA O BIBLIOGRAFÍA.....	114

Lista de Figuras

Figura 1 *Árbol del problema inseguridad alimentaria en Usme, Bogotá.*..... 18

Figura 2 *Indicadores de inseguridad alimentaria a nivel mundial.* 21

Figura 3 *Porcentajes de inseguridad alimentaria a nivel mundial.* 22

Figura 4 *Falta de acceso a alimentos % en hogares 2022.* 23

Figura 5 *Línea del tiempo, desarrollo El Uval.*..... 30

Figura 6 *Marco teórico sobre seguridad alimentaria, disposición de alimentos y estabilidad del suministro.* 33

Figura 7 *Diagrama de conceptos a desarrollar, agricultura urbana, seguridad alimentaria y sostenibilidad.* 36

Figura 8 *Marco normativo, leyes, artículos y decretos del proyecto a desarrollar.* 40

Figura 9 *Requisitos de información.* 43

Figura 10 *Industry Foundation Classes.* 43

Figura 11 *Análisis inseguridad alimentaria en Bogotá.* 46

Figura 12 *Análisis de Insuficiencia de ingresos para cubrir los gastos en el hogar en Bogotá.* ... 47

Figura 13 *Desnutrición, promedio por localidades.* 48

Figura 14 *Situación nutricional.* 49

Figura 15 *Plazas distritales de mercado.* 50

Figura 16 *Análisis poblacional de la localidad de Usme.* 51

Figura 17 *Diagrama porcentual según las características del suelo.*..... 52

Figura 18 *Malnutrición infantil por veredas y barrios.*..... 53

Figura 19 *Usos del suelo escala meso.* 55

Figura 20 *Estructura ecológica escala meso.* 56

Figura 21 *Sector agrícola.* 58

Figura 22 <i>Cadenas de comercialización, mapa de las tiendas.</i>	59
Figura 23 <i>Áreas protegidas.</i>	60
Figura 24 <i>Malla vial.</i>	62
Figura 25 <i>Área de intervención.</i>	63
Figura 26 <i>Esquema tipo investigación.</i>	64
Figura 27 <i>Esquema de variables.</i>	66
Figura 28 <i>Cuadro metodológico.</i>	68
Figura 29 <i>Encuestas.</i>	69
Figura 30 <i>Entrevistas.</i>	70
Figura 31 <i>Ficha de diagnóstico.</i>	71
Figura 32 <i>Mapas cuadrantes.</i>	73
Figura 33 <i>Tabulación socioeconómica, espacial y producción agrícola.</i>	74
Figura 34 <i>Tabulación ambiental, infraestructura, movilidad y técnicas.</i>	75
Figura 35 <i>Tabulación variable de producción agrícola.</i>	76
Figura 36 <i>Tabulación variable de producción agrícola.</i>	77
Figura 37 <i>Tabulación de vías y movilidad.</i>	78
Figura 38 <i>Tabulación de variable socioeconómico.</i>	79
Figura 39 <i>Tabulación de variable ambiental.</i>	80
Figura 40 <i>Propuesta plan maestro.</i>	81
Figura 41 <i>Estrategias del plan maestro.</i>	82
Figura 42 <i>Determinantes para el diseño de espacios.</i>	83
Figura 43 <i>Programa del complejo de Granjas Verticales.</i>	85
Figura 44 <i>Flujo de actividades y relación de espacios.</i>	86
Figura 45 <i>Zonificación.</i>	87

Figura 46 <i>Transformación de la forma</i>	88
Figura 47 <i>Criterios de implantación</i>	89
Figura 48 <i>Condiciones ambientales</i>	90
Figura 49 <i>Planta general</i>	91
Figura 50 <i>Zonificación primer piso</i>	93
Figura 51 <i>Zonificación segundo piso</i>	94
Figura 52 <i>Modelado de estructura primer y segundo nivel</i>	95
Figura 53 <i>Modelado de arquitectura primer y segundo nivel</i>	96
Figura 54 <i>Modelado de Inst. Hidráulica primer y segundo nivel</i>	97
Figura 55 <i>Modelado de Inst. Sanitaria primer y segundo nivel</i>	98
Figura 56 <i>Modelado de Red contra incendios primer y segundo nivel</i>	100
Figura 57 <i>Modelado de Inst. eléctrica primer y segundo nivel</i>	101
Figura 58 <i>Interferencias e inconsistencias Revit</i>	102
Figura 59 <i>Interferencias e inconsistencias Navisworks</i>	103
Figura 60 <i>Proceso de inconsistencias Navisworks</i>	103
Figura 61 <i>Informe de inconsistencias</i>	104
Figura 62 <i>Abstracción de tablas de planificaciones y cantidades</i>	105
Figura 63 <i>Planimetría del proyecto</i>	106
Figura 64 <i>Simulación de actividades constructivas Navisworks</i>	107
Figura 65 <i>Paso a paso de exportación IFC</i>	107
Figura 66 <i>Muestra de la renderización en tiempo real</i>	108
Figura 67 <i>Aplicación de fondos climáticos, luces, sombras y reflejos</i>	109
Figura 68 <i>Modelos interior y exterior</i>	109
Figura 69 <i>Realidad virtual inmersiva a través de Augin</i>	110

Lista de Tablas

Tabla 1 *Conclusión de la muestra*. 72

Resumen

La agricultura urbana ha cobrado gran relevancia como respuesta a los desafíos contemporáneos que enfrentan la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental en entornos urbanos en constante crecimiento. El presente estudio se enfoca en Usme, una localidad de Bogotá donde la rápida expansión poblacional y la urbanización acelerada han agravado estas problemáticas. El objetivo principal de esta investigación es impulsar la integración efectiva de la agricultura urbana en Usme, enfocándose en mejorar la seguridad alimentaria y adoptando un enfoque sostenible. Se propone la implementación de un complejo de granjas verticales para incrementar la disponibilidad, accesibilidad y estabilidad del suministro de alimentos, lo que a su vez elevará la calidad de vida de los habitantes. El proceso investigativo involucra múltiples etapas, desde la recopilación de datos hasta el análisis de la situación actual en Usme. Adicionalmente, se incorporará la metodología Building Information Modeling (BIM) a través de un diplomado, que abarca el desarrollo de un modelado 3d y simulaciones para optimizar el diseño, construcción y operación del complejo. La implementación de la agricultura urbana en Usme tendrá el potencial de reducir la dependencia de cadenas de suministro externas, mejorar el acceso a alimentos frescos y nutritivos, promover la sostenibilidad ambiental y fortalecer el tejido comunitario. Además, se analizarán las iniciativas locales y las políticas gubernamentales que impulsan este proceso, lo que podría brindar nuevas oportunidades para la comunidad de Usme y para la ciudad de Bogotá en su conjunto. La agricultura urbana representa, sin duda, una solución efectiva y sostenible para abordar los desafíos alimentarios y ambientales en entornos urbanos en rápido crecimiento.

Palabras clave: Dependencia de cadenas de suministro, Sostenibilidad ambiental, Calidad de vida, Seguridad alimentaria, Agricultura en entornos urbanos, BIM.

Abstract

Urban agriculture has gained great relevance as a response to contemporary challenges facing food security and environmental sustainability in ever-growing urban environments. This study focuses on Usme, a locality in Bogotá where rapid population expansion and urbanization have aggravated these issues. The main objective of this research is to promote the effective integration of urban agriculture in Usme, focusing on improving food security and adopting a sustainable approach. The implementation of a vertical farm complex is proposed to increase the availability, accessibility, and stability of the food supply, which in turn will improve the quality of life of the inhabitants. The research process involves multiple stages, from data collection to the analysis of the current situation in Usme. Additionally, the Building Information Modeling (BIM) methodology will be incorporated through a diploma course, which includes the development of 3D modeling and simulations to optimize the design, construction, and operation of the complex. The implementation of urban agriculture in Usme will have the potential to reduce dependence on external supply chains, improve access to fresh and nutritious food, promote environmental sustainability and strengthen the community fabric. In addition, local initiatives and government policies driving this process will be analyzed, which could provide new opportunities for the community of Usme and for the city of Bogotá as a whole. Urban agriculture undoubtedly represents an effective and sustainable solution to address food and environmental challenges in rapidly growing urban environments.

Key words: Supply chain dependency, Environmental sustainability, Quality of life, Food security, Agriculture in urban environments, BIM.

Introducción

La expansión urbana y el crecimiento acelerado poblacional en las grandes ciudades del mundo han planteado importantes desafíos para garantizar la seguridad alimentaria de manera sostenible para sus habitantes. La localidad de Usme, ubicada en la ciudad de Bogotá, no es ajena a esta problemática global, enfrentando un déficit significativo en la disponibilidad y acceso a alimentos frescos, nutritivos y asequibles. Este déficit se ve por diversos factores, tales como la progresiva reducción de tierras agrícolas productivas debido a la creciente dependencia de importaciones de alimentos, los altos niveles de informalidad laboral y los bajos ingresos económicos de una parte considerable de la población residente en esta localidad.

Ante este panorama desafiante, la presente investigación tiene como objetivo principal Implementar prácticas sostenibles de agricultura urbana, incorporando sistemas hidropónicos en una granja vertical en la localidad de Usme, Bogotá, con el fin de mejorar los niveles de nutrición y elevar la calidad de vida comunitaria. Esta iniciativa busca potenciar la seguridad alimentaria en la región, promoviendo la producción local de alimentos frescos y altamente nutritivos, reduciendo así la dependencia de cadenas de suministro externas y largas que aumentan la huella de carbono. Además, se pretende fomentar prácticas agrícolas respetuosas con el medio ambiente, minimizando el impacto ambiental y contribuyendo a la sostenibilidad a largo plazo.

Además, se incorporará la metodología Building Information Modeling (BIM) a través de un diplomado. El alcance del BIM en este contexto abarca la aplicación de tecnologías avanzadas de modelado y gestión de información para optimizar el diseño, la construcción y la operación del complejo de granjas verticales. Esto incluirá el desarrollo de modelos 3D detallados de las estructuras de las granjas verticales, sistemas hidropónicos y aeropónicos, espacios auxiliares y la creación de una plataforma de colaboración para facilitar la coordinación entre los diferentes equipos involucrados en el

proyecto. La incorporación de BIM no solo mejorará la eficiencia y precisión en el desarrollo del proyecto, sino que también permitirá una gestión más sostenible y adaptable del complejo de granjas verticales a largo plazo.

Los objetivos específicos que guiarán esta investigación son: Analizar las condiciones actuales de Usme en términos de disponibilidad de espacio, recursos disponibles y prácticas agrícolas existentes, con el fin de identificar de manera precisa las barreras y oportunidades para la implementación efectiva de la agricultura urbana en la localidad; Evaluar el impacto potencial de la agricultura urbana en la seguridad alimentaria de la comunidad de Usme, investigando el suministro, así como la producción local de alimentos puede reducir la dependencia de las cadenas de suministro externas y mejorar el acceso a alimentos frescos y nutritivos; Diseñar una Granja Vertical potenciando la producción de alimentos a nivel local, contribuyendo así a elevar la seguridad alimentaria de la comunidad a través de la implementación de sistemas hidropónicos para un cultivo sostenible... Este proyecto se estructura en cuatro capítulos: I: Formulación investigativa, II: Antecedentes y marcos de referencia, III: Planteamiento metodológico y IV: Diagnóstico y conclusiones.

La importancia de esta investigación radica en su contribución directa a varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas, incluyendo el ODS 2 "Hambre Cero", el ODS 11 "Ciudades y Comunidades Sostenibles", el ODS 12 "Producción y Consumo Responsables", y el ODS 13 "Acción por el Clima". Además, este proyecto aportará una nueva perspectiva y conocimientos innovadores sobre cómo abordar el desafío de la disminución de tierras agrícolas debido al crecimiento urbano descontrolado, mediante la adopción de prácticas agrícolas sostenibles y de alta eficiencia, como la hidroponía y la acuaponía, que permiten la producción de alimentos en espacios reducidos y con un uso optimizado de recursos como el agua y los nutrientes.

La motivación principal que impulsa esta investigación es la profunda preocupación por la seguridad alimentaria en entornos urbanos en constante evolución, y la urgente necesidad de encontrar soluciones sostenibles a largo plazo que permitan a las comunidades urbanas ser autosuficientes y resilientes frente a posibles interrupciones en las cadenas de suministro tradicionales o fluctuaciones económicas adversas. La observación directa de cómo la expansión descontrolada de las ciudades impacta negativamente la producción de alimentos, aumenta la dependencia de importaciones y genera vulnerabilidades en el acceso a alimentos frescos y nutritivos, ha llevado a comprender la necesidad imperiosa de promover la autonomía alimentaria y la resiliencia de las comunidades urbanas.

La experiencia y vivencias en entornos urbanos como Usme han destacado la importancia de implementar estrategias innovadoras que permitan a las ciudades ser autosuficientes en la producción de alimentos, utilizando métodos sostenibles y de alta eficiencia que minimicen el impacto ambiental y contribuyan a la seguridad alimentaria a largo plazo.

En conclusión, se espera obtener de esta investigación que la agricultura urbana sostenible, implementada a través de granjas verticales con prácticas innovadoras y potenciada por la metodología BIM, puede ser una solución efectiva y escalable para abordar los desafíos actuales y futuros de seguridad alimentaria en entornos urbanos en crecimiento acelerado. Estas granjas permiten la producción local de alimentos frescos y altamente nutritivos, reducen significativamente la dependencia de importaciones y largas cadenas de suministro, promueven la sostenibilidad ambiental al minimizar la huella de carbono y el desperdicio de recursos, y fortalecen la resiliencia de las comunidades urbanas frente a posibles interrupciones en las cadenas de suministro tradicionales o fluctuaciones económicas adversas.

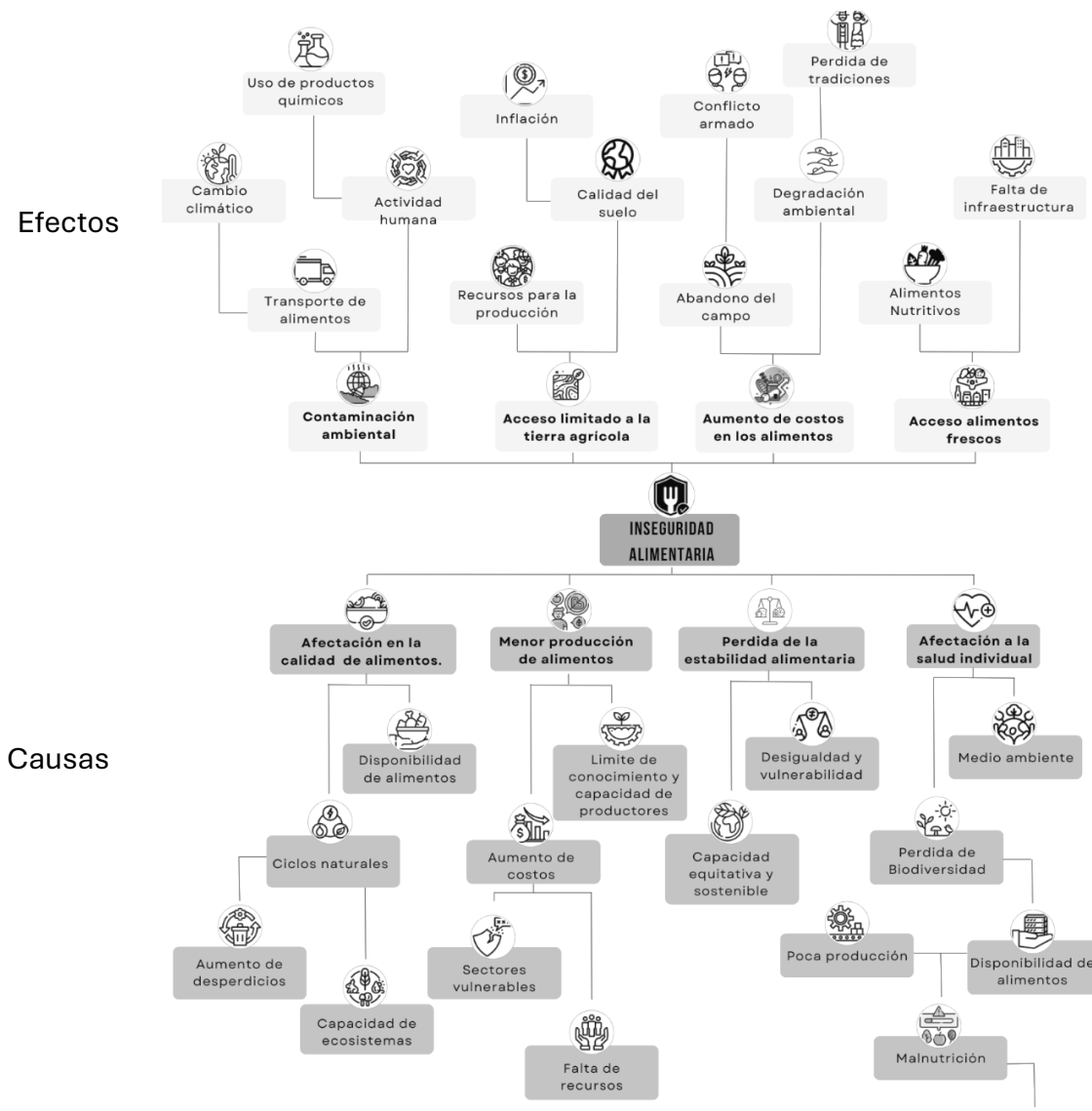
Formulación del problema

La expansión de las áreas urbanas ha generado una reducción significativa de las tierras agrícolas tradicionales, lo que ha tenido un impacto adverso en la producción de alimentos y ha aumentado la dependencia de suministros provenientes de zonas rurales. Este fenómeno ha expuesto a las comunidades urbanas a diversas vulnerabilidades, incluyendo interrupciones en las cadenas de abastecimiento y crisis económicas.

Para comprender mejor esta problemática y sus implicaciones, es necesario analizar y relacionar las causas y consecuencias a través de la sistematización de variables de análisis, el cual se presenta a continuación (ver figura 1), permitiendo visualizar cómo se interrelacionan las distintas problemáticas y los factores que las generan.

Figura 1

Árbol del problema inseguridad alimentaria en Usme, Bogotá.



Nota. Causas y efectos de la inseguridad alimentaria. Elaboración propia.

Afectación en la calidad de alimentos: Factores ambientales como el cambio climático pueden disminuir los niveles nutricionales de los cultivos, haciendo que los alimentos pierdan parte de sus propiedades saludables. Por ejemplo, algunos estudios indican que el incremento del CO2 puede reducir el contenido proteico y mineral de cultivos básicos.

Menor producción de alimentos: El cambio climático puede reducir los rendimientos agrícolas debido a eventos extremos como sequías, inundaciones e incremento de plagas e incendios forestales. Esto puede ocasionar escasez de alimentos a nivel local o global. Según las proyecciones de la FAO, el cambio climático puede generar en las próximas décadas una seria reducción de la producción global de alimentos básicos, lo que comprometería la seguridad alimentaria mundial.

Pérdida de la estabilidad alimentaria: Capacidad de un sistema alimentario de responder ante choques como catástrofes naturales sin sufrir interrupciones severas que pongan en riesgo el acceso a alimentos. El cambio climático genera mayor incertidumbre e imprevisibilidad en la producción y distribución de comida.

Afectación a la salud individual: Cambios en la calidad y disponibilidad de alimentos pueden provocar desnutrición, especialmente en poblaciones vulnerables. A su vez, eventos climáticos extremos como olas de calor pueden propagar enfermedades transmitidas por alimentos, agua o vectores (dengue, malaria, etc.) afectando directamente la salud humana.

El crecimiento constante de la población en áreas urbanas ha aumentado la demanda de alimentos, lo que ha renovado el interés por la agricultura en contextos urbanos. Esto se relaciona directamente con la preocupación por la seguridad alimentaria en las ciudades, donde la agricultura urbana permite un acceso directo a alimentos frescos y reducir la dependencia de importaciones. Además, la creciente conciencia ambiental ha impulsado prácticas agrícolas sostenibles y el cultivo de alimentos locales, con el objetivo de abordar la seguridad alimentaria y reducir la huella de carbono de la agricultura a gran escala.

Según los resultados de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida de 2022 en Colombia, un alto porcentaje de hogares (28,1%) enfrentan inseguridad alimentaria moderada o grave en el último año debido a limitaciones económicas, lo que resultó en una reducción en la cantidad y calidad de alimentos consumidos. A nivel nacional, el 4.9% de los hogares experimentan inseguridad alimentaria grave, donde

al menos una persona pasó un día sin comer debido a la falta de recursos. La inseguridad alimentaria fue más pronunciada en áreas rurales (33% de los hogares) en comparación con áreas urbanas (27% de los hogares)

La implementación de la agricultura urbana emerge como una estrategia clave para garantizar la producción local de alimentos frescos y saludables. La ubicación estratégica de la vereda El Uval en Usme la posiciona como un área especialmente importante para abordar las inquietudes en torno a la seguridad alimentaria mediante iniciativas agrícolas por la granja vertical, dado que conecta la zona rural con la urbana.

Pregunta problema

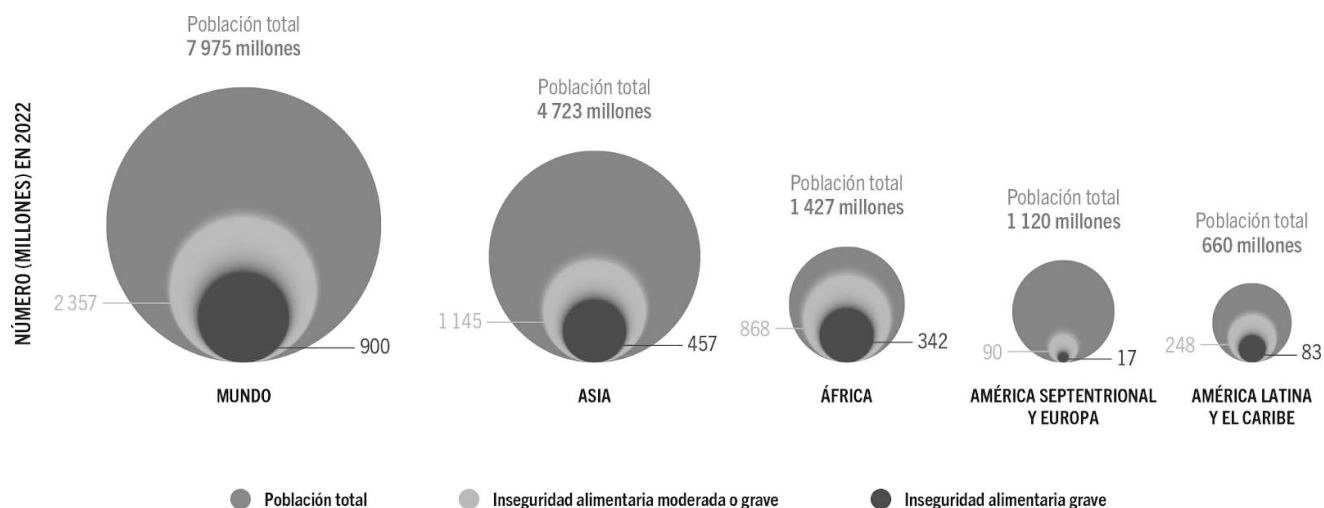
¿Qué estrategias se pueden implementar para lograr la integración de la agricultura urbana en la localidad de Usme, con el propósito de mejorar la seguridad alimentaria y fomentar la sostenibilidad en el contexto de un entorno urbano en crecimiento acelerado?

Justificación

De acuerdo con el Informe mundial sobre las crisis alimentarias de 2022, el número de personas que enfrentan inseguridad alimentaria aguda y necesitan ayuda urgente en alimentación, nutrición y medios de vida ha incrementado por cuarto año consecutivo. Más de 250 millones de personas sufrían de hambre aguda, y en siete países, los habitantes estaban al borde de la inanición. La severidad de la inseguridad alimentaria aguda subió al 22,7 % en 2022, comparado con el 21,3 % en 2021, lo cual sigue siendo extremadamente alto y resalta una tendencia creciente a nivel mundial (FAO, et al, 2024).

Figura 2

Indicadores de inseguridad alimentaria a nivel mundial.



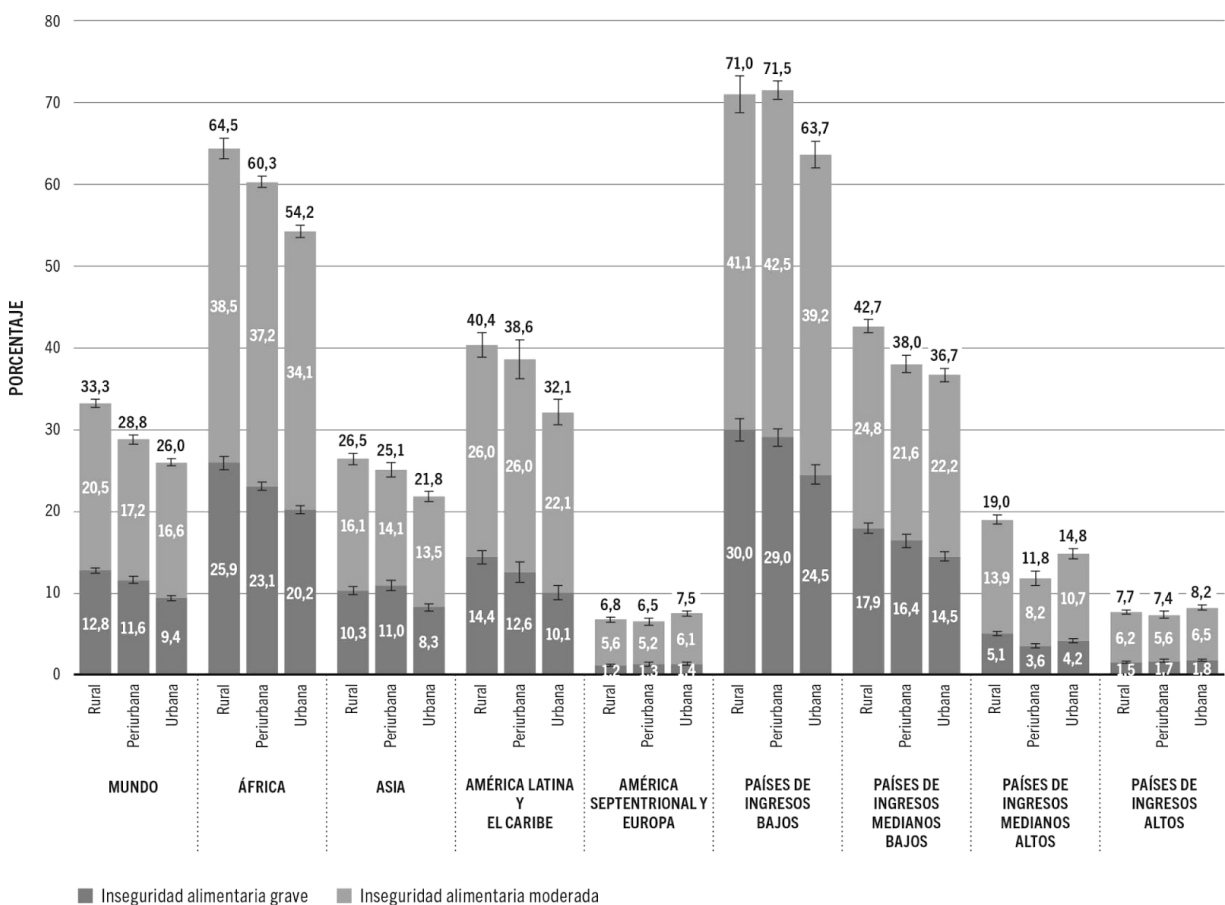
Adaptado de: *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2024: Financiación para acabar con el hambre, la inseguridad alimentaria y la malnutrición en todas sus formas*, FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. (2024). Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc3017es>

Según FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF (2024), los datos de la FIES recopilados en 2022 por la FAO permitieron, por primera vez, una comparación de la inseguridad alimentaria a nivel global, regional y subregional en áreas urbanas, periurbanas y rurales. Utilizando la clasificación DEGURBA, se identificaron tres áreas: en las zonas urbanas, el 26,0 % de los adultos experimentaron inseguridad alimentaria, con

una prevalencia grave del 9,4 %; en las localidades de densidad intermedia o periurbanas, la inseguridad alimentaria afectó al 28,8 % de los adultos, y la prevalencia grave fue del 11,6 %; mientras que en las zonas rurales, el 33,3 % de los adultos enfrentaron inseguridad alimentaria moderada o grave, con una prevalencia del 12,8 %.

Figura 3

Porcentajes de inseguridad alimentaria a nivel mundial.



Adaptado de: *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2024: Financiación para acabar con el hambre, la inseguridad alimentaria y la malnutrición en todas sus formas*, FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. (2024). Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc3017es>

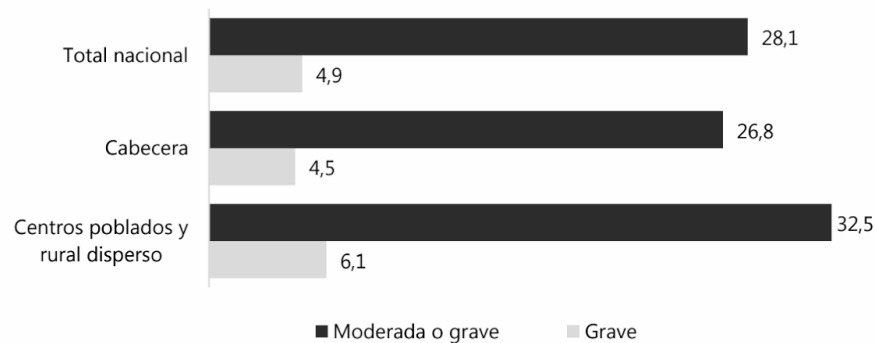
Según Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE, 2023), los datos de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida de 2022 indican que el 28,1% de los hogares en el país experimentaron inseguridad alimentaria moderada o grave. Esto significa que 28 de cada 100 hogares

tuvieron que reducir la cantidad y calidad de los alimentos consumidos al menos una vez en los últimos 12 meses debido a la falta de recursos económicos. A nivel nacional, la prevalencia de inseguridad alimentaria grave fue del 4,9%, lo que implica que, en 5 de cada 100 hogares, al menos una persona no pudo comer durante todo un día por falta de dinero u otros recursos en el último año.

Figura 4

Falta de acceso a alimentos % en hogares 2022.

Adaptado de: Escala de experiencia de inseguridad alimentaria (FIES) 2022, Departamento



*Administrativo Nacional de Estadísticas [DANE]. (2023),
<https://www.dane.gov.co/files/operaciones/FIES/bol-FIES-2022.pdf>*

En cuanto a la prevalencia de la inseguridad alimentaria, los datos de la FIES muestran que 27 de cada 100 hogares en cabeceras municipales enfrentaron inseguridad alimentaria moderada o grave, mientras que en las áreas rurales (centros poblados y rural disperso) esta cifra fue mayor, afectando a 33 de cada 100 hogares.

Usme es una de las localidades con mayores índices de pobreza de Bogotá, con cerca del 40% de sus habitantes en condición de pobreza monetaria. De acuerdo con cifras del DANE, en Usme el 15,5% de los hogares presenta inseguridad alimentaria moderada y el 5,2% inseguridad alimentaria severa. En total, 1 de cada 5 hogares usmeños no tiene acceso pleno y permanente a los alimentos. Factores como la informalidad laboral, bajos ingresos, desempleo y pobreza inciden en que muchos habitantes no puedan adquirir una canasta básica alimentaria de manera constante.

Este proyecto se revela como esencial al enfrentar la reducción de tierras agrícolas debida al crecimiento urbano. Desde una perspectiva académica, la investigación se enfoca en cómo prácticas sostenibles como la hidroponía pueden contrarrestar este problema, contribuyendo a la comprensión y aplicación de soluciones innovadoras. Socialmente, la iniciativa mejora la seguridad alimentaria urbana al fomentar la producción local, reducir la dependencia de importaciones y fortalecer la resiliencia frente a crisis y cambios económicos.

Con su enfoque práctico, la agricultura urbana contribuye directamente a varios ODS. Por ejemplo, el ODS 2 (Hambre Cero) se aborda al fomentar prácticas sostenibles como la hidroponía para garantizar la disponibilidad de alimentos y combatir el hambre. El ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles) encuentra respuesta mediante la adopción de prácticas agrícolas sostenibles en ciudades, esenciales para lograr comunidades más resilientes y autosuficientes. El ODS 12 (Producción y Consumo Responsables) se ve reflejado al adoptar prácticas agrícolas más sustentables, contribuyendo a una producción de alimentos eficiente y a la reducción de la necesidad de importaciones. Además, el ODS 13 (Acción por el Clima) se beneficia al reducir la dependencia de importaciones y promover prácticas sostenibles que contribuyen a disminuir la huella de carbono y la presión sobre los recursos naturales.

La realización del proyecto aportará una nueva perspectiva para abordar la disminución de tierras agrícolas debido al crecimiento urbano. Generará información innovadora al explorar cómo prácticas agrícolas sostenibles, como la hidroponía, pueden contrarrestar este fenómeno. Este enfoque novedoso ofrecerá datos sobre cómo estas prácticas pueden mejorar la seguridad alimentaria en áreas urbanas al promover la producción local y reducir la dependencia de importaciones. Al hacerlo, se brindará una solución práctica para mitigar la vulnerabilidad de las comunidades urbanas ante desafíos. En última instancia, el proyecto proporciona un marco actualizado y orientado al futuro para enfrentar la complejidad del panorama urbano en evolución y garantizar la disponibilidad sostenible de alimentos frescos.

La motivación y experiencia en este tema se originan en una profunda inquietud por la seguridad alimentaria en constante evolución en entornos urbanos en crecimiento. La observación directa de cómo la expansión de las ciudades impacta la producción de alimentos y aumenta la dependencia de importaciones ha llevado a comprender la necesidad imperante de encontrar soluciones sostenibles a largo plazo. La investigación y vivencias han destacado la importancia crucial de adoptar prácticas agrícolas para fortalecer la producción local y disminuir la vulnerabilidad de las comunidades urbanas. Esta motivación está alineada con el deseo de equilibrar el desarrollo urbano y la seguridad alimentaria, confiando en que la adopción de enfoques más sostenibles allane el camino hacia un futuro resistente para las ciudades y sus habitantes.

Objetivos

Objetivo General

Implementar prácticas sostenibles de agricultura urbana, incorporando sistemas hidropónicos en una granja vertical en la localidad de Usme, Bogotá, con el fin de mejorar los niveles de nutrición y elevar la calidad de vida comunitaria.

Objetivos Específicos

Analizar las condiciones actuales de Usme en términos de disponibilidad de espacio, recursos disponibles y prácticas agrícolas existentes, con el fin de identificar de manera precisa las barreras y oportunidades para la implementación efectiva de la agricultura urbana en la localidad.

Evaluar el impacto potencial de la agricultura urbana en la seguridad alimentaria de la comunidad de Usme, investigando el suministro, así como la producción local de alimentos puede reducir la dependencia de las cadenas de suministro externas y mejorar el acceso a alimentos frescos y nutritivos.

Diseñar una Granja Vertical potenciando la producción de alimentos a nivel local, contribuyendo así a elevar la seguridad alimentaria de la comunidad a través de la implementación de sistemas hidropónicos para un cultivo sostenible.

Desarrollar un modelo BIM del proyecto que integre el diseño y modelado detallado de las estructuras y sistemas MEP, con el fin de optimizar la coordinación, la colaboración y la toma de decisiones.

Hipótesis

La integración de la agricultura urbana en Usme, Bogotá, optimizará el uso de espacios urbanos, transformándolos en áreas productivas para el cultivo de alimentos. Esto no sólo satisface las demandas alimentarias locales, sino que también mejora la calidad ambiental y refuerza la identidad visual, contribuyendo al bienestar de los residentes.

Antecedentes

Carrillo (2023), se ha centrado en el tema crucial de la seguridad alimentaria a través de su trabajo titulado "Dimensiones esenciales de la seguridad alimentaria". El autor aborda diversos aspectos fundamentales en la garantía de la alimentación a nivel global. Analizando la disponibilidad física de los alimentos, se examina la producción, existencias y comercio neto de alimentos a nivel nacional e internacional, considerando esta dimensión como fundamental para asegurar la seguridad alimentaria.

En relación con el acceso económico y físico a los alimentos, el autor reconoce que una oferta adecuada no es suficiente si las personas no pueden acceder a ella. Por lo tanto, aboga por políticas que aborden los ingresos y gastos para lograr la seguridad alimentaria a nivel de los hogares. La utilización de los alimentos también es destacada por el autor, resaltando la importancia de la buena nutrición y la correcta preparación de los alimentos. La utilización adecuada de los nutrientes se presenta como esencial para la salud y el bienestar.

Además, se considera la estabilidad a lo largo del tiempo de las tres dimensiones anteriores, reconociendo que factores como el clima, la política y la economía pueden afectar la seguridad alimentaria de las personas. En conclusión, se proporciona una visión integral de la seguridad alimentaria y su relevancia para el estudio que estamos por realizar. La comprensión de estas

dimensiones nos ayudará a abordar los desafíos actuales y futuros en la seguridad alimentaria (Carrillo, 2013).

Méndez et al. (2020) en su artículo “La práctica de la agricultura urbana como expresión de emergencia de nuevas ruralidades: reflexiones en torno a la evidencia empírica” tiene como objetivo analizar la agricultura urbana como una manifestación de las nuevas ruralidades. El autor examina la relación entre lo rural y lo urbano, así como la influencia del proceso de expansión urbana en la práctica agrícola y pecuaria dentro de las ciudades. A través de evidencia empírica, se propone una tipificación de la agricultura urbana según sus motivos de origen.

La conclusión sugiere que la agricultura urbana es una respuesta a los desafíos de la urbanización y la seguridad alimentaria, y su estudio es relevante para comprender y promover prácticas agrícolas sostenibles en entornos urbanos. En el contexto de nuestro trabajo, esta investigación proporciona una base sólida para abordar la relación entre la agricultura y la planificación urbanas sostenible.

Cohen et al. (2015) presentan un modelo original al enfocar desde la óptica de los servicios ecosistémicos. Esto permite superar miradas reduccionistas y cuantificar indicadores concretos de los aportes ambientales, sociales y económicos a nivel local. Su propuesta metodológica innovadora abre caminos para la posterior valoración técnica de estos beneficios, clave para la toma de decisiones políticas.

McClintock (2010) amplía significativamente el concepto tradicional al reconocer su función recreativa, social y conservacionista. Esto visibiliza roles no antes considerados, superando mirada parcial sobre la producción. Abre la discusión a nuevas perspectivas que enriquecen la comprensión de su naturaleza multifactorial. Esto permite diseñar programas integrales acordes a su complejidad.

Moustier, et al. (2006) dan un enfoque novedoso al vincularla con la seguridad alimentaria urbana en África, donde el problema es crítico. Estudian su potencial para abastecer crecientes

demandas en países en desarrollo. Sientan la base para políticas de seguridad alimentaria global que incorporen estas estrategias locales clave.

Deelstra et al. (2000) la plantean como herramienta para avanzar hacia la sostenibilidad, superando miradas sectoriales. Esto permite articularla con agendas ambientales y sociales de manera innovadora. Abren camino para diseñar programas integrales orientados a ciudades más equitativas y amigables con el medio ambiente.

Marcos

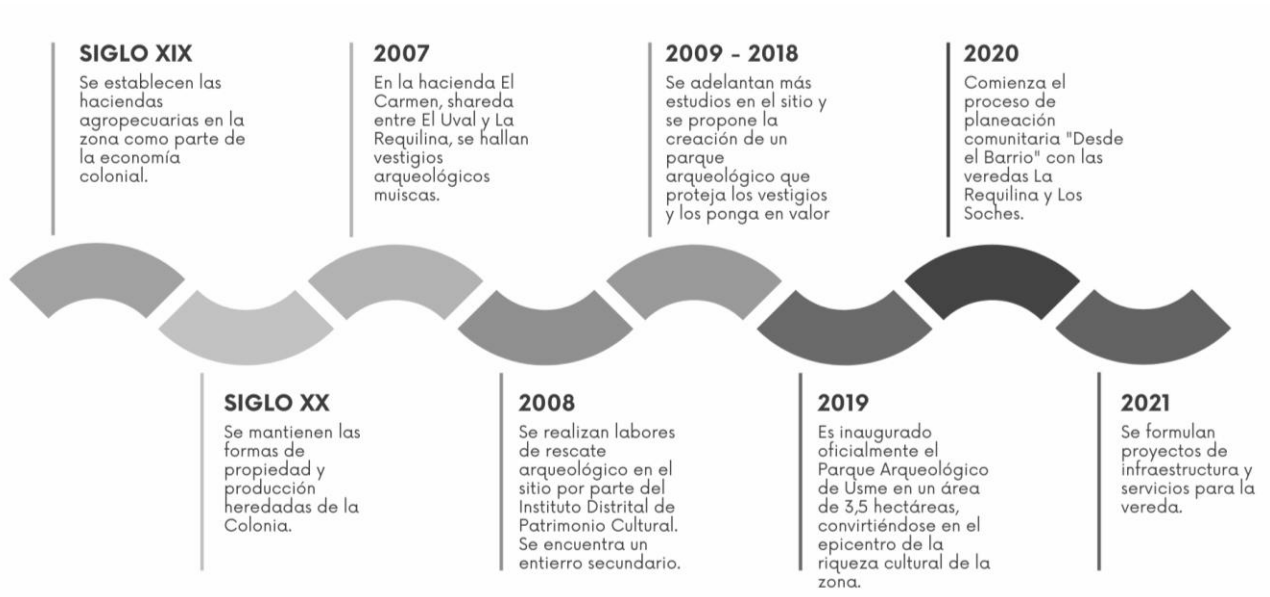
Marco histórico

La Vereda El Uval tiene una historia milenaria que se remonta a las culturas indígenas ancestrales, como la muisca, esta región rural ha sido testigo del paso de generaciones de campesinos que han preservado sus tradiciones y costumbres, cultivando y produciendo una variedad de alimentos que forman parte de la gastronomía colombiana. Además de su riqueza cultural y agrícola.

El Uval cuenta con importantes sitios arqueológicos y equipamientos comunitarios (ver figura 5). Sin embargo, también ha enfrentado diversos desafíos en cuanto a infraestructura y desarrollo comunitario, lo que ha llevado a la implementación de iniciativas y proyectos por parte de las autoridades locales para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.

Figura 5

Línea del tiempo, desarrollo El Uval.



Nota. Cronología UPL Entre Nubes. Elaboración propia

La Vereda El Uval, ubicada en la zona rural de la localidad de Usme, en Colombia, tiene una historia rica y diversa que se remonta a siglos atrás. Esta región ha sido habitada ancestralmente por

comunidades indígenas, en particular por la cultura muisca, cuyos vestigios arqueológicos fueron descubiertos en la Hacienda El Carmen, compartida entre la Vereda El Uval y la Vereda La Requilina, en el año 2007. Este hallazgo arqueológico condujo a la creación del Parque Arqueológico de Usme, un importante sitio patrimonial para las comunidades locales y la historia de la región.

A lo largo de las generaciones, la comunidad de la Vereda El Uval ha desarrollado una identidad campesina arraigada en el amor por la tierra, el agua y la familia. La comunidad ha mantenido sus tradiciones y costumbres, cultivando y produciendo diversos alimentos como hortalizas, productos ancestrales como cubios, habas e ibias, además de frutas y productos lácteos, todos ellos fundamentales en la gastronomía colombiana.

Además de la agricultura, la Vereda El Uval ha incursionado en actividades de agroturismo sostenible y culturales, aprovechando su entorno natural y la belleza paisajística de la región. Sin embargo, a lo largo de los años, también han enfrentado diversos desafíos. Entre los sueños y aspiraciones de la comunidad se encuentran la construcción de una plaza de acopio y transformación de productos agropecuarios, la creación de un salón comunal y la instalación de alumbrado público en todas las vías y caminos de la vereda.

La Vereda El Uval cuenta con importantes equipamientos, como el Colegio Rural El Uval IED, que beneficia a la vereda y a las comunidades cercanas. Asimismo, comparte con la Vereda La Requilina el Parque Arqueológico de Usme, un lugar de gran relevancia cultural y arqueológica en Bogotá. Además, el territorio de la vereda está atravesado por diferentes quebradas y afluentes de agua natural, que son fuente de vida y vitalidad para la comunidad.

En términos de infraestructura, se han identificado diversas problemáticas y oportunidades en la Vereda El Uval, como la recuperación de infraestructura vial, iluminación más eficiente, adaptable y segura del espacio público, establecimiento para la recolección y producción de alimentos, y los espacios necesarios para fortalecer la participación comunitaria. Para abordar estas cuestiones, la Secretaría

Distrital del Hábitat ha llevado a cabo acciones de mejora de viviendas rurales y ha brindado apoyo en el desarrollo de propuestas, como el establecimiento de un centro para la recolección y procesamiento de productos agrícolas.

Marco teórico

La seguridad alimentaria es un concepto amplio que engloba varios aspectos esenciales para asegurar que toda la población tenga acceso suficiente y sostenible a los alimentos. Las teorías y enfoques más relevantes sobre la seguridad alimentaria se enfocan en cuatro dimensiones esenciales: la disponibilidad de alimentos, el acceso a los mismos, y la estabilidad en su suministro.

Estas dimensiones, respaldadas por organismos como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Instituto de Nutrición para Centroamérica y Panamá (INCAP), brindan un marco integral para enfrentar los retos relacionados con la seguridad alimentaria, considerando aspectos de producción, distribución, accesibilidad económica, inocuidad, nutrición y sostenibilidad del suministro como se presenta a continuación (ver figura 6).

Figura 6

Marco teórico sobre seguridad alimentaria, disposición de alimentos y estabilidad del suministro.



Nota. Elaboración propia

Seguridad alimentaria

La seguridad alimentaria ha sido conceptualizada a través de varias dimensiones, incluyendo la disponibilidad, el acceso, la utilización y la estabilidad de los alimentos (Carrillo, 2023). La agricultura urbana puede contribuir positivamente en estas áreas al incrementar la producción local de alimentos nutritivos, facilitar el acceso de comunidades vulnerables y promover la sostenibilidad del abastecimiento ante crisis.

Disponibilidad de alimentos

Garantiza que haya suficientes alimentos disponibles para toda la población. Esto implica trabajar en la seguridad de los procesos de producción y distribución, así como en el almacenamiento adecuado para mantener un suministro constante.

En la década de 1970, la FAO introdujo el concepto de seguridad alimentaria basado en la producción y disponibilidad alimentaria a nivel global y nacional. En los años 80, se añadió la idea de acceso económico y físico, y en la década de 1990, se incorporó la inocuidad y las preferencias culturales, esto con el fin de garantizar suficientes alimentos producidos y disponibles para satisfacer las necesidades de la población.

Estabilidad del suministro

Para lograr la seguridad alimentaria, es esencial planificar cosechas, almacenar alimentos correctamente y tener planes de contingencia en caso de escasez. La FAO subraya la importancia fundamental de garantizar la estabilidad en el suministro de alimentos como medida preventiva para evitar crisis alimentarias y asegurar un flujo constante de alimentos, según sus principios establecidos. Esta perspectiva destaca la necesidad de asegurar que la provisión de alimentos sea constante y confiable, aspecto fundamental para abordar la seguridad alimentaria. La estabilidad en el suministro contribuye significativamente a prevenir situaciones de escasez y a mantener la disponibilidad constante de alimentos, fortaleciendo así la base de un sistema alimentario seguro y sostenible

Garantía de acceso a los alimentos

Garantizar que todas las personas tengan acceso fácil y directo a los alimentos. Esto implica trabajar en aspectos económicos (precios accesibles) y logísticos (transporte eficiente). Busca garantizar que todas las personas accedan de manera sencilla y económica a los alimentos. En este contexto, el Instituto de Nutrición para Centroamérica y Panamá (INCAP) propone un concepto completo de la soberanía alimentaria y nutricional, destacando la importancia del acceso tanto físico como económico y social a los alimentos, considerando su cantidad como su calidad. La explicación de este principio se centra en la facilitación del acceso a los alimentos para todas las personas, promoviendo así la equidad y la satisfacción de las necesidades nutricionales.

Seguridad en el consumo

Se refiere a que los alimentos consumidos deben ser seguros para la salud. Esto incluye la calidad de los productos, su inocuidad y su capacidad para proporcionar los nutrientes necesarios para una vida saludable. Además, se enfoca en la premisa de que los alimentos consumidos deben ser seguros para la salud. La FAO, en concordancia con sus principios, sostiene que la seguridad alimentaria y nutricional se alcanza cuando todas las personas cuentan con acceso físico y económico a alimentos seguros y nutritivos, propiciando así un estilo de vida activo y saludable. Por lo tanto, es necesario asegurar que los alimentos no solo sean seguros, sino que también proporcionen los nutrientes esenciales para promover la salud y el bienestar.

Marco conceptual

El marco conceptual configurado para el presente proyecto establece una relación directa con el marco teórico previo, proponiendo una serie de conceptos clave relacionados con la implementación de granjas verticales como estrategia para potenciar la seguridad alimentaria. Estos conceptos, incluyen agricultura urbana, seguridad alimentaria, salubridad, huella hídrica, estabilidad, resiliencia, sostenibilidad y sustentabilidad, se interrelacionan y conforman la base conceptual que guía el desarrollo de esta investigación (ver Figura 7).

Figura 7

Diagrama de conceptos a desarrollar, agricultura urbana, seguridad alimentaria y sostenibilidad.



Nota. Elaboración propia

Agricultura urbana: Se refiere a la práctica de cultivar y recolectar alimentos dentro de las áreas urbanas. Consiste en utilizar espacios reducidos en las ciudades para producir alimentos a través del cultivo.

Seguridad alimentaria: 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. (Cumbre Mundial de Alimentación de 1996)

Salubridad: Se refiere a la calidad saludable de los productos cultivados. En este sentido, lo salubre implica que los alimentos producidos en estas áreas son beneficiosos para la salud, promoviendo una alimentación saludable para quienes los consumen.

Sostenibilidad: La sostenibilidad, un concepto introducido en el Informe de Brundtland de 1987 para las Naciones Unidas, se refiere al uso responsable de los recursos actuales, garantizando al mismo tiempo que se conserven los recursos necesarios para el futuro (Informe de Brundtland, 1987).

Sustentabilidad: Concepto relacionado con la interacción del ser humano con su entorno. En el ámbito ecológico, se refiere a aquellos sistemas biológicos capaces de mantener su diversidad y productividad a lo largo del tiempo.

Huella hídrica: La huella hídrica es un indicador que mide el consumo total de agua dulce utilizado en la producción de bienes y servicios consumidos por personas, comunidades o empresas. Esta herramienta de gestión del agua abarca tanto el uso directo como el indirecto de este recurso esencial.

Estabilidad: Se refiere a aquello que presenta un equilibrio y consistencia evidentes, capaz de mantenerse a lo largo del tiempo. Además, muestra resistencia a cambios o alteraciones que puedan ocurrir en su entorno, lo que implica que el control sobre este concepto es considerablemente alto.

Resiliencia: Capacidad de una persona o un grupo para reponerse ante la adversidad y seguir mirando hacia el futuro, en el ámbito agrícola se refiere a la capacidad de los agricultores y las comunidades para recuperarse de adversidades como desastres naturales, plagas o crisis económicas, y continuar desarrollando sus actividades.

Agrosilvicultura: Es un sistema de uso de la tierra que combina árboles y cultivos agrícolas o pastizales en el mismo espacio, de manera simultánea o secuencial. Este enfoque promueve la diversificación de la producción, la conservación de los recursos naturales y la provisión de múltiples beneficios, como la mitigación del cambio climático y la captura de carbono. (Montagnini & Nair, 2004)

Sistemas Alimentarios Sostenibles: Se refieren a sistemas integrados y equitativos que generan alimentos seguros, saludables y nutritivos, al tiempo que promueven la protección del medio ambiente, la utilización eficiente de los bienes naturales, la resiliencia climática, el desarrollo económico y social, equidad a lo largo de toda la cadena de valor alimentaria.

BIM (Building Information Modeling): El Modelado de Información de Construcción (BIM) es un enfoque digital que representa las características de un proyecto, facilitando la colaboración y gestión de información a lo largo de su ciclo de vida.

BEP (BIM Execution Plan): El Plan de Ejecución BIM (BEP) es un documento que define cómo se implementará el BIM en un proyecto, incluyendo roles, herramientas y protocolos de intercambio de información.

IFC (Industry Foundation Classes): Las Clases Fundamentales de la Industria (IFC) son un formato abierto para el intercambio de información entre software en la construcción, mejorando la interoperabilidad y reduciendo errores.

MVD (Model View Definition): La Definición de Vista de Modelo (MVD) especifica cómo se presenta la información en un modelo BIM, asegurando que sea comprensible y útil para todos los interesados.

IDM (Information Delivery Manual): El Manual de Entrega de Información (IDM) define los requerimientos de información en un proyecto, estandarizando el intercambio de datos y mejorando la calidad de la comunicación.

BSSD (Building Smart Data Dictionary): El Diccionario de Datos de Building Smart (BSSD) ofrece definiciones estandarizadas de elementos en BIM, promoviendo un lenguaje común y mejorando la interoperabilidad.

BCF (BIM Collaboration Format): El Formato de Colaboración BIM (BCF) permite la comunicación de comentarios y anotaciones sobre modelos BIM sin alterar el modelo original, facilitando la colaboración en equipos multidisciplinarios.

"Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones" (L. 99, 1993).

"Por medio de la cual se adoptan medidas para fomentar entornos alimentarios saludables y prevenir enfermedades no transmisibles y se adoptan otras disposiciones" (L. 2120, 2021).

"Modifica la creación, funcionamiento y operación de las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria, UMATA, y reglamenta la asistencia técnica directa rural." (L. 607, 2000).

"Modifica la Ley 101 de 1993, crea las organizaciones de cadenas en el sector agropecuario, pesquero, forestal, acuícola, las Sociedades Agrarias de Transformación, SAT, y dicta otras disposiciones." (L. 811 de 2003)

"Por la cual se establecen disposiciones en materia de reglamentación de la actividad de agricultura urbana y periurbana agroecológica en el espacio público del Distrito Capital de Bogotá, regulado por el Decreto 552 de 2018." (Res. 361, 2020)

"Establece las condiciones mínimas de seguridad que deben tener las instalaciones eléctricas." (Dec. 842, 2002).

"Crea el certificado de incentivo forestal y dicta otras disposiciones para promover la reforestación y la conservación de los recursos naturales renovables." (L. 139, 1994).

"Crea el Sistema Nacional de Reforma Agraria y Desarrollo Rural Campesino, y que regula la adjudicación de tierras baldías, el subsidio para la adquisición de tierras, y la reforma del Instituto Colombiano de la Reforma Agraria." (L. 160, 1994).

"Dicta normas para favorecer a las mujeres rurales, y que reconoce su papel en la producción agropecuaria, la seguridad alimentaria y el desarrollo rural." (L. 731, 2002)

"Dicta medidas de atención, asistencia y reparación integral a las víctimas del conflicto armado interno, y que incluye la restitución de tierras y el apoyo a los proyectos productivos de las víctimas." (L. 1448, 2011)

"Crea y desarrolla las Zonas de Interés de Desarrollo Rural, Económico y Social (ZIDRES), y que busca impulsar el desarrollo agropecuario, pesquero, forestal y agroindustrial en zonas de baja densidad poblacional y alta conflictividad." (L. 1776, 2016)

"Crea el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria, y que busca fortalecer la investigación, el desarrollo tecnológico y la transferencia de conocimiento para el sector agropecuario, pesquero, forestal y acuícola." (L. 1876, 2017)

"Adopta las medidas en relación con los deudores de los programas Programa Nacional de Reactivación Agropecuaria (PRAN) y Fondo de Solidaridad Agropecuaria (FONSA)." (L. 1847, 2017).

"Establece criterios de equidad de géneros en la adjudicación de las tierras baldías, vivienda rural y proyectos productivos, se modifica la Ley 160 de 1994 y se dictan otras disposiciones." (L. 1900, 2018).

"Adopta el Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022 pacto por Colombia, pacto por la equidad, y que establece el pacto por la sostenibilidad: producir conservando y conservar produciendo." (L. 1955, 2019).

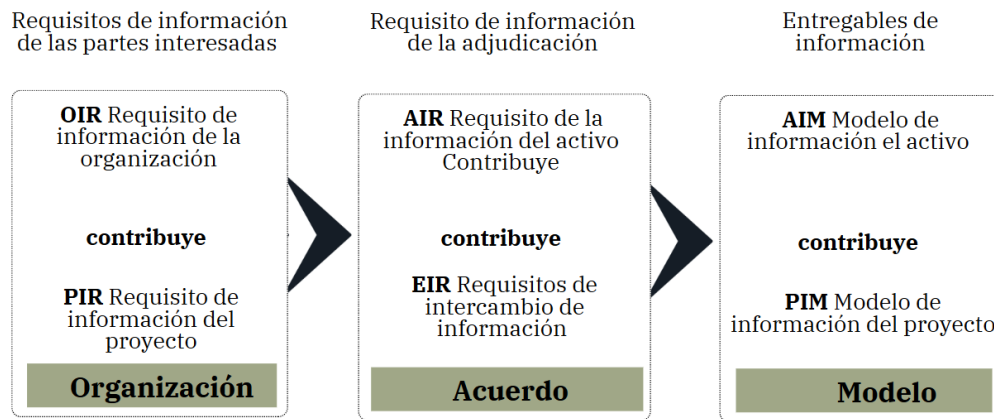
"Establece la restauración de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Busca disminuir la huella de carbono de Bogotá mediante el uso racional y controlado de los recursos naturales, la protección del corredor de páramos de Sumapaz-Chingaza-Guerrero y del complejo de alta montaña, así como la economía de energía y el uso de espacios públicos y privados." (Dec. 555, 2021).

"La norma ISO 12006-2 establece una estructura para ordenar y catalogar datos en la construcción, ofreciendo directrices para métodos de clasificación y agrupando elementos constructivos

en categorías. Su objetivo es mejorar la consistencia en la gestión de información y la compatibilidad entre sistemas en proyectos constructivos" (ISO, 2021).

Figura 9

Requisitos de información.

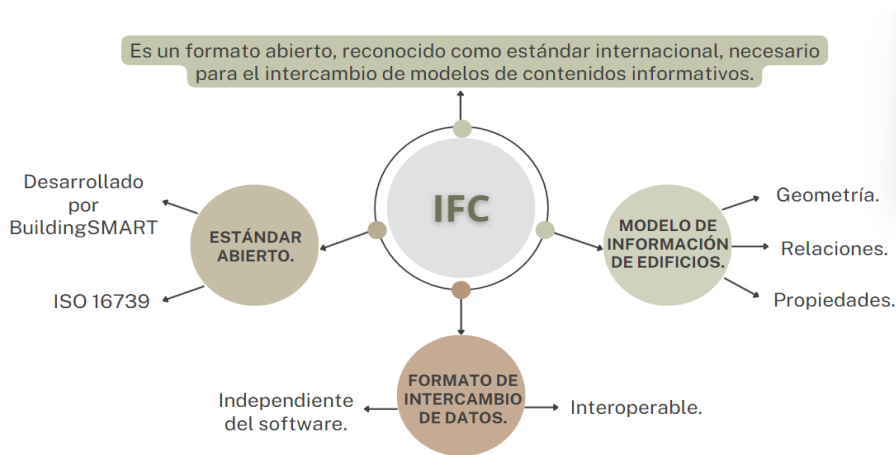


Nota. Elaboración propia

"La norma ISO 16739-1 establece el estándar IFC para facilitar el intercambio de información en el modelado BIM, definiendo un modelo conceptual de datos y un formato para compartir archivos. Su objetivo es promover la compatibilidad entre herramientas de software en la industria AEC, mejorando la colaboración y el intercambio de datos en todas las etapas del proyecto" (ISO, 2024).

Figura 10

Industry Foundation Classes.



Nota. Elaboración propia

"ISO 29481, norma para el Modelado de Información en la Construcción, se centra en la gestión de datos en proyectos de construcción, especificando requerimientos de información y creando manuales de entrega (IDM) para optimizar la comunicación y mejorar la eficiencia en el manejo de datos a lo largo del ciclo de vida del proyecto" (ISO, 2022).

"ISO 19650 es una norma internacional que establece un marco para la gestión de la información en proyectos de construcción mediante la metodología BIM, buscando estandarizar los procesos de gestión para lograr coherencia y eficiencia" (ISO, 2021).

"La NTC 1500 - Código Colombiano de Fontanería establece los requisitos mínimos para el funcionamiento de sistemas de abastecimiento de agua potable y desagüe de aguas negras y lluvias. Se debe considerar el RAS 2000 para el diseño de sistemas de recolección y evacuación de aguas" (NTC, 2015).

"La NTC 1500 - Código Colombiano de Fontanería establece los requisitos mínimos para garantizar el funcionamiento correcto de los sistemas de abastecimiento de agua potable, sistemas de desagüe de aguas negras y lluvias, sistemas de ventilación y aparatos y equipos necesarios para el funcionamiento y uso de estos sistemas. También cubre aspectos como el dimensionamiento de tuberías, la presión y velocidad del agua, y los materiales permitidos" (NTC, 2015).

"El NSR-10, Título J, establece los requisitos de protección contra incendios en edificaciones, considerando la NTC 2301 y la NTC 1669 para el diseño, instalación y mantenimiento de estos sistemas" (NSR, 2010).

"El Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), adoptado mediante la Resolución 90708 de 2013 del Ministerio de Minas y Energía, establece medidas para garantizar la seguridad de las personas y el medio ambiente, minimizando los riesgos eléctricos. También se considera la NTC 2050, que proporciona los estándares para las instalaciones eléctricas" (NTC, 2011).

Marco contextual

Escala Macro

Bogotá, la capital de Colombia, alberga una población de 8.080.734 habitantes, según datos del DANE de 2020. Esta metrópolis se enfrenta a profundas brechas socioeconómicas, estableciéndose como una de las ciudades más desiguales en Latinoamérica.

Datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) revelan que aproximadamente el 17% de su población vive en situación de pobreza monetaria, una cifra que tiende a agravarse en momentos de crisis, donde el desempleo alcanza el 10,3% y la informalidad laboral se eleva al 44,1%. Estos indicadores tienen un impacto directo en la inseguridad alimentaria, afectando a un preocupante 15,3% de los hogares bogotanos, según la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSANUT) de 2014.

Además de estos desafíos económicos, problemas estructurales como la inequidad y la falta de oportunidades en áreas vulnerables generan altos índices de homicidios, alcanzando una tasa de 14,1 por cada 100 mil habitantes, según datos del Ministerio de Salud (Minsalud). Esta situación contribuye a la desestabilización del tejido social en la ciudad.

En cuanto a la alimentación, prevalece el consumo de comidas rápidas y ultra procesadas debido a los altos ritmos de vida de los habitantes. Esta tendencia ha desencadenado problemas de salud pública, como la obesidad y el sobrepeso, que afectan al 44,4% de la población.

El acceso a alimentos en la ciudad se ve facilitado por la presencia de mercados y supermercados con una amplia disponibilidad de productos. Sin embargo, para los sectores más vulnerables, el acceso se ve limitado por su capacidad de compra reducida, lo que profundiza las disparidades socioeconómicas existentes en Bogotá.

Inseguridad alimentaria

La ciudad enfrenta importantes retos en materia de seguridad alimentaria y nutricional, especialmente en algunas localidades más vulnerables. En Usme, según datos del (DANE), en 2023 el 30.2% de los habitantes se encontraban en situación de inseguridad alimentaria, atribuido principalmente a los altos niveles de pobreza, desempleo y la falta de acceso a programas de asistencia alimentaria. Ciudad Bolívar presenta un 28.5% de población en situación de inseguridad alimentaria en el mismo año, agravada por la informalidad laboral, la falta de ingresos estables y la deficiente infraestructura de abastecimiento alimentario.

Figura 11

Análisis inseguridad alimentaria en Bogotá.



Nota. Adaptado de: Bogotá sus localidades y sus unidades de planeamiento (UPZ) Genially, (2021). <https://view.genially.com/6107005b8bbd730db039c8cf/interactive-content-bogota-sus-localidades-y-sus-unidades-de-planeamiento-zonal-upz-g>

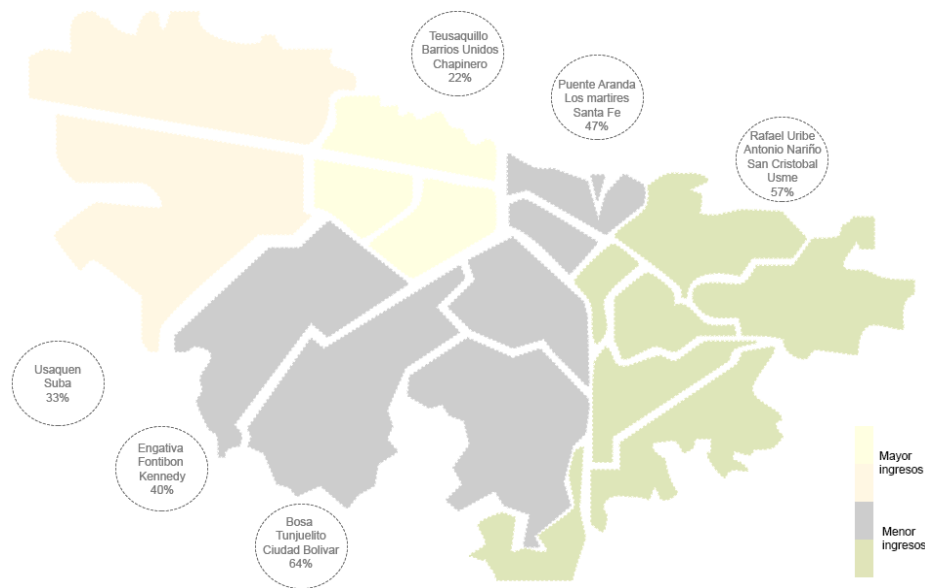
Por otro lado, Kennedy enfrenta un 20.8% de inseguridad alimentaria, impactada por el desempleo y la pobreza. En Bosa, el 22.4% de la población se encuentra en situación de inseguridad alimentaria debido al alto costo de los alimentos y la falta de oportunidades laborales. A pesar de ser una de las localidades más desarrolladas, Suba presenta un 16.9% de inseguridad alimentaria, principalmente debido a las brechas socioeconómicas existentes dentro de la misma localidad.

Insuficiencia de ingresos

Según datos de la Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá, en 2023 el 42.3% de los hogares en Ciudad Bolívar reportaron ingresos insuficientes para cubrir sus gastos básicos, siendo los altos niveles de desempleo, informalidad laboral y bajos salarios los principales factores. En Usme, el 38.7% de los hogares enfrentan insuficiencia de ingresos en el mismo año, destacando la falta de oportunidades laborales y la baja calidad de los empleos disponibles como las principales causas.

Figura 12

Análisis de Insuficiencia de ingresos para cubrir los gastos en el hogar en Bogotá.



Adaptado de: Bogotá sus localidades y sus unidades de planeamiento (UPZ) Genially,(2021). <https://view.genially.com/6107005b8bbd730db039c8cf/interactive-content-bogota-sus-localidades-y-sus-unidades-de-planteamiento-zonal-upz-g>

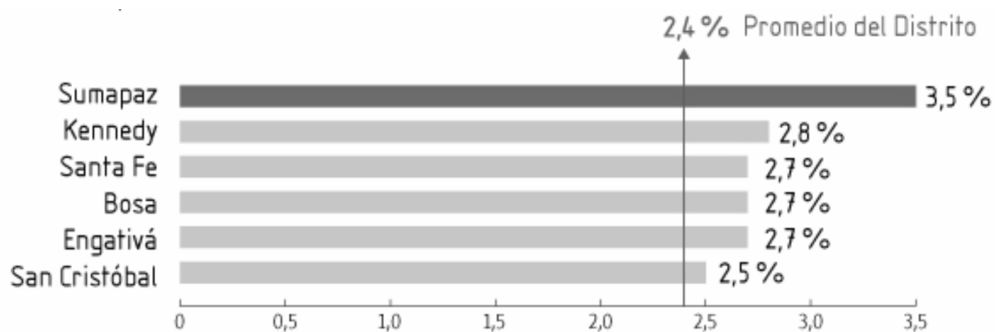
Por otro lado, Kennedy registró que el 34.5% de los hogares experimentaron insuficiencia de ingresos, siendo la alta proporción de población de estratos socioeconómicos bajos y la limitada generación de empleos formales factores determinantes. En Bosa, el 32.8% de los hogares tenían ingresos insuficientes, principalmente debido a la informalidad laboral y los bajos niveles de ingresos. La insuficiencia de ingresos en los hogares de Bogotá es un problema complejo que requiere abordar temas como la generación de empleo, la formalización laboral y el fortalecimiento de programas de asistencia social y económica para los sectores más vulnerables de la ciudad.

Desnutrición

Según el más reciente Análisis de Situación de Salud (ASIS) de Bogotá, en 2023 la tasa de desnutrición crónica en menores de 5 años a nivel distrital fue del 10.2%. Sin embargo, existen importantes diferencias entre las localidades de la ciudad. En Sumapaz, esta tasa alcanzó el 17.8%, afectada por la pobreza, la falta de acceso a servicios de salud y las dificultades geográficas. Ciudad Bolívar presenta una tasa del 15.4%, exacerbada por la pobreza, inseguridad alimentaria y deficientes servicios de salud.

Figura 13

Desnutrición, promedio por localidades.



Nota. Bermúdez, D. A. L. (2024, 23 abril). Hambre: un fantasma que acecha al sur de Bogotá. El Tiempo.

En Usme, la tasa fue del 14.7%, también influida por la pobreza, acceso limitado a alimentos y problemas de salud. Bosa, con una tasa del 11.9%, enfrenta inseguridad alimentaria y falta de ingresos

suficientes en los hogares como causas principales. Aunque en Kennedy la tasa fue del 9.8%, aún refleja un problema importante. La desnutrición infantil en Bogotá sigue siendo un reto significativo, especialmente en las localidades más vulnerables, donde se deben fortalecer los programas de seguridad alimentaria, salud y nutrición para garantizar el bienestar de la población más joven.

Figura 14

Situación nutricional.



Adaptado de: Bogotá sus localidades y sus unidades de planeamiento (UPZ) Genially,(2021). <https://view.genially.com/6107005b8bbd730db039c8cf/interactive-content-bogota-sus-localidades-y-sus-unidades-de-planteamiento-zonal-upz-g>

Plazas de mercado

Bogotá cuenta con numerosas plazas de mercado distritales administradas por el Instituto para la Economía Social (IPES), desempeñando un papel clave en el abastecimiento de alimentos y productos básicos para los habitantes. Cuenta con 19 plazas distritales, algunas de las más importantes son la Plaza de Mercado de Paloquemao, una de las más grandes y conocidas ubicada en el centro, ofreciendo una amplia variedad de frutas, verduras, carnes, pescados, granos, hierbas y productos típicos colombianos;

la Plaza de Las Cruces, una de las más tradicionales y concurridas situada en Santa Fe con puestos de venta de frutas, verduras, carnes, lácteos y abarrotes; la Plaza de Kennedy, una de las más grandes ubicada en la localidad del mismo nombre abasteciendo a una gran población residencial; la central de abastos Corabastos, uno de los mercados mayoristas más importantes de América Latina para la comercialización de productos agrícolas al por mayor; y la Plaza de Siete de Agosto, una tradicional plaza en el barrio homónimo de Barrios Unidos que ofrece productos frescos y artículos de primera necesidad.

Figura 15

Plazas distritales de mercado.



Adaptado de: Bogotá sus localidades y sus unidades de planeamiento (UPZ) Genially, (2021). <https://view.genially.com/6107005b8bbd730db039c8cf/interactive-content-bogota-sus-localidades-y-sus-unidades-de-planteamiento-zonal-upz-g>

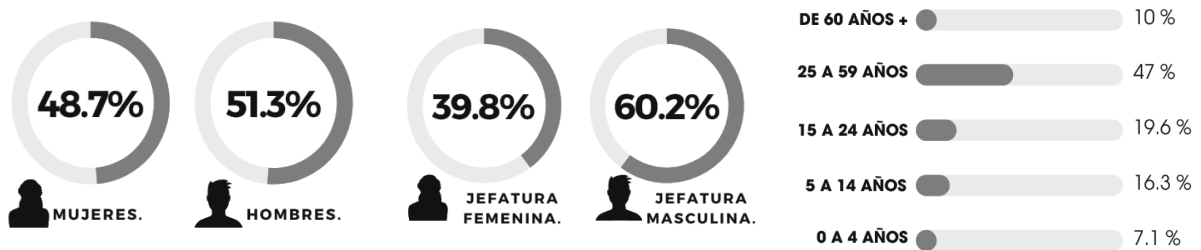
Escala Meso

La localidad de Usme cuenta con una expansión de 21,506.7 hectáreas, abarcando un 13% del área total de Bogotá. Sus límites se entrelazan con las montañas orientales, los ríos Fucha y Tunjuelo, y vastas zonas verdes. Cuenta con una población de 494.268 habitantes, Usme alberga una diversidad única, la población se compone de personas de diversas etnias, religiones y orígenes socioeconómicos. En sus calles, se escuchan dialectos variados.

El 48.7% de la población de Usme son mujeres, y el 39.8% de los hogares tienen jefatura femenina. En cuanto a la distribución etaria, el 10% son personas mayores de 60 años, el 47% son adultos de 25 a 59 años, el 19.6% son jóvenes de 15 a 24 años, el 16.3% son niños de 5 a 14 años, y el 7.1% corresponde a la primera infancia de 0 a 4 años.

Figura 16

Análisis poblacional de la localidad de Usme.

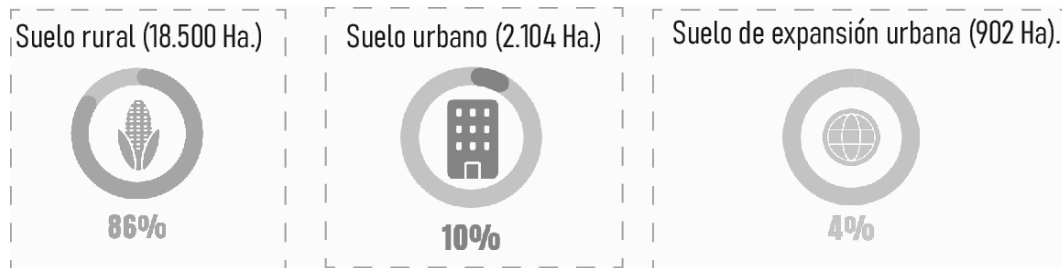


Adaptado de: Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas [DANE]. (2023), <https://geoportal.dane.gov.co/>

La distribución de la población en Usme, según las características del suelo, es la siguiente: el 86% del territorio está ocupado por suelo rural (18,500 hectáreas), mientras que el 10% corresponde a suelo urbano (2,104 hectáreas) y aproximadamente el 4% está compuesto por suelo de expansión urbana (902 hectáreas).

Figura 17

Diagrama porcentual según las características del suelo.



Nota. <https://www.sdp.gov.co/noticias/habitantes-de-la-ruralidad-de-usme-le-hicieron-sus-aportes-al-pot>. Elaboración propia

Además, el 16.2% de los hogares en Usme se encuentran en situación de pobreza oculta. En términos de vulnerabilidad, el 8% de la ciudad se sitúa en un rango alto según la Ficha de caracterización socioeconómica del Sistema de identificación de potenciales beneficiarios de programas sociales, Sisbén.

Territorio

La Unidad de Planificación Local (UPL) Usme Entre Nubes se encuentra localizada al extremo suroriental de Bogotá, en la localidad de Usme. Limita por el norte con la calle 8 sur, por el sur con la Av. Ciudad de Cali, por el oriente con la calle 10 y por el oeste con la vereda Olarte. Además, cuenta con un relieve quebrado con pendientes entre el 10-25% producto de la formación montañosa. El suelo es poco profundo e inestable por estar sobre rocas. El clima es frío y húmedo con una temperatura media de 13°C.

En Usme, sus habitantes enfrentan mayores obstáculos dado que el 91,8% de los hogares se ubican en los estratos socioeconómicos más bajos (1 y 2). Cifras del DANE muestran que el 26,3% de la población se encuentra en situación de pobreza, siendo una de las tasas más altas de la ciudad. A su vez, los 38.814 desplazados internos según el CNRR reflejan la inseguridad que azota el territorio. En el área

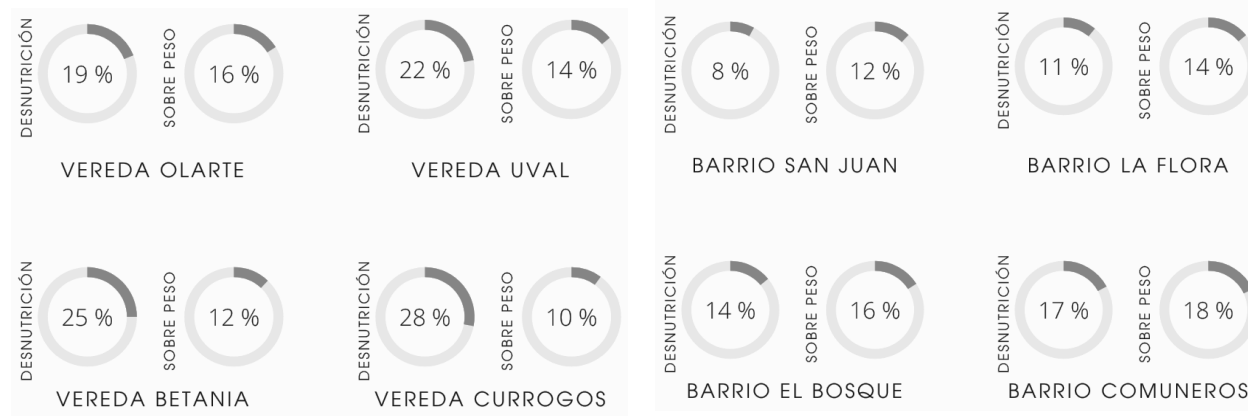
rural (22.893 ha) se desarrollan cultivos de pancoger en 4.365 ha que contribuyen a la seguridad alimentaria de las familias.

Situación nutricional

La alimentación se caracteriza por el predominio del consumo de alimentos económicos, como carbohidratos y verduras de bajo costo, lo que garantiza la seguridad calórica pero no necesariamente una nutrición adecuada. Esta situación se ve agravada por la inseguridad alimentaria, que afecta especialmente a madres cabeza de hogar y familias desplazadas, cuyos ingresos no alcanzan para suplir las necesidades básicas. Aunque los mercados locales y los cultivos caseros son las principales fuentes de acceso a alimentos, la pobreza restringe la capacidad de compra, incluso de productos básicos, profundizando así las disparidades socioeconómicas en la ciudad.

Figura 18

Malnutrición infantil por veredas y barrios.



Nota. Elaboración propia

Se observa que las tasas de malnutrición infantil, tanto por déficit como por exceso, son más elevadas en las veredas y en los barrios de menores ingresos, reflejando las importantes brechas socioeconómicas existentes dentro de la localidad. Estos datos evidencian la necesidad urgente de implementar programas integrales que aborden de manera efectiva los determinantes sociales de la salud y nutricional de la población infantil.

Usos

La localidad de Usme está dominada por viviendas unifamiliares y multifamiliares que pertenecen a los estratos socioeconómicos 1, 2 y 3. Estas viviendas, constituyen aproximadamente el 70% del suelo urbano, están agrupadas en manzanas cuadrículadas, lo que refleja una planificación urbana estructurada. El comercio y los servicios, aunque representan solo el 15% del suelo, juegan un papel crucial en la economía local. Se distribuyen a lo largo de ejes viales principales como la Avenida Caracas y la Calle 10 Sur, y están compuestos por establecimientos de baja escala, como locales comerciales y bancarios. Estos negocios proporcionan empleo a los residentes locales y servicios esenciales a la comunidad.

En cuanto a los equipamientos, la UPL alberga varias instituciones educativas, como el IEB María Cano, el Bachillerato Técnico CTE y el Colegio San José de Calasanz. Estas instituciones desempeñan un papel vital en la formación de los ciudadanos. Además, la iglesia Santa Lucía y una cancha múltiple cubierta proporcionan espacios para la recreación y la práctica de la fe. Aunque la UPL cuenta con parques zonales y zonas verdes residuales, se requiere un mejoramiento tanto en la calidad como en la cantidad del espacio público. Los parques El Lago y Los Manantiales son parte de esta categoría, pero aún faltan áreas verdes y más espacio público. El suelo protegido corresponde a la ronda del Río Tunjuelo, que atraviesa la UPL de oriente a occidente. Este suelo está destinado a preservar y proteger el entorno natural e hídrico. La protección de estas áreas es crucial para la sostenibilidad ambiental, la salud y el bienestar de sus residentes.

Figura 19

Usos del suelo escala meso.



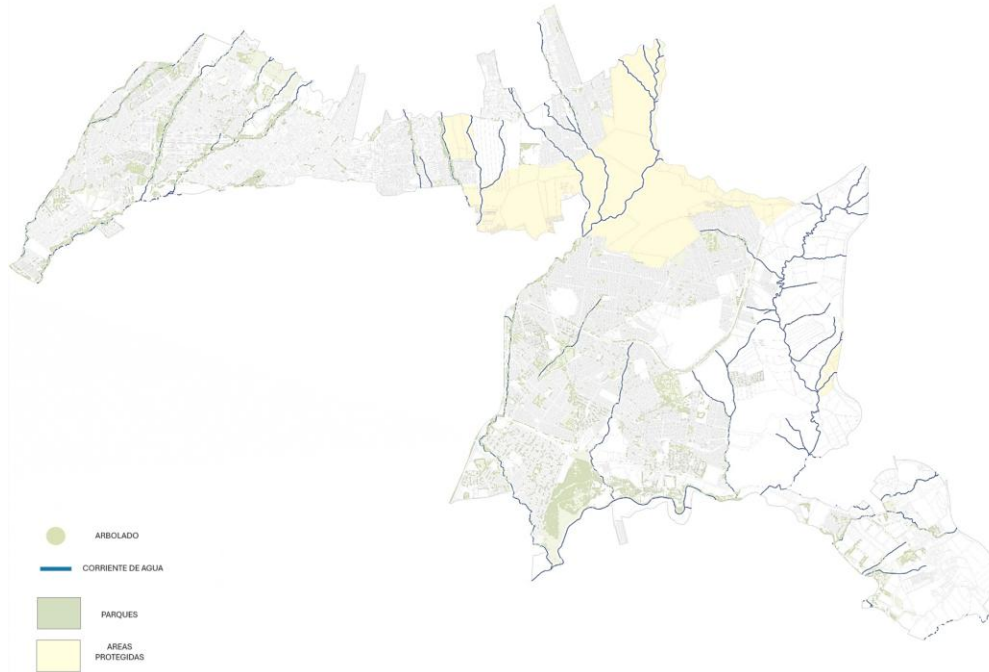
Adaptado de Mapas de Bogotá, por Alcaldía de Bogotá, (2024). ArcGIS

Estructura ecológica

La localidad comprende áreas protegidas, corredores ecológicos y zonas de manejo especial. Uno de sus elementos más destacados es el Parque Ecológico Distrital de Montaña Entre Nubes, una reserva natural de 626 hectáreas que resguarda ecosistemas de bosque alto andino, subpáramo y páramo. Este parque, considerado uno de los pulmones verdes del suroriente de Bogotá, está conformado por los cerros de Guacamayas, Juan Rey y Cuchilla del Gavilán, y cuenta con 17 quebradas asociadas. Alberga una biodiversidad excepcional, con más de 500 especies de flora y fauna, entre las que se encuentran el oso de anteojos, el cóndor andino, el águila cubierta y el pinsapo, algunas de ellas en peligro de extinción. Cabe destacar que cualquier urbanización en su perímetro está prohibida.

Figura 20

Estructura ecológica escala meso.



Adaptado de Mapas de Bogotá, por Alcaldía de Bogotá, (2024). ArcGIS

Además del parque, la EEP de Usme Entre Nubes cuenta con corredores ecológicos que lo conectan con otras áreas verdes de la ciudad,, esto facilita el flujo de especies y la conservación de la biodiversidad, Así mismo, se han establecido áreas de manejo especial que suman más de 3.000 hectáreas, incluyendo humedales como el Humedal Chiguazá y el Humedal Yerbabuena, rondas hídricas de importantes cuerpos de agua como el Río Tunjuelo y el Río Chisacá, y zonas de alta pendiente para la protección del suelo. Sin embargo, esta estructura ecológica enfrenta amenazas significativas, como la presión urbanística debido al crecimiento desordenado de asentamientos en áreas aledañas. Según datos de la Secretaría Distrital de Ambiente, en los últimos años se han identificado más de 1.500 construcciones ilegales en zonas de alto riesgo y reserva ambiental de la UPL.

Microescala

La vereda El Uval, con una población de tan solo 301 habitantes según el Censo de 2018, se ve inmersa en un contexto de vulnerabilidad tanto a nivel local como distrital. De acuerdo con los datos recopilados por Caritas en 2022, el 72,4% de los hogares en esta comunidad se encuentran viviendo en condiciones de pobreza, mientras que el desempleo afecta al 22,4%, factores que directamente inciden en la inseguridad alimentaria que sufre el 41,6% de las familias. A pesar de que los principales cultivos de la zona, como las 130 hectáreas de maíz y 25 hectáreas de cebolla, no son suficientes para suplir las necesidades alimentarias ni generar excedentes comerciales, la situación se ve agravada por los 10 kilómetros de vías terciarias en mal estado, tal como informa la Alcaldía Local Usme en 2020. Además, la ausencia de acceso a programas estatales como el Programa de Alimentación Escolar (PAE), Jóvenes en Acción o Hogares en Acción contribuye a profundizar el aislamiento y la marginación socioeconómica en esta comunidad.

Producción agrícola

La cobertura vegetal predominante evidencia un claro desequilibrio entre las áreas destinadas a la producción agropecuaria y aquellas con ecosistemas naturales. El 65% del territorio está ocupado por cultivos agrícolas y el 20% por pastos y praderas para la ganadería, sumando un 85% del área dedicada a actividades primarias. En contraste, solo el 10% corresponde a pequeños remanentes de bosque nativo y el 5% a vegetación arbustiva. Esta distribución refleja el uso intensivo del suelo, donde la agricultura abarca el 60%, la ganadería el 20%, el sector forestal el 10% y los asentamientos humanos el 10% restante.

Figura 21

Sector agrícola.



Adaptado de Mapas de Bogotá, por Alcaldía de Bogotá, (2024). ArcGIS

La producción agrícola es la principal fuente de alimentos para la comunidad. Sin embargo, la estacionalidad de los cultivos de maíz, frutas y hortalizas conlleva períodos de desabastecimiento, agravando la inseguridad alimentaria que aqueja al 41,6% de los hogares. Esta situación se ve exacerbada por factores como la pobreza, el desempleo, los bajos rendimientos agrícolas y las deficientes vías terciarias que dificultan el acceso. Fuera de los ciclos de cosecha, la adquisición de alimentos depende del abastecimiento semanal en mercados locales, opción limitada por la capacidad adquisitiva de las familias, perpetuando así los desafíos alimentarios en la comunidad.

Comercio local

En El Uval, las tiendas barriales se encuentran ubicadas en las esquinas de las calles principales y en los puntos de mayor afluencia de peatones. Estas tiendas, a menudo administradas por familias locales, ofrecen variedad de productos, desde alimentos básicos como granos, verduras, frutas y lácteos, hasta artículos de aseo personal, bebidas y otros artículos de conveniencia. Además de su función

comercial, las tiendas barriales actúan como centros sociales informales, donde los residentes se reúnen para conversar, intercambiar noticias y fortalecer los lazos comunitarios.

Por otro lado, el comercio local suele abastecerse de proveedores locales, regionales y nacionales, lo que garantiza un suministro constante de productos frescos y de calidad. Estos negocios también desempeñan un papel crucial en la economía local, generando empleos y oportunidades para los residentes del barrio-veredal.

Figura 22

Cadenas de comercialización, mapa de las tiendas.



Adaptado de Mapas de Bogotá, por Alcaldía de Bogotá, (2024).

Estructura Ecológica y áreas de protección

La estructura ecológica juega un papel fundamental en el equilibrio ambiental de la zona y en el bienestar de sus habitantes. Esta estructura está compuesta por varios elementos clave que se entrelazan para formar un ecosistema sostenible y diverso.

Figura 23

Áreas protegidas.



Adaptado de Mapas de Bogotá, por Alcaldía de Bogotá, (2024). ArcGIS

El abundante arbolado es uno de los principales elementos de la estructura ecológica de El Uval. Especies nativas como eucaliptos, sauces, pinos romerillos, Hayuelos y robles adornan calles y parques, embelleciendo el paisaje urbano. Además, cumplen funciones vitales como la captura de dióxido de carbono, regulación de temperatura y provisión de hábitats para aves y pequeños mamíferos.

Otro componente fundamental es la Quebrada Fucha, afluente del río Tunjuelo que cruza Usme. Nacida en los Cerros Orientales de Bogotá, esta corriente suministra agua para riego y abrevaderos, actuando también como corredor ecológico que permite el tránsito de especies y regula el ciclo hidrológico. Los parques y zonas verdes son igualmente cruciales. El Parque Ecológico Distrital Entre Nubes ofrece áreas de esparcimiento y senderos donde disfrutar de la naturaleza. Alberga una rica biodiversidad, convirtiéndose en refugio para especies nativas.

Las áreas protegidas como el Parque Ecológico Distrital de Humedal Chiguazá brindan hábitat a aves acuáticas como la tigua bogotana y el pato turrio, además de otra flora y fauna. Son vitales para mantener el equilibrio ecológico y preservar los recursos naturales.

Malla vial

En el Uval se presenta una malla vial diversa y adaptada a las necesidades de movilidad de su comunidad. Las vías principales que atraviesan la zona son la Avenida Usminia, que cruza de norte a sur, proporcionando una arteria vital para el tráfico de larga distancia y el transporte público.

De estas vías principales se desprenden las vías secundarias pavimentadas que brindan acceso a las distintas zonas residenciales y comerciales. Entre las más destacadas se encuentran la Calle 92 Sur, la Carrera 1 Este y la Calle 94 Sur. Estas vías secundarias desempeñan un papel crucial en la movilidad a nivel zonal, permitiendo el flujo eficiente de tráfico y el acceso a servicios y comodidades locales.

Además, El Uval cuenta con una red de vías terciarias o calles más estrechas, algunas de las cuales no están pavimentadas, como la Carrera 2 Este, Calle 93 Sur y Carrera 3 Este. Estas vías terciarias permiten el acceso directo a las viviendas rurales y soportan tráficos de corta distancia, lo que es esencial para la vida cotidiana de los residentes. Para los peatones, la malla vial incluye senderos peatonales y aceras debidamente señalizadas en las avenidas principales, proporcionando rutas seguras y accesibles.

Figura 24

Malla vial.



Adaptado de Mapas de Bogotá, por Alcaldía de Bogotá, (2024). ArcGIS

Lugar de intervención

El área de intervención en el barrio El Uval, ubicado en el sur de Bogotá en Usme se erige como un territorio de contrastes donde convergen lo rural y lo urbano en una dinámica única, presenta una ubicación estratégica ya que cuenta con condiciones geográficas y climáticas favorables para la agricultura. Sus suelos fértiles y su abundancia de agua lo convierten en un terreno propicio para el desarrollo de cultivos diversos, desde hortalizas y frutas hasta plantas medicinales y ornamentales. Cultivar en Usme no solo promueve la producción local y la seguridad alimentaria de la región, sino que también contribuye a la conservación del medio ambiente al fomentar prácticas agrícolas sostenibles y la preservación de áreas verdes. Además, impulsar la agricultura en Usme puede ser una oportunidad para generar empleo y mejorar la calidad de vida de sus habitantes, fortaleciendo así la economía local y promoviendo la autonomía y el desarrollo comunitario. Lo que favorece el desarrollo del proyecto de granjas verticales para potenciar la seguridad alimentaria.

Figura 25 Área de intervención.



Adaptado de Mapas de Bogotá, por Alcaldía de Bogotá, (2024).

La zona de transición entre lo rural y lo urbano facilita la integración de actividades agropecuarias con las necesidades alimentarias de la población urbana, fomentando así un sistema alimentario sostenible. Además, la proximidad a importantes equipamientos urbanos como el colegio Ciudad de Villavicencio y el nuevo hospital de Usme, junto con accesos directos a vías principales y terciarias, garantiza una mejor integración y participación de la comunidad en el proyecto, así como una distribución eficiente de productos e insumos.

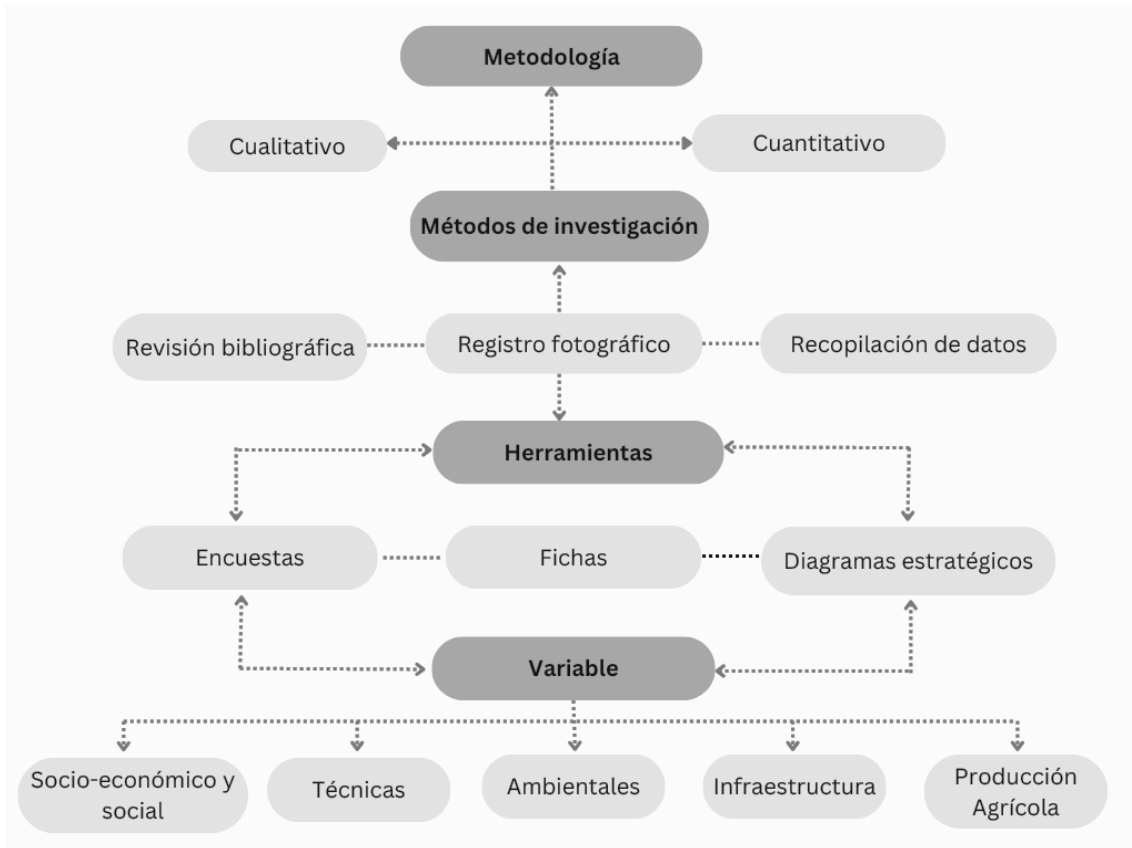
La presencia de fuentes hídricas cercanas asegura el suministro de agua necesario para el funcionamiento de las granjas verticales, mientras que las condiciones climáticas favorables, la disponibilidad de espacios, el apoyo comunitario, la conciencia ambiental y un marco normativo propicio, contribuyen a crear un entorno idóneo para el desarrollo de la agricultura urbana sostenible. En conjunto, estas características ofrecen una solución significativa para abordar los desafíos alimentarios y ambientales de la ciudad, al promover una producción local de alimentos saludables y reducir la huella de carbono asociada al transporte de productos agrícolas.

Planteamiento metodológico

La metodología de este proyecto es de tipo proyectiva, con un enfoque cualitativo y cuantitativo, que permite un abordaje exhaustivo del tema, recogiendo información de diversas fuentes, tanto teóricas como prácticas, para generar un diagnóstico sólido y proponer estrategias pertinentes para la implementación de la agricultura urbana en la localidad de Usme, con el fin de potenciar la seguridad alimentaria de la zona.

Figura 26

Esquema tipo investigación.



Nota. Tipo de investigación. Elaboración propia

En la primera fase, se llevará a cabo una exhaustiva recopilación de datos mediante encuestas focalizadas en los recursos disponibles y prácticas agrícolas, con el objetivo de comprender cómo la

producción local de alimentos puede reducir la dependencia de las cadenas de suministro externas y mejorar el acceso a alimentos en la localidad de Usme.

En la segunda etapa, se realizará un análisis detallado de la situación actual en Usme, con el fin de identificar tanto las oportunidades como los desafíos asociados a la implementación de la agricultura urbana sostenible. Esto proporcionará una visión clara del contexto local y servirá de base para las decisiones estratégicas posteriores.

La tercera fase implica visitas de campo para la recopilación de información relevante en el terreno en cuanto a disponibilidad, acceso y calidad de los alimentos, esto permitirá obtener una comprensión más profunda de las prácticas efectivas y los factores clave que influyen en el éxito de dichos proyectos.

Finalmente, se llevará a cabo un análisis exhaustivo de todos los datos recopilados a lo largo del proceso y revisión bibliográfica, esto permitirá formular conclusiones sólidas y recomendaciones pertinentes para promover la agricultura urbana en la comunidad de Usme, con el objetivo de fortalecer la seguridad alimentaria en la zona.

Variables

El enfoque integral de la seguridad alimentaria en Usme implica la interrelación de diversas variables, como la disponibilidad y el acceso a los alimentos, la estabilidad del suministro, así como la calidad y seguridad en el consumo, las cuales están condicionadas por factores socioeconómicos, ambientales y técnicos. El análisis conceptual revela cómo estas variables se relacionan entre sí y cómo su consideración conjunta puede llevar al diseño de soluciones efectivas y sostenibles para mejorar la seguridad alimentaria. Estas variables son fundamentales para el desarrollo del Complejo de Granjas Verticales en la vereda el Uval, donde se lleva a cabo una investigación centrada en varios aspectos clave para entender y mejorar la producción agrícola en un entorno urbano.

Figura 27

Esquema de variables.



Nota. Variables de investigación. Elaboración propia

En la categoría socioeconómica y espacial, se consideran variables como la disponibilidad de espacios para la agricultura, la infraestructura y los servicios urbanos existentes, y la población de la zona. Estas variables ayudan a entender el contexto en el que se desarrollará la agricultura urbana, contribuyendo así a la planificación del complejo de granjas verticales y su integración eficaz en el entorno.

Además, se abordan las variables ambientales, incluyendo el cambio climático, la sostenibilidad, los usos de recursos y las estrategias de adaptación. Estas variables son cruciales para comprender cómo la agricultura urbana puede mitigar los efectos del cambio climático y adaptarse a condiciones cambiantes, asegurando así la viabilidad a largo plazo del proyecto.

La producción agrícola se destaca como otra categoría importante, con variables como la selección de cultivos, las técnicas de agricultura vertical, las prácticas agroecológicas, y los procesos de cosecha, postcosecha y conservación. Estas variables son esenciales para maximizar la productividad y la eficiencia de la agricultura urbana en el complejo de granjas verticales.

Las técnicas de agricultura urbana son otra categoría de variables, que incluyen el diseño de sistemas de cultivo, la identificación de terrenos, la producción de cultivos de alto rendimiento, y los sistemas de riego y drenaje eficientes. Estas técnicas son fundamentales para implementar y gestionar eficazmente la agricultura urbana, asegurando un uso óptimo de los recursos disponibles.

Finalmente, la infraestructura y la movilidad emergen como otra categoría de variables importantes, que abordan aspectos como el almacenamiento, procesamiento y distribución de productos agrícolas, así como la accesibilidad y conectividad del complejo con la red vial. Estas variables son críticas para garantizar que los productos agrícolas puedan ser distribuidos eficientemente y que el complejo agrícola esté bien conectado con el resto de la ciudad, facilitando así su funcionamiento y contribución a la seguridad alimentaria urbana.

CAPÍTULO I. Instrumentos de la metodología

El desarrollo de la metodología se centra en la evaluación y mejora del espacio para la agricultura, considerando disponibilidad de espacio, recursos y prácticas agrícolas existentes, identificando tres objetivos principales: analizar las condiciones actuales, evaluar su impacto en la seguridad alimentaria y diseñar un complejo de Granjas Verticales. Para lograr estos objetivos, se proponen diversas estrategias, como el trabajo de campo y análisis de datos, el involucramiento comunitario y la realización de actividades como encuestas, inventarios de recursos y análisis comparativos. Además, se hace uso de herramientas como bases de datos y programas de diseño arquitectónico. Esta metodología ofrece una guía integral para evaluar y mejorar la agricultura urbana, considerando aspectos técnicos, sociales y de seguridad alimentaria.

Figura 28

Cuadro metodológico.

Objetivos específicos	Estrategias	Actividades	Herramientas
Analizar las condiciones actuales de Usme en términos de disponibilidad de espacio, recursos disponibles y prácticas agrícolas existentes, con el fin de identificar de manera precisa las barreras y oportunidades para la implementación efectiva de la agricultura urbana en la localidad.	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajo de campo para obtener información - Evaluar los recursos disponibles - Recopilar información sobre las prácticas agrícolas 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar encuestas a pobladores sobre acceso de alimentos, disponibilidad de tierras - Recorridos en zonas para georeferenciar cultivos y caracterizar suelos - Visita al sitio, inventario de espacio disponible, análisis del suelo y la calidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Base de datos - Encuestas - Fichas - Observación directa - Análisis de mapeo y navegación
Evaluar el impacto potencial de la agricultura urbana en la seguridad alimentaria de la comunidad de Usme, investigando el suministro, así como la producción local de alimentos puede reducir la dependencia de las cadenas de suministro externas y mejorar el acceso a alimentos frescos y nutritivos.	<ul style="list-style-type: none"> -Análisis de datos sobre alimentos que consumen los habitantes - Evaluar la situación actual sobre seguridad alimentaria - Evaluar el potencial de la agricultura urbana para abastecer la comunidad local 	<ul style="list-style-type: none"> - Encuesta a proveedores y tenderos locales - Recopilar datos sobre la disponibilidad y acceso a alimentos - Inventario sobre producción - Análisis comparativos entre costo y producción 	<ul style="list-style-type: none"> - Encuestas - Recopilación de datos - Cuadro comparativo
Diseñar una Granja Vertical potenciando la producción de alimentos a nivel local, contribuyendo así a elevar la seguridad alimentaria de la comunidad a través de la implementación de sistemas hidropónicos para un cultivo sostenible.	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño técnico y participativo con la comunidad - Estrategias de sostenibilidad - Realizar estudios de viabilidad - Investigar los cultivos más adecuados para la producción 	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño en software - Diagramas estratégicos - Revisión bibliográfica 	<ul style="list-style-type: none"> - Programas de diseño arquitectónico - Fichas bibliográficas

Nota. La tabla representa la metodología implementada en la investigación mediante los objetivos propuestos. Elaboración propia

Encuesta

La encuesta nos permite profundizar en las condiciones de vida, las prácticas agrícolas y hábitos alimentarios de las familias en El Uval. Su objetivo principal es proporcionar una comprensión más amplia de estos aspectos, con el propósito de guiar acciones dirigidas a mejorar la disponibilidad, acceso y consumo de alimentos nutritivos a nivel local (ver tabla).

Abarca temas desde la composición del hogar y las fuentes de ingresos hasta las actividades agrícolas realizadas. Además, se exploran aspectos cruciales como la calidad nutricional de la dieta, el acceso a recursos hídricos y la proximidad a los mercados y centros de abastecimiento de alimentos, proporcionando así una base sólida para la implementación de estrategias efectivas que beneficien a la comunidad en su conjunto.

Figura 29

Encuestas.

Encuesta		<i>Ambientales</i>	
Pregunta	Opciones		
Socioeconomica y espacial		Infraestructura y movilidad	
¿Cuántas personas conforman su núcleo familiar?	1-2 personas 3-4 personas 5-6 personas Más de 6 personas	¿Tiene acceso regular a fuentes de agua para consumo y cultivos?	Si No
¿Cuál es su principal fuente de ingresos?	Agricultura Trabajo formal Trabajo informal Otros	¿Conoce centros de abastecimiento o establecimientos donde pueda acceder a productos agrícolas/alimentos?	Si No
En promedio, ¿qué porcentaje de sus ingresos destina a la compra de alimentos?	Menos del 30% Entre 30% - 50% Más del 50%	Técnicas	
¿A qué distancia se encuentra el mercado o lugar donde compra alimentos más cercano a su hogar?	Menos de 1 km Entre 1-3 km Más de 3 km	En cuanto a la calidad nutricional de los alimentos que consume regularmente, ¿cómo la calificaría?	Muy buena (frutas, verduras, carnes, huevos, granos, frutos secos) Buena (cereales integrales, productos lácteos, pescados) Regular (altos en azúcares, harinas refinadas, grasas no saludables como papas fritas, dulces, comidas rápidas) Mala (gaseosas, productos muy procesados)
Produccion agricola		¿Consume regularmente proteínas como huevo, leche o carne?	Si No
¿Realiza alguna actividad agrícola o de cultivo en su hogar/barrio?	Si No	¿Con qué frecuencia accede a alimentos frescos y saludables?	Diariamente Semanalmente Quincenalmente Mensualmente
¿Qué tipo de cultivos realiza?	Hortalizas Frutales Granos Otros		

Nota. Elaboración propia

Entrevista

La presente encuesta se desarrolla con el propósito de analizar diversos aspectos relacionados con el comercio de productos en El Uval. En primer lugar, se busca investigar la procedencia de los productos comercializados, con el fin de comprender la diversidad de fuentes de abastecimiento y su

posible impacto en la cadena de suministro local. Además, se centra en la inclusión de productos cultivados por campesinos de la zona, aspecto de gran relevancia en el contexto agrícola local, ya que puede influir en el apoyo a la economía campesina y en la promoción de la agricultura sostenible.

Figura 30

Entrevistas.

Entrevista
Producción agrícola
¿De dónde vienen la mayoría de los productos que vende?
¿Vende productos cultivados por campesinos de esta zona? ¿Qué tipo de productos son?
¿Qué tipos de productos alimenticios ofrece en su negocio?
¿Cuáles son los que más demandan y compran sus clientes frecuentemente?

Nota. Elaboración propia






Ficha de diagnóstico

La ficha de diagnóstico permitirá recopilar información relevante sobre el lugar a intervenir, lo cual es fundamental para poder implementar planes de intervención o mejoras en esa localidad. Al tener una imagen detallada de la situación actual, se pueden identificar necesidades, problemas y oportunidades, lo que facilitará la toma de decisiones y la planificación de acciones más efectivas y adaptadas a la realidad del lugar. En la ficha se evidencian diversas variables relacionadas con el barrio el uval, tiene como objetivo evaluar y documentar las características de esta área, incluyendo aspectos físicos, ambientales y de infraestructura. (ver figura 28)

Figura 31

Ficha de diagnóstico.

Localización Datos del cuadrante Variable Movilidad Ponderación

Localización		Variables		1	2	3	4	5	Imágenes									
Comunalidad: Usme																		
Barrio: El Uval																		
	Infraestructura y movilidad	Vías		X														
		Ciclorutas			X													
		SITP			X													
		Taxis		X														
		Buses			X													
		Particulares			X													
	Socio económica y espacial	Accesibilidad		X														
		Equipamientos			X													
		Servicios		X														
		Vivienda		X														
		Seguridad		X														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Cantidad de personas por hogar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1-2 personas</td> <td>23.7%</td> </tr> <tr> <td>3-4 personas</td> <td>36.8%</td> </tr> <tr> <td>5-6 personas</td> <td>15.8%</td> </tr> <tr> <td>Más de 6 personas</td> <td>23.7%</td> </tr> </tbody> </table>	Cantidad de personas por hogar		1-2 personas	23.7%	3-4 personas	36.8%	5-6 personas	15.8%	Más de 6 personas	23.7%	Ambiental	Zonas verdes				X		
	Cantidad de personas por hogar																	
	1-2 personas	23.7%																
	3-4 personas	36.8%																
	5-6 personas	15.8%																
Más de 6 personas	23.7%																	
Mobiliario urb.		X																
Parques		X																
Rios y quebradas				X														
Contaminación		X																

Ubicación Predio

Registro Fotográfico

Datos por hogares

Variable ambiental

Variable Socioeconómica y espacial

Nota. Datos recopilados por el autor. Elaboración propia

CAPÍTULO II. Diagnóstico

Considerando el análisis realizado mediante fichas de análisis, encuestas, entrevistas y fichas de observación, así como la tabulación detallada de cada una de estas fuentes de información, junto con los respectivos resultados cuantitativos obtenidos, se ha generado la tabla de muestra que se presenta a continuación. Esta tabla sintetiza el total de encuestas realizadas, entrevistas llevadas a cabo, fichas de observación completadas y fuentes bibliográficas consultadas durante el proceso de investigación. (ver figura 4)

Tabla 1

Conclusión de la muestra.

MUESTRA	
Item	Cantidad
Encuesta	40
Entrevista	5
Fichas observación	4
Fichas bibliograficas	10

Nota. Elaboración propia

División por cuadrantes

De acuerdo con la delimitación del sector de interés, se realizó una división espacial por ejes, que nace a partir de las características físicas del territorio como son las vías principales, secundarias y determinantes naturales como cuerpos hídricos, obteniendo como resultado cuatro cuadrantes. Sobre esta base, se estableció implementar en el primer cuadrante encuestas, en el segundo entrevistas, en el tercero encuestas y fichas de observación, y en el cuarto fichas de observación. Esto se llevó a cabo con el fin de determinar el estado actual de cada cuadrante y recopilar información detallada que permita establecer las características y necesidades del territorio comprendido en los cuadrantes observados en el plano. (ver figura 29)

Figura 32

Mapas cuadrantes.



Adaptado de Mapas Bogotá. Elaboración propia

Resultado y análisis de encuestas

Las encuestas abordaron una serie de variables clave, incluyendo aspectos socioeconómicos y espaciales, producción agrícola, condiciones ambientales, infraestructura, movilidad y aspectos técnicos. Cada una de estas variables fue cuidadosamente seleccionada para obtener una comprensión completa del lugar. Para ello, se diseñaron preguntas específicas que permitieron recopilar información detallada y precisa sobre cada aspecto relevante. Esta metodología aseguró que se obtuviera una imagen integral y precisa de la situación.

Variable socioeconómica y espacial

Se evidencia que la composición familiar predominante es de 3-4 personas por hogar (37.5%), lo cual es relevante para comprender las necesidades y dinámicas de la comunidad. La principal fuente de ingresos se divide entre el trabajo formal (40%) y el trabajo informal (30%), lo que sugiere una combinación de estabilidad y precariedad económica. Además, la mayoría de los habitantes (45%)

destina entre el 30% y 50% de sus ingresos a la compra de alimentos, lo cual indica una carga considerable en este rubro. Por otro lado, la cercanía a los mercados y lugares de abastecimiento, con la mayoría (55%) ubicados a menos de 1 km, es un aspecto positivo que facilita el acceso a los productos, (ver tabla 5)

Variable producción agrícola

La producción agrícola en la zona es moderada, ya que algunos hogares se encuentran involucrados en actividades de cultivo. Aquellos que participan se centran en el cultivo de hortalizas (52.2%) y frutales (47.5%). Estos datos indican un nivel significativo de autonomía y autoproducción de alimentos, lo que sugiere un potencial considerable para su desarrollo. Además, la mayoría de los encuestados (70%) reportan tener acceso regular a fuentes de agua, lo cual es crucial para mantener estas actividades agrícolas. (ver tabla 5)

Figura 33

Tabulación socioeconómica, espacial y producción agrícola.

Tabulación encuestas aplicadas				
Pregunta	Opciones	Cantidad	% Parcial	Grafico
Socioeconómica y espacial				
¿Cuántas personas conforman su núcleo familiar?	1-2 personas	9	22,5 %	
	3-4 personas	15	37,5 %	
	5-6 personas	7	17,5 %	
	Más de 6 personas	9	22,5 %	
¿Cuál es su principal fuente de ingresos?	Agricultura	8	20 %	
	Trabajo formal	16	40 %	
	Trabajo informal	12	30 %	
	Otros	4	20 %	
En promedio, ¿qué porcentaje de sus ingresos destina a la compra de alimentos?	Menos del 30%	10	25 %	
	Entre 30% - 50%	18	45 %	
	Más del 50%	12	30 %	
¿A qué distancia se encuentra el mercado o lugar donde compra alimentos más cercano a su hogar?	Menos de 1 km	18	45 %	
	Entre 1-3 km	9	22,5 %	
	Más de 3 km	13	32,5 %	
Producción agrícola				
¿Realiza alguna actividad agrícola o de cultivo en su hogar/barrio?	Si	22	55 %	
	No	18	45 %	
¿Qué tipo de cultivos realiza?	Hortalizas	6	22,2 %	
	Frutales	8	29,6 %	
	Granos	6	22,2 %	
	Otros	7	25,9 %	

Nota. Elaboración propia

Variable ambiental

Desde una perspectiva ambiental, se observa que más de la mitad de la población (52.2%) conoce los centros de abastecimiento y establecimientos donde pueden adquirir productos agrícolas y alimentos. Sin embargo, la percepción sobre la calidad nutricional de los alimentos que consumen regularmente se inclina hacia una valoración de "regular" (32.5%) y "buena" (30%), lo que sugiere la necesidad de mejorar la disponibilidad y acceso a opciones más saludables. (ver tabla 6)

Variable infraestructura y movilidad

En cuanto a la infraestructura y movilidad, es positivo que la mayoría (35%) consuma regularmente proteínas como huevo, leche o carne, y que el acceso a alimentos frescos y saludables se realice de manera semanal (30%) y quincenal (30%). No obstante, sería importante profundizar en la frecuencia y variedad de estos productos frescos y nutritivos a los que pueden acceder los habitantes. (ver tabla 6)

Figura 34

Tabulación ambiental, infraestructura, movilidad y técnicas.

Ambientales				
¿Tiene acceso regular a fuentes de agua para consumo y cultivos?	Si	32	80 %	
	No	8	20 %	
Infraestructura y movilidad				
¿Conoce centros de abastecimiento o establecimientos donde pueda acceder a productos agrícolas/alimentos?	Si	21	52,2 %	
	No	19	47,5 %	
Técnicas				
En cuanto a la calidad nutricional de los alimentos que consume regularmente, ¿cómo la calificaría?	Muy buena (frutas, verduras, carnes, huevos, granos, frutos secos)	13	32,5 %	
	Buena (cereales integrales, productos lácteos, pescados)	12	30 %	
	Regular (altos en azúcares, harinas refinadas, grasas no saludables como papas fritas, dulces,	12	30 %	
	Mala (gaseosas, productos muy procesados)	3	7,5 %	
¿Consume regularmente proteínas como huevo, leche o carne?	Si	28	70 %	
	No	12	30 %	
¿Con qué frecuencia accede a alimentos frescos y saludables?	Diariamente	14	35 %	
	Semanalmente	12	30 %	
	Quincenalmente	10	25 %	
	Mensualmente	4	10 %	

Nota. Elaboración propia

El diagnóstico proporciona aspectos socioeconómicos y espaciales, identificando tanto fortalezas como áreas de mejora en la comunidad. Se destacan fortalezas en la producción agrícola y el acceso a alimentos, lo que indica un cierto grado de autonomía en la comunidad. Sin embargo, también resalta la necesidad de mejorar la calidad nutricional y aumentar la disponibilidad de opciones saludables.

Diagnóstico entrevista

Producción agrícola

En términos generales, los tenderos coinciden en que la mayoría de los productos que venden provienen de los grandes centros de distribución mayorista, como Corabastos, y no tienen un acceso directo a los productos cultivados por los campesinos de la zona. Esto evidencia una desconexión entre la oferta comercial y la producción agrícola local, lo cual limita la disponibilidad de alimentos frescos y de origen comunitario.

Sin embargo, algunos de los tenderos mencionan que sí logran conseguir algunos productos cultivados por pequeños agricultores de la zona, como frutas, hortalizas y lácteos, aunque en cantidades y variedades limitadas. Esto sugiere que existen algunas oportunidades para fortalecer los vínculos entre los comercios locales y los productores de la comunidad. (ver figura 28).

Figura 35

Tabulación variable de producción agrícola.

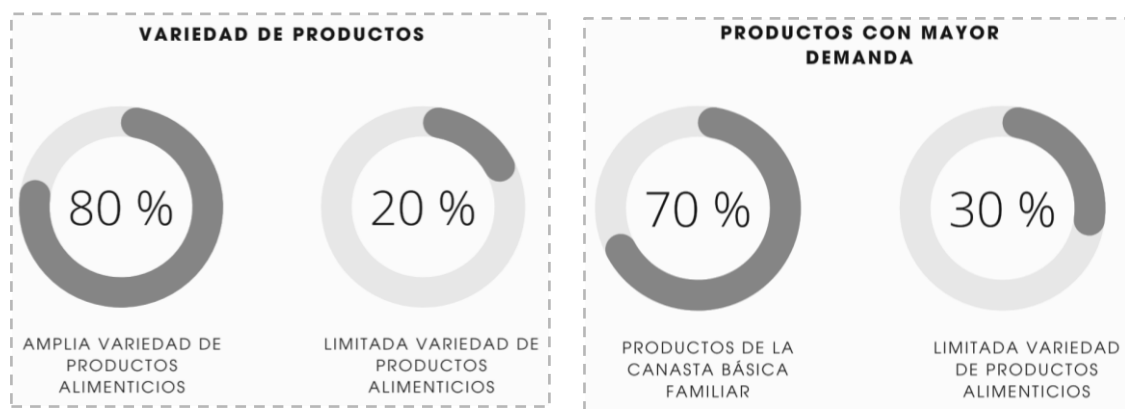


Nota. Elaboración propia

En cuanto a la oferta de productos alimenticios, los tenderos coinciden en que tienen una amplia variedad de artículos que abarcan desde alimentos de primera necesidad, como granos, lácteos y embutidos, hasta algunos productos de aseo personal y limpieza del hogar. Los productos más demandados y comprados con mayor frecuencia por los clientes son, principalmente, los alimentos básicos de la canasta familiar, como arroz, azúcar, aceite, leche, huevos y hortalizas. (ver figura 29)

Figura 36

Tabulación variable de producción agrícola.



Nota. Elaboración propia

Este diagnóstico evidencia que, si bien los comercios locales cuentan con una oferta diversificada de productos alimenticios, existe la necesidad de fortalecer los vínculos con la producción agrícola comunitaria para mejorar la disponibilidad y acceso a alimentos frescos y de origen local en el barrio El Uval de Usme.

Diagnóstico ficha de observación

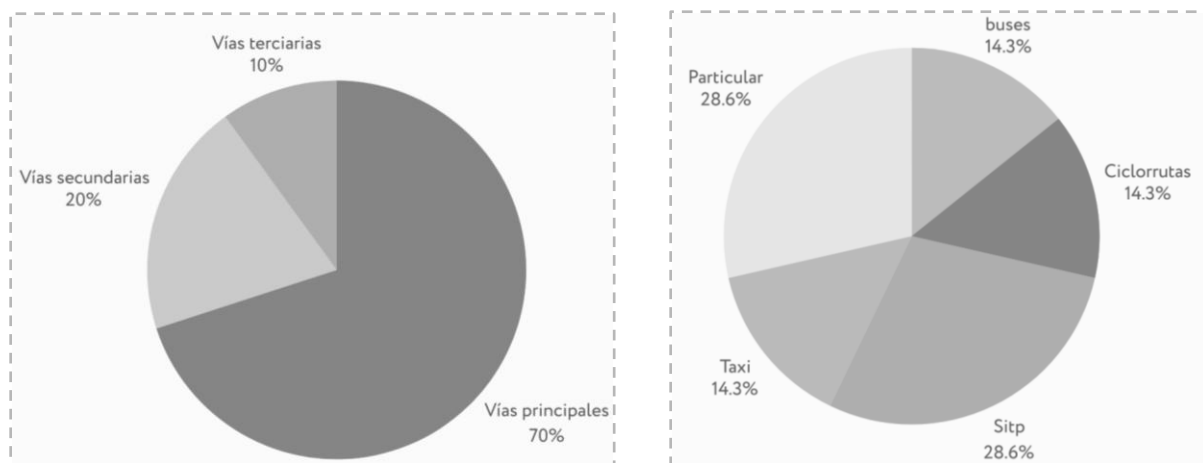
Movilidad

En el Uval se encuentran tres tipos de vías: principales, secundarias y terciarias. Las vías principales incluyen la Avenida Caracas con una longitud de 2.5 km (representando el 41.7% del total) y la Carrera 1 con 1.8 km (equivalente al 30%). En conjunto, las vías principales suman 4.3 km

(constituyendo el 71.7% del total). Las vías secundarias comprenden la Calle 55 Sur con 1.2 km (un 20% del total) y la Transversal 3 con 0.9 km (un 15%). En total, las vías secundarias abarcan 2.1 km (representando el 35%). Por último, las vías terciarias incluyen la Calle 57 Sur con 0.7 km (un 11.7%), la Carrera 2 con 0.5 km (un 8.3%) y la Calle 59 Sur con 0.4 km (un 6.7%). En conjunto, las vías terciarias suman 1.6 km (constituyendo el 26.7% del total) como se evidencia a continuación en las gráficas (ver figura 30).

Figura 37

Tabulación de vías y movilidad.



Nota. Elaboración propia

La figura muestra que, si bien existen avances en cuanto a la infraestructura vial y de transporte público, aún hay oportunidades de mejora en la diversificación y el equilibrio de las opciones de movilidad disponibles para los habitantes del barrio, lo cual puede contribuir a una mayor eficiencia, equidad y sostenibilidad del sistema de transporte en general.

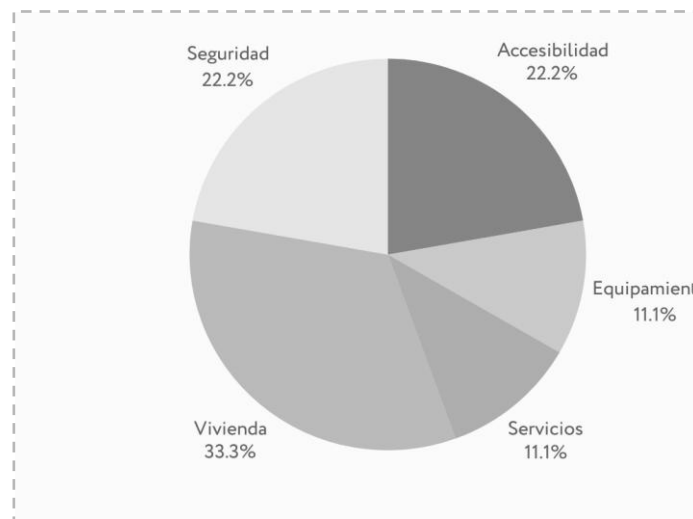
Variable Socioeconómica

La vivienda se destaca como el elemento más relevante, con un 33.3% de participación, lo que indica una prioridad en la atención a las necesidades habitacionales de la comunidad. Por otra parte, la

accesibilidad y la seguridad representan un 22.2% cada una (ver figura 31), evidenciando la importancia de garantizar la movilidad y la percepción de seguridad de los habitantes. Asimismo, los servicios y los equipamientos conforman el 11.1% respectivamente, lo que sugiere la necesidad de fortalecer y diversificar la oferta de estos recursos para satisfacer adecuadamente las demandas de la población, en general, señala un equilibrio relativo entre los diferentes aspectos analizados.

Figura 38

Tabulación de variable socioeconómico.



Nota. Elaboración propia

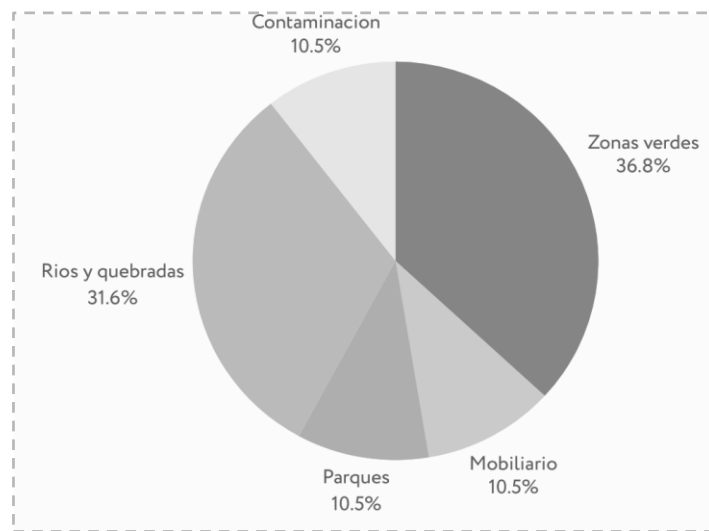
Variable Ambiental

Las zonas verdes representan el elemento más relevante, con una participación del 36.8%. Esto indica una presencia importante de espacios naturales y áreas verdes, lo cual es positivo desde una perspectiva de sostenibilidad ambiental y calidad de vida de la comunidad. Por otro lado, los ríos y quebradas ocupan el 31.6% de los elementos evaluados, lo que sugiere que la gestión de los recursos hídricos y la prevención de riesgos asociados a estos cuerpos de agua deben ser una prioridad. Además, la contaminación representa el 10.5% de los elementos, y los parques conforman otro 10.5%, lo que señala la necesidad de abordar tanto los problemas de contaminación como de acceso y calidad de los

espacios públicos recreativos. Por último, el mobiliario urbano ocupa el 10.5% restante, lo que implica la relevancia de mantener y mejorar este tipo de infraestructura para el disfrute y la movilidad de los habitantes (ver figura 32). En general, se destaca la importancia de las zonas verdes y la gestión de los recursos hídricos, al tiempo que identifica áreas de oportunidad relacionadas con la contaminación y la calidad de los espacios públicos.

Figura 39

Tabulación de variable ambiental.



Nota. Elaboración propia

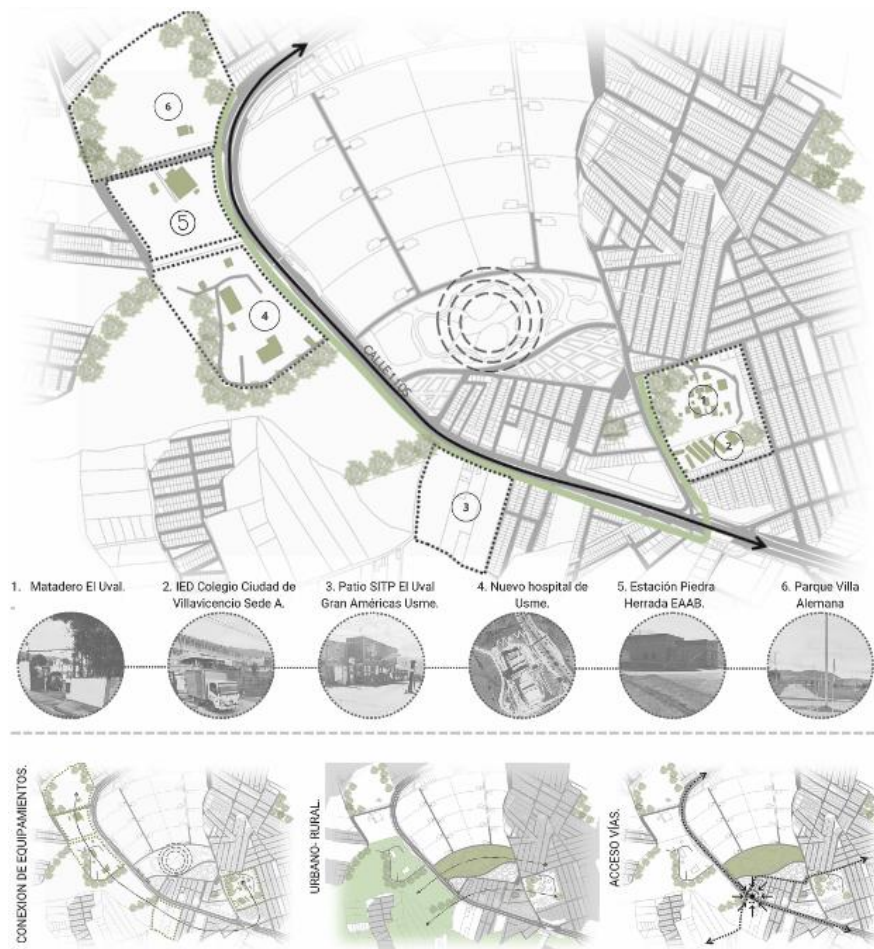
CAPÍTULO III. Desarrollo de la propuesta.

Planteamiento “Plan Maestro para el sector”

El Plan Maestro busca aprovechar la situación de transición entre lo rural y lo urbano de la zona, promoviendo un sistema alimentario sostenible que articule las actividades agropecuarias existentes con las necesidades alimentarias de la población urbana cercana. Este plan propone la implementación de estrategias que integren el proyecto con los equipamientos existentes y articule la zona urbana con la rural mediante una alameda que se propone al lado de la calle 110s. (ver figura)

Figura 40

Propuesta plan maestro.



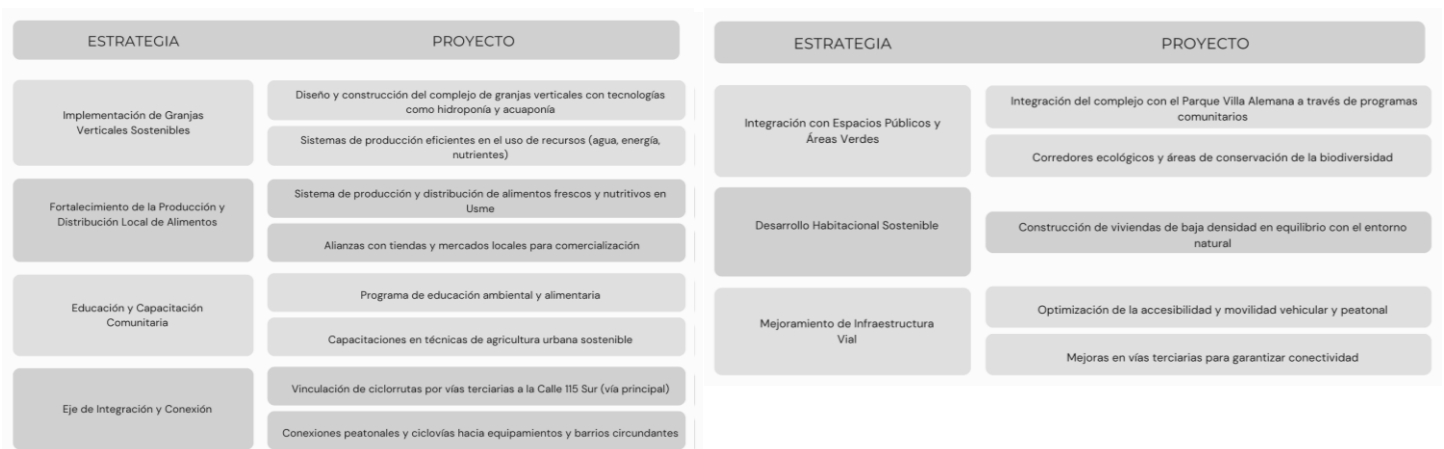
Nota. Elaboración propia

El proyecto se beneficia de la cercanía a importantes equipamientos urbanos, como colegios y hospitales, lo que facilita la integración y participación de la comunidad local. Además, cuenta con un acceso directo a vías principales y terciarias, asegurando la distribución de los productos y el abastecimiento de insumos. La presencia de fuentes hídricas cercanas y las condiciones climáticas favorables brindan un entorno adecuado para el funcionamiento de las granjas verticales.

El Plan Maestro contempla estrategias enfocadas en la educación y capacitación comunitaria en temas ambientales, alimentarios y técnicas de agricultura urbana sostenible. Adicionalmente, se plantea la integración del complejo de granjas con espacios públicos, áreas verdes y el desarrollo de viviendas de baja densidad en armonía con el entorno natural, promoviendo corredores ecológicos y la conservación de la biodiversidad.

Figura 41

Estrategias del plan maestro.



Nota. Elaboración propia

Otro aspecto clave es la mejora de la infraestructura vial, optimizando la accesibilidad y movilidad vehicular, peatonal y ciclista, a través de la vinculación y conexión peatonal por medio de una alameda hacia los equipamientos y barrios circundantes.

Justificación del lugar seleccionado

Se analizaron diversos determinantes, características y necesidades propias de la zona, con el fin de generar espacios públicos integradores y fomentar un desarrollo habitacional de baja densidad que preserve el entorno natural. (ver figura)

Figura 42

Determinantes para el diseño de espacios.



Nota. Elaboración propia

- Situación de transición entre lo rural y lo urbano, lo que facilita la articulación entre las actividades agropecuarias existentes y las necesidades alimentarias de la población urbana, promoviendo un sistema alimentario sostenible.
- Cercanía a importantes equipamientos urbanos como el colegio Ciudad de Villavicencio, el nuevo hospital de Usme, el colegio Eduardo Umaña Mendoza, entre otros, lo que permite una mejor integración y participación de la comunidad local en el proyecto.

- Acceso directo a vías principales como la Calle 115 Sur y calle 110s que comunican con la ciudad, y a vías terciarias que conectan con la zona rural, garantizando la distribución de los productos y el abastecimiento de insumos.
- Presencia de fuentes hídricas cercanas, como quebradas y ríos, asegurando el suministro de agua necesario para el funcionamiento de las granjas verticales.
- Condiciones climáticas adecuadas, disponibilidad de espacios, apoyo comunitario, conciencia ambiental y un marco normativo favorable para el desarrollo de la agricultura urbana sostenible.
- Contribución significativa a abordar los desafíos alimentarios y ambientales de la ciudad, promoviendo una producción local de alimentos saludables y reduciendo la huella de carbono asociada al transporte de productos agrícolas.

Complejo de Granjas Verticales

Se llevará a cabo un complejo de granjas verticales, que busca conectar lo urbano y rural mediante edificios de varios pisos dedicados a la agricultura vertical. Incorporará técnicas hidropónicas y acuapónicas para cultivar una amplia variedad de productos agrícolas, frutas, verduras, hierbas y plantas ornamentales, así mismo se contará con tecnologías de iluminación natural y artificial, control automatizado, sistemas de reciclaje y reutilización de agua y nutrientes para un funcionamiento sostenible. Tendrá áreas comerciales para la venta directa de productos frescos a la comunidad, ofreciendo oportunidades de empleo y capacitación en agricultura urbana. Además, incluirá espacios comunitarios y educativos que fomenten la conexión entre lo urbano y rural. Este complejo armonizará con el entorno natural, aprovechando la infraestructura urbana para promover la autosuficiencia alimentaria, reducir la huella ecológica y crear nuevas oportunidades económicas para los residentes de Usme.

Programa arquitectónico.

Figura 43

Programa del complejo de Granjas Verticales.

Espacio	Zona	Subzona	Usuario	Actividad	Area total
I. Granjas Verticales	A. Torres de Cultivo	Módulos de cultivo verticales Sistemas de iluminación LED y control de luz Sistemas de riego y nutrientes hidropónicos Control de temperatura, humedad y CO2 Automatización y monitoreo de cultivos Circulaciones verticales (escaleras, elevadores)	Personal agrícola	Cultivo, mantenimiento, monitoreo	7,137m ²
	B. Invernaderos Complementarios	Invernaderos de investigación y cultivos especiales Áreas de climatización de plantas Sistemas de riego control climático	Personal agrícola e investigadores	Investigación, aclimatación de plantas	3,205m ²
II. Procesamiento y Empaque	A. Área de Recolección y Clasificación	Muelle de recepción de cultivos Líneas de selección y clasificación Cámaras frigoríficas temporales	Personal de planta	Recolección, selección, clasificación	5,908m ²
	B. Planta de Empaque	Líneas de empaque y etiquetado automatizadas Cámaras frigoríficas de almacenamiento Muelle de carga y descarga	Personal de planta	Empaque, etiquetado, almacenamiento	
	C. Área de Control de Calidad	Laboratorio de análisis Microbiológico Salas de pruebas organolépticas	Personal de control de calidad	Análisis, pruebas organolépticas	
III. Infraestructura y Servicios	A. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	Sistema de recolección y pretratamiento Tratamiento biológico y desinfección Almacenamiento y reutilización de agua tratada	Personal de mantenimiento	Tratamiento de aguas residuales	1,506m ²
	B. Central de Energía	Subestación eléctrica Sistemas de generación de energía renovable Baterías de almacenamiento	Personal de mantenimiento	Suministro de energía, mantenimiento	1,792m ²
	C. Taller de Mantenimiento y Reparaciones		Personal de mantenimiento	Mantenimiento y reparaciones	2,115m ²
IV. Edificios Administrativos y de Servicios	A. Oficinas Administrativas y Gerenciales		Personal administrativo y gerencial	Gestión, reuniones, trabajo de oficina	4,360m ²
	B. Área de Recursos Humanos y Servicios al Personal		Personal de recursos humanos, empleados	Reclutamiento, capacitación, servicios	
	C. Centro de Investigación y Desarrollo	Laboratorios Salas de reuniones y presentaciones Biblioteca y sala de estudios	Investigadores, científicos	Investigación, experimentación, reuniones	
	D. Centro de Capacitación y Educación	Aula y talleres Invernaderos didácticos	Instructores, estudiantes, visitantes	Enseñanza, talleres, demostraciones	2,231m ²
	E. Servicios Complementarios	Enfermería Guardería Comedor y cafetería Gimnasio y áreas deportivas	Empleados	-	1,815m ²
V. Áreas Comerciales y Públicas	A. Mercado de Productos Frescos	Puestos de venta Área de carga y descarga Espacios de exposición y degustación	Vendedores, compradores, visitantes	Venta, exposición, degustación	4,125m ²
	B. Restaurante y Cafetería		Comensales, visitantes	Servicio de alimentos, consumo	800m ²
	C. Espacios Públicos y Áreas Verdes	Plazas y miradores Jardines y huertos urbanos Parques infantiles	Visitantes, público en general	Recreación, descanso, eventos	8,569m ²
	D. Recorridos Turísticos y Educativos	Senderos peatonales Miradores a las granjas verticales Centros de interpretación	Visitantes, grupos escolares	Visitas guiadas, interpretación	4,561
VI. Circulaciones y Accesos	A. Accesos Vehiculares	Entradas y salidas de vehículos Áreas de carga y descarga Estacionamientos para visitantes y empleados	Vehículos, personal	-	3,251m ²
	B. Accesos Peatonales	Entradas peatonales Senderos y caminos internos Ciclovas	Peatones, visitantes, empleados	-	1,250m ²
	C. Circulaciones de Servicio	Calles de servicio y mantenimiento Áreas de maniobras para vehículos de carga	Vehículos de servicio, personal	-	1,260m ²

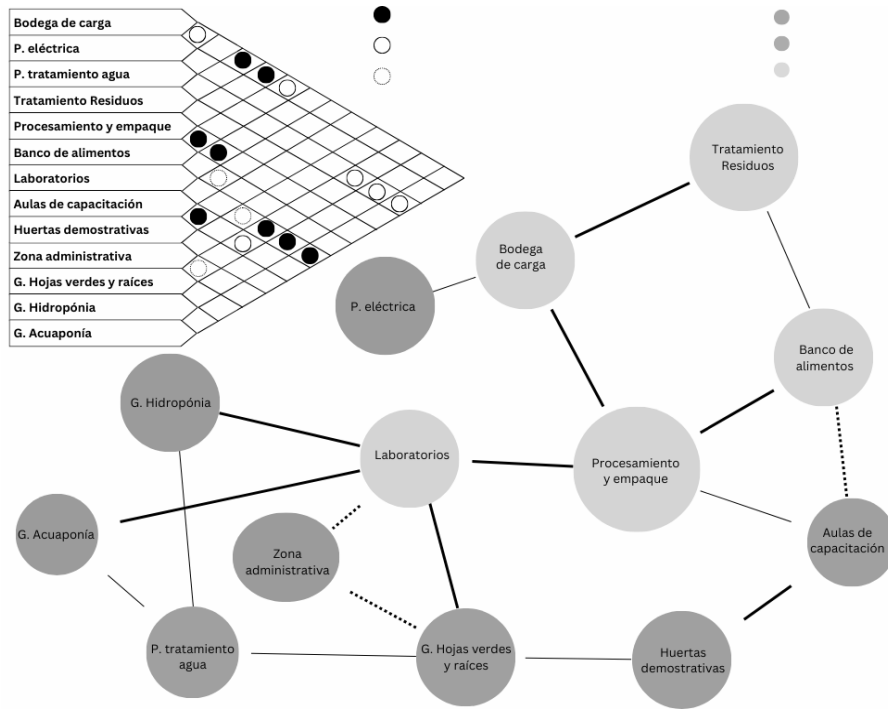
Nota. Elaboración propia

Organigrama

Se evidencia organización jerárquica y la relación entre los diferentes espacios clave del complejo, estructurados según su relevancia y conexión funcional.

Figura 44

Flujo de actividades y relación de espacios.



Nota. Elaboración propia

Zonificación

Para la zonificación de este proyecto se han considerado diversos factores clave, destacando principalmente un eje articulador generado por puentes que conectan con las granjas verticales. Estos bloques funcionales están distribuidos en diferentes torres, cada una con usos específicos donde la primera granja vertical integra varias áreas esenciales como lo son cámaras frigoríficas, área de climatización, área de clasificación de productos y área de recolección donde este primer diseño permite una eficiente gestión y almacenamiento de productos agrícolas, garantizando su frescura y calidad. La segunda granja vertical está dedicada a la investigación y desarrollo, albergando el centro de

investigación, sistemas de riego, laboratorios y salas de organoléptica facilitando el avance científico y tecnológico en la agricultura, promoviendo innovaciones en técnicas de cultivo y mejora de productos. La tercera granja vertical se centra en las funciones administrativas y de recursos humanos, aquí se encuentran las oficinas administrativas, el departamento de recursos humanos, el centro de capacitación y los servicios complementarios.

Este enfoque asegura una gestión eficiente y el desarrollo continuo del personal involucrado en el proyecto. Finalmente, un bloque articulador que conecta todo el proyecto y es responsable del mantenimiento general. Este bloque incluye el centro de energía, el sistema de tratamiento de aguas pluviales y el sistema de desinfección. Su objetivo es garantizar la sostenibilidad y eficiencia operativa de todo el complejo. Esta zonificación permite una organización lógica y funcional del proyecto, asegurando la integración eficiente de todas las actividades necesarias para el éxito de las granjas verticales y su conexión con el entorno.

Figura 45

Zonificación.



Nota. Elaboración propia

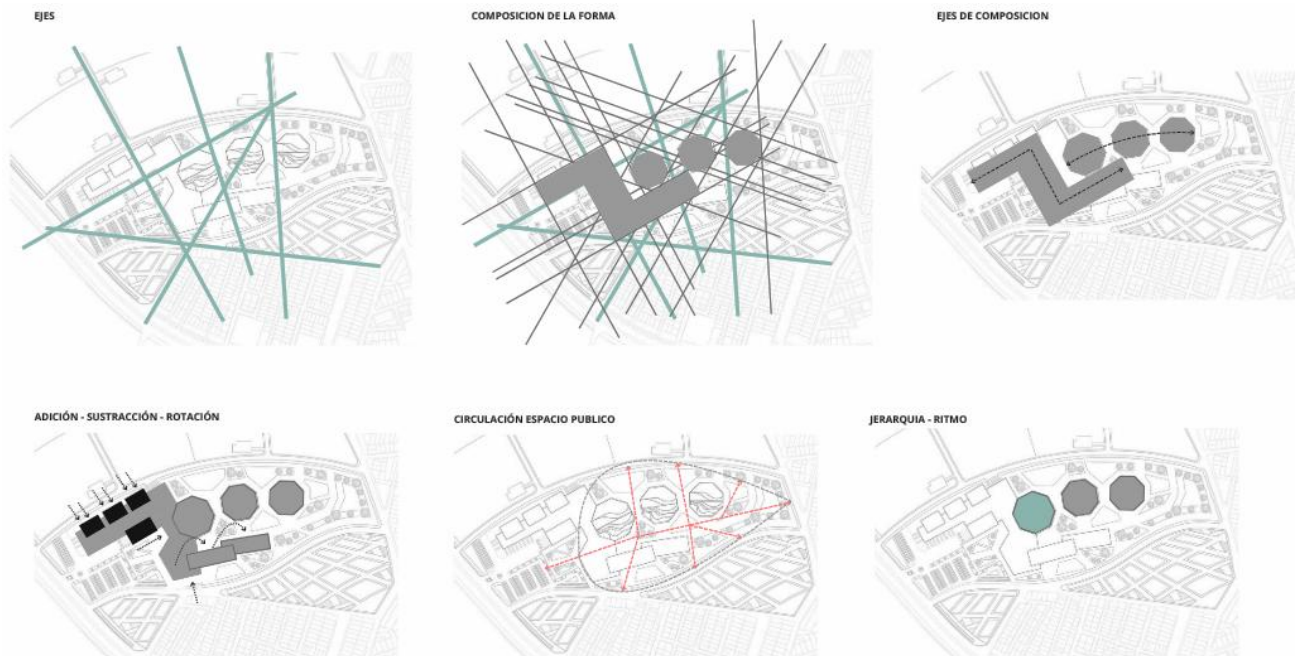
Premisa morfológica

La transformación de la forma arquitectónica se desarrolló mediante un proceso dinámico y metódico, partiendo de ejes compositivos fundamentales. Estos ejes sirvieron como guías estructurales para la evolución del diseño. A partir de esta base, se aplicaron diversas operaciones geométricas: adiciones estratégicas para expandir volúmenes, sustracciones precisas para crear vacíos significativos y rotaciones calculadas para generar dinamismo visual.

Cada modificación se realizó con un propósito específico, ya sea para optimizar la funcionalidad, mejorar la estética o responder a condicionantes del entorno. El resultado de estas transformaciones secuenciales dio lugar a una composición final. Esta forma resultante no solo define los espacios interiores, sino que también configura el espacio público circundante, creando áreas de interacción, circulación y contemplación que se integran armónicamente con la estructura principal.

Figura 46

Transformación de la forma.



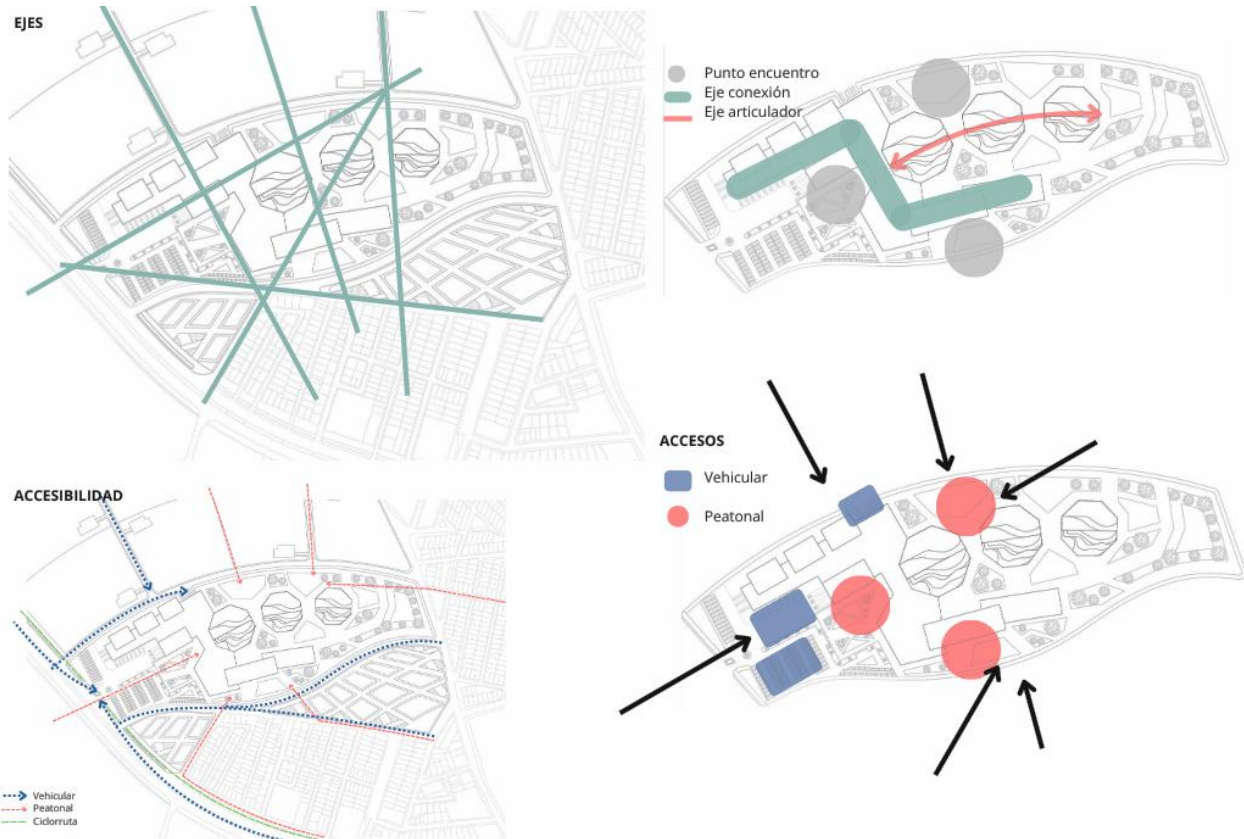
Nota. Elaboración propia

Criterios de implantación

La implantación del proyecto se basa en criterios que optimizan su integración urbana, los ejes del sitio guían la alineación de la edificación, mientras que la accesibilidad se aborda de manera integral. Además, se diseñaron senderos peatonales fluidos, vías vehiculares estratégicas y se dio continuidad a la ciclorruta existente, se diferenciaron accesos para visitantes, carga y manejo de residuos. Puntos de encuentro distribuidos fomentan la interacción social y el eje conector central articula los diversos sectores y funciones del proyecto, facilitando la circulación y orientación. Esta planificación asegura una implantación eficiente y armónica con el entorno urbano.

Figura 47

Criterios de implantación.



Nota. Elaboración propia

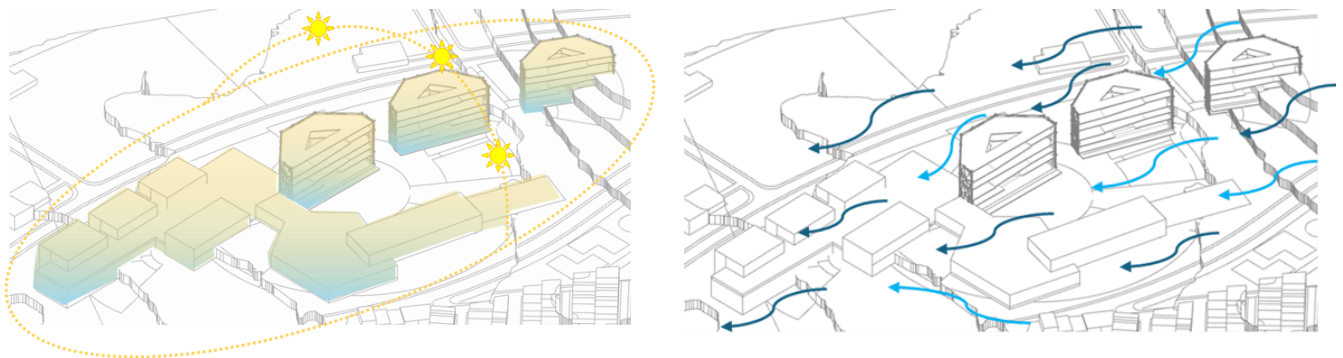
Determinantes ambientales

Para el diseño del complejo de granjas verticales se tuvieron en cuenta diversos factores ambientales con el fin de optimizar su funcionamiento y sostenibilidad. La orientación y distribución de los edificios se planificaron cuidadosamente para maximizar la captación de luz solar natural, reduciendo la necesidad de iluminación artificial y los costos energéticos asociados, incorporando además sistemas de seguimiento solar. Se implementaron sistemas inteligentes de control de temperatura que mantienen las condiciones ideales para cada cultivo, incluyendo enfriamiento pasivo, aislamiento térmico y aprovechamiento de energía geotérmica.

El complejo está diseñado para aprovechar los patrones de viento predominantes, maximizando la ventilación natural y minimizando la necesidad de aire acondicionado, con barreras contra el viento y sistemas de control de flujo de aire. Se incorporaron sistemas de captación y reutilización de aguas pluviales, riego eficiente, tratamiento y reciclaje de aguas residuales para optimizar el uso del agua. Además, se contempla la preservación de áreas verdes, la incorporación de jardines verticales, techos verdes y espacios abiertos para la integración con el entorno natural, contribuyendo a la biodiversidad, regulación del microclima y creación de un entorno agradable.

Figura 48

Condiciones ambientales.



Nota. Elaboración propia

Capítulo IV. Modelado BIM.

El presente capítulo describe el modelado BIM detallado realizado para el diseño del Complejo de Granjas Verticales. Dicho modelo tiene como objetivo principal integrar las diferentes disciplinas (arquitectura, estructura y sistemas) a través de una plataforma BIM (Revit), con el fin de optimizar la coordinación multidisciplinar, la colaboración y la toma de decisiones durante el proceso de diseño, detalle y construcción del proyecto.

Figura 49

Planta general.



Nota. Elaboración propia

Para la aplicación de la metodología BIM, se tomó un área específica de 662 m² dentro del complejo. Esta área incluye espacios de gran importancia para el funcionamiento del proyecto, tales como los sistemas hidropónicos y acuapónicos, restaurante, Coworking, laboratorios, oficinas, bodegas de almacenamiento e insumos, baños, escalera, ascensores y aulas demostrativas. La implementación

de BIM en esta zona permitirá un análisis más detallado y una mejor coordinación de estos elementos importantes del complejo.

El nivel de detalle alcanzado en este modelo se ha establecido para llegar a un LOD 500, que corresponde a un modelo BIM con el máximo grado de definición en términos de información y geometría. Este nivel garantiza que todos los componentes del proyecto, desde las instalaciones MEP, estén modelados con la mayor precisión posible. Con el LOD 500, el modelo se utiliza no solo para el diseño y la coordinación, sino también para la gestión y el mantenimiento del edificio una vez construido, proporcionando una base sólida para el ciclo de vida completo del complejo.

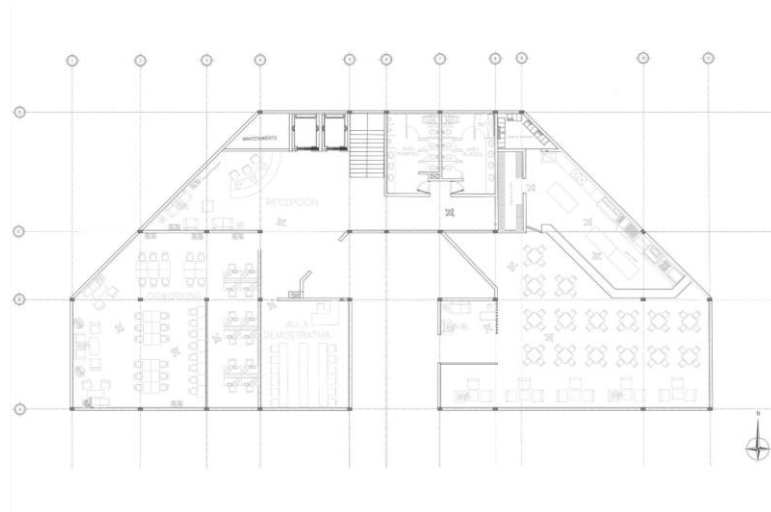
Zonificación del primer piso.

El primer piso de la granja vertical ha sido diseñado con una zonificación funcional que optimiza el flujo de usuarios y actividades. En la zona sur, se ubica la entrada principal, proporcionando acceso directo a los visitantes. Justo al suroriente, se encuentra un restaurante, que ofrece un espacio gastronómico atractivo. Adyacente a éste, en la zona suroccidente, se sitúan aulas demostrativas y un área de coworking, la cual incluye diversos espacios como computadoras, áreas de lectura y descanso, fomentando un ambiente colaborativo y educativo.

La zona norte se dedica a la centralización de los baños y puntos fijos, garantizando que sean fácilmente accesibles para todos los usuarios. En la zona nororiente, se complementa el restaurante con la cocina, áreas de almacenamiento y una cámara de congelación, asegurando una logística eficiente para la operación del restaurante. En la noroccidental, se encuentra la recepción, encargada de recibir a todos los visitantes de la granja, con un área de mantenimiento continua para facilitar el soporte operativo.

Figura 50

Zonificación primer piso.



Nota. Elaboración propia

Zonificación del segundo nivel

El segundo piso del edificio presenta una disposición funcional y eficiente que integra diversos espacios clave. En la zona sur se encuentran los sistemas hidropónicos y acuapónicos, formando el núcleo productivo del piso. En la zona suroriente alberga dos oficinas administrativas para la gestión operativa, mientras que en la zona oriente se ubican dos laboratorios equipados para investigación y desarrollo. Los servicios de apoyo se distribuyen estratégicamente: los baños están centralizados al costado norte para fácil acceso, el área de mantenimiento se sitúa en la esquina nororiente, y las bodegas de almacenamiento de alimentos e insumos se localizan al costado noroccidental al lado de los hidropónicos para optimizar la logística. La circulación se articula mediante un pasillo central longitudinal que conecta todas las áreas, complementado por un patio central que no solo mejora el flujo de personas, sino que también proporciona luz natural y un espacio de descanso, aumentando la calidad ambiental del piso.

Figura 51

Zonificación segundo piso.



Nota. Elaboración propia

Modelado Estructura

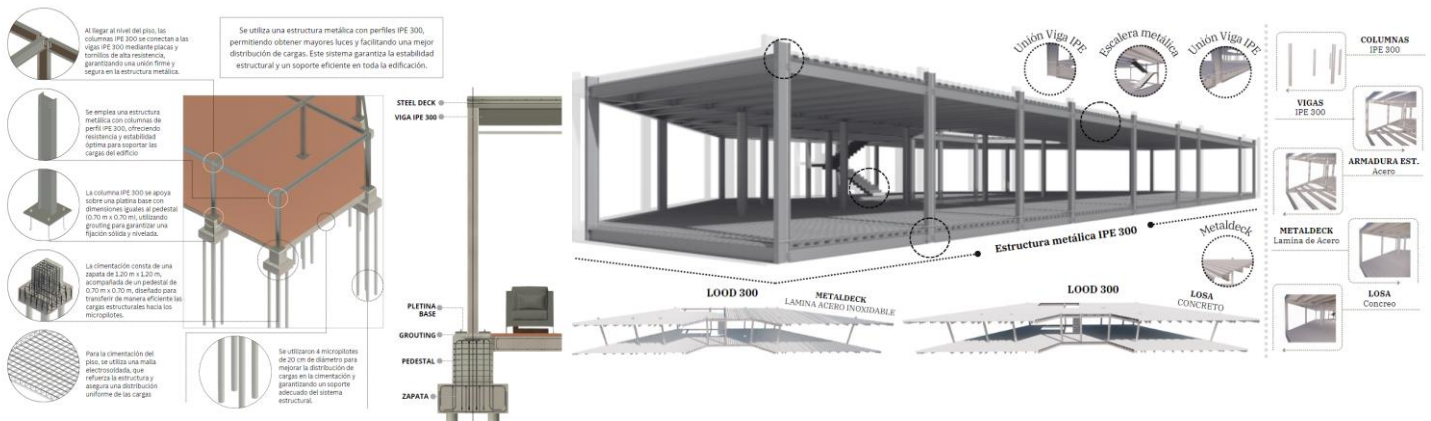
El sistema primario está compuesto por columnas y vigas principales utilizando perfiles IPE 300, seleccionados por su óptima relación entre resistencia y peso. Estos elementos forman el esqueleto principal del edificio, proporcionando la estabilidad necesaria para soportar las cargas verticales y laterales. Para el sistema de entepiso, se implementa una solución híbrida que maximiza las ventajas de los materiales utilizados. Se emplea una losa de metaldeck, que actúa como encofrado permanente y refuerzo positivo, sobre la cual se coloca una armadura de acero.

Esta combinación de metaldeck y armadura de acero no solo reduce el peso propio de la estructura, sino que también permite una distribución más eficiente de las cargas y una mayor flexibilidad en la disposición de espacios interiores. El metaldeck, con su perfil corrugado, proporciona una excelente adherencia con el concreto, mientras que la armadura de acero añade la resistencia necesaria para manejar momentos negativos y controlar la fisuración. La cimentación de la estructura se

ha diseñado considerando las particularidades del terreno y las cargas del edificio. Se emplea un sistema mixto que incluye zapatas aisladas y micropilotes.

Figura 52

Modelado de estructura primer y segundo nivel.



Nota. Elaboración propia

Modelado Arquitectura

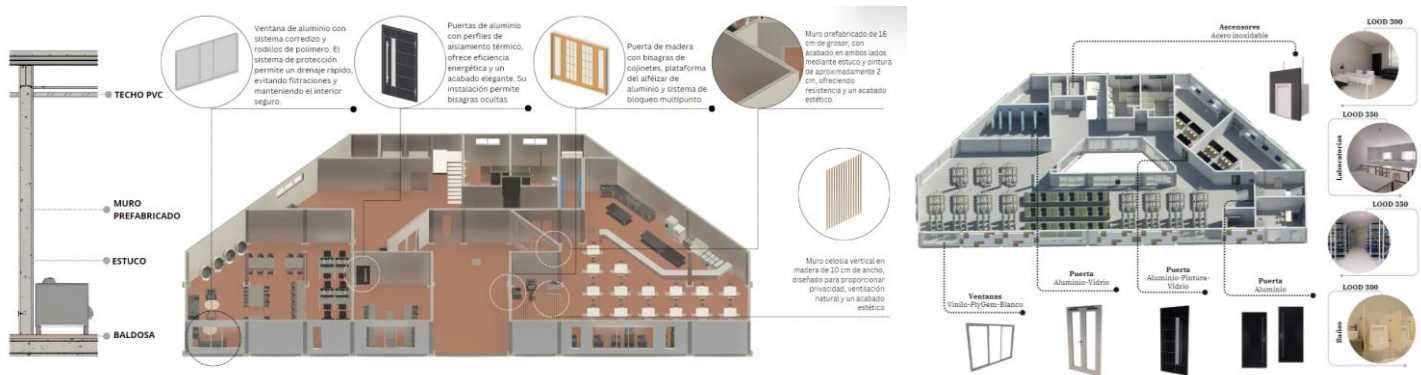
Para el modelado arquitectónico se consideraron diversos factores de diseño. En el primer y segundo piso, se emplearon baldosas para el revestimiento del suelo, mientras que, en las paredes, construidas con muros prefabricados, se aplicó estuco y pintura en tonos claros para brindar luminosidad y uniformidad. El techo fue revestido con paneles de PVC, seleccionados por su resistencia y facilidad de mantenimiento.

En cuanto a la carpintería, se utilizaron materiales variados según la función del espacio. Para aulas, oficinas y otros ambientes cerrados, se instalaron puertas de aluminio en diferentes tonalidades, complementadas con ventanería corrediza del mismo material, que favorece la ventilación y la entrada de luz natural.

El mobiliario se dispuso según las necesidades específicas de cada área, priorizando el diseño de los sistemas hidropónicos y acuapónicos, elementos distintivos del proyecto. En el exterior, se integraron paneles verdes como parte del diseño paisajístico, aportando un toque ecológico y reforzando el enfoque sostenible del proyecto.

Figura 53

Modelado de arquitectura primer y segundo nivel.



Nota. Elaboración propia

Modelado de instalaciones MEP

Instalación hidráulica

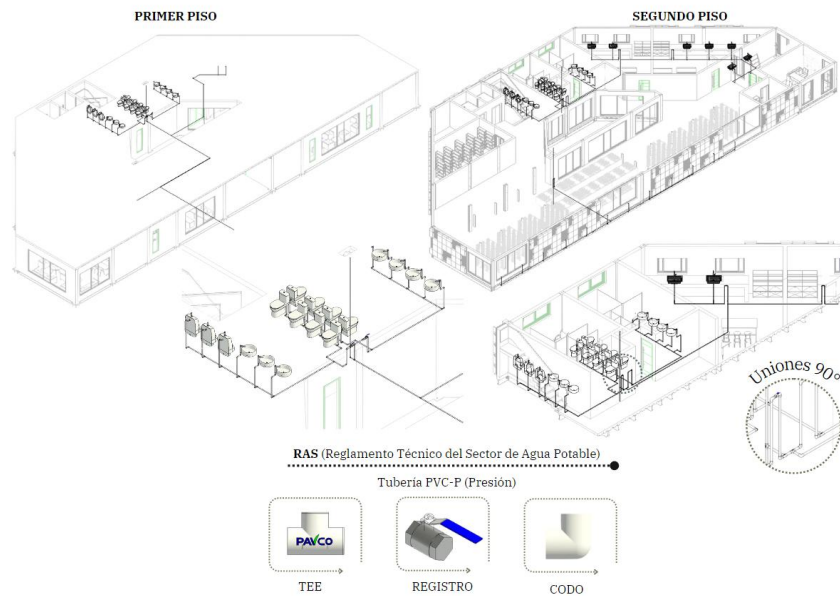
El sistema de distribución de agua en nuestra granja vertical ha sido diseñado para maximizar la eficiencia y garantizar un suministro adecuado a todas las áreas críticas del edificio. En la planta del primer piso, se ha instalado un medidor de consumo de agua, punto de partida crucial para monitorear y gestionar el uso del recurso hídrico en todo el proyecto. Desde este medidor, el agua se distribuye a través de una tubería principal de 3/4 de pulgada, dimensionada adecuadamente para satisfacer las demandas de las diversas áreas del edificio.

En el primer piso, esta tubería de 3/4 abastece directamente a los sanitarios y al restaurante, asegurando un flujo constante y presión adecuada para estas instalaciones de uso frecuente. La

distribución continúa verticalmente a través de ductos estratégicamente ubicados, que conducen el agua hacia el segundo piso. En este nivel superior, el sistema de tuberías se ramifica para alimentar tres áreas principales: los sistemas hidropónicos y acuapónicos, que forman el núcleo productivo de la granja vertical; los laboratorios, donde se realizan investigaciones y controles de calidad; y los baños del segundo piso.

Figura 54

Modelado de Inst. Hidráulica primer y segundo nivel.



Nota. Elaboración propia

Instalaciones sanitarias

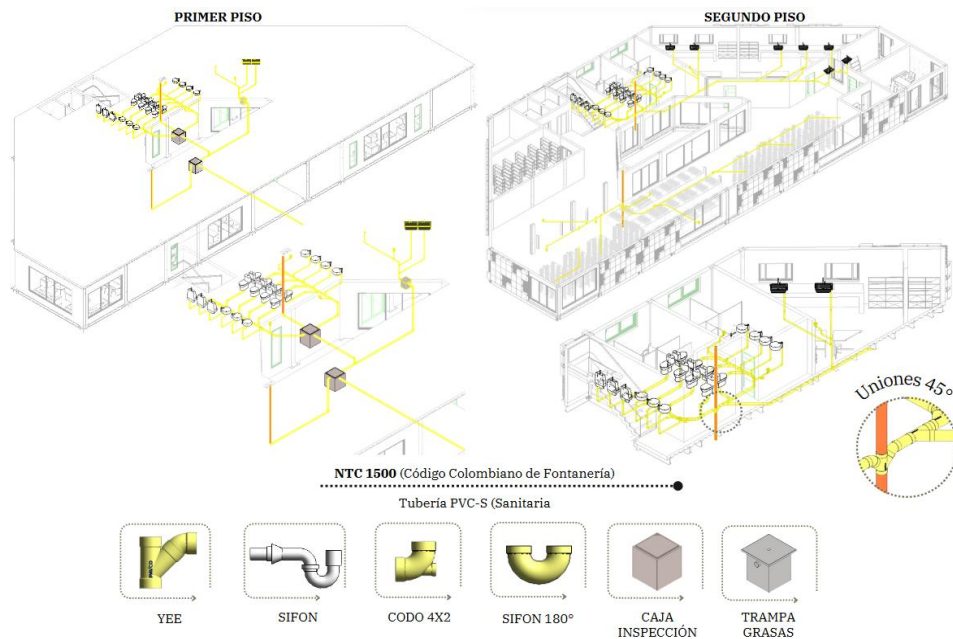
El sistema sanitario gestiona eficientemente las aguas residuales de todas las áreas del edificio, incluyendo baños, sistemas hidropónicos, acuapónicos y laboratorios. El sistema inicia con una caja de inspección externa de 1x1 metro, que actúa como el punto principal de recolección y distribución de las aguas. Esta caja se conecta a una caja de inspección interna de 0.60x0.60 metros, estratégicamente ubicada para optimizar el flujo y facilitar el mantenimiento.

Las tuberías están dimensionadas según sus usos: se utilizan tuberías de 4 pulgadas para el desagüe de los sanitarios y de 2 pulgadas para lavamanos, sifones y orinales. Para garantizar una adecuada distribución y prevenir obstrucciones, se incorporan conexiones tipo yee y codos en ambos diámetros. En el área del restaurante, se ha instalado una trampa de grasas de 0.50x0.50 metros, ubicada junto al área de lavado, la cual retiene aceites y grasas, evitando bloqueos en el sistema principal y asegurando su correcto funcionamiento.

El sistema sanitario se extiende verticalmente mediante ductos hacia el segundo piso, donde conecta con los sifones de los sistemas hidropónicos, acuapónicos, laboratorios y baños, garantizando un drenaje eficiente en todas las áreas de operación.

Figura 55

Modelado de Inst. Sanitaria primer y segundo nivel.



Nota. Elaboración propia

Red contra incendios

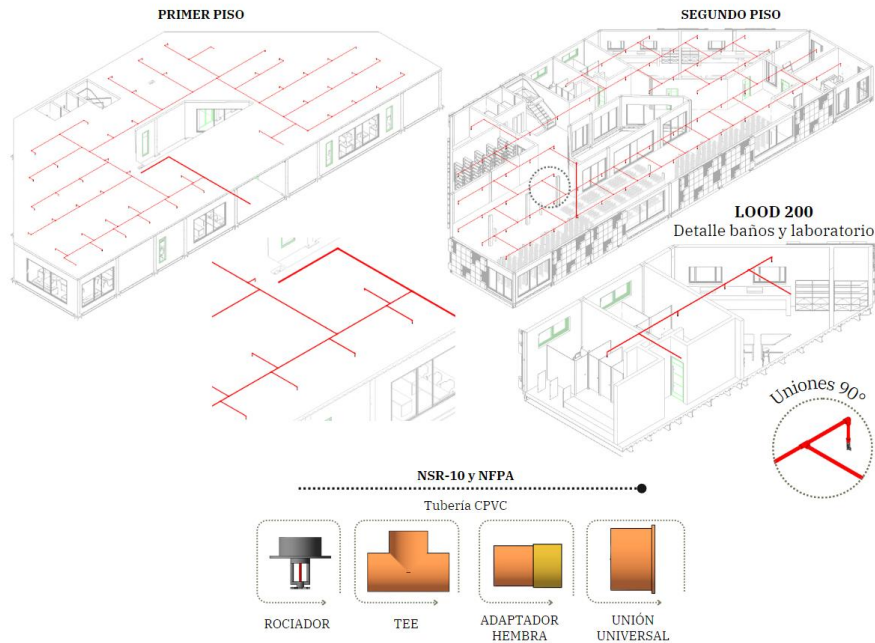
El diseño de la red contra incendios en la granja vertical ha sido pensado para garantizar una protección integral y eficiente en todas las áreas del edificio. El sistema comienza en una planta central equipada con una bomba de agua, la cual alimenta todo el sistema contra incendios. Desde esta planta, el agua se redistribuye mediante tuberías galvanizadas, dimensionadas estratégicamente para mantener una presión constante a lo largo del recorrido. La tubería inicial tiene un diámetro de 6 pulgadas y, a medida que el sistema avanza, se reduce progresivamente hasta 1 1/2 pulgadas, mejorando la precisión en la distribución del agua y optimizando el uso del recurso.

En el primer nivel, el sistema está equipado con rociadores automáticos tipo *sprinkler* ubicados cada 3 a 4 metros en áreas clave como el restaurante, coworking, recepción, pasillos y otros espacios comunes. Estos *sprinklers* están diseñados para activarse automáticamente al detectar un aumento significativo en la temperatura, asegurando una respuesta inmediata ante cualquier emergencia de incendio. La disminución gradual del diámetro de las tuberías garantiza que la presión del agua sea óptima en cada punto de descarga, cubriendo de manera eficiente cada área crítica.

El sistema contra incendios no solo protege el primer nivel, sino que también se extiende verticalmente al segundo piso. En este nivel, la red de *sprinklers* cubre zonas especializadas como los sistemas hidropónicos, acuapónicos, laboratorios y baños, proporcionando protección integral en estas áreas técnicas donde el control de riesgos es fundamental. La distribución asegura que todos los espacios, tanto operativos como de investigación, estén resguardados ante posibles emergencias.

Figura 56

Modelado de Red contra incendios primer y segundo nivel.



Nota. Elaboración propia

Instalación eléctrica

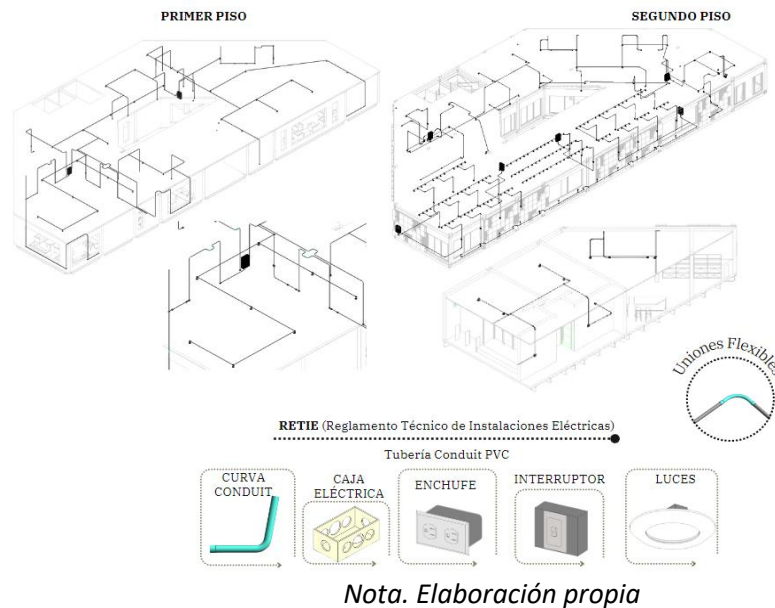
La instalación eléctrica de la granja vertical ha sido diseñada meticulosamente para proporcionar una distribución de energía eficiente y segura en todo el edificio. El sistema comienza en una subestación eléctrica ubicada en la planta baja, equipada con transformadores de alta a baja tensión, que alimentan el tablero general de baja tensión. Desde este punto central, la energía se distribuye a través de bandejas porta cables y tuberías Conduit, dimensionadas estratégicamente para mantener la integridad de los conductores y facilitar futuras expansiones.

En el primer nivel, la instalación eléctrica abastece áreas clave como el restaurante, espacios de coworking, recepción y pasillos. Los circuitos están diseñados con una capacidad de 20 amperios para iluminación y 30 amperios para tomacorrientes, utilizando cables calibre 12 y 10 AWG respectivamente.

El sistema eléctrico se extiende verticalmente al segundo piso, donde alimenta los sistemas especializados de cultivo hidropónico y acuapónico. Los circuitos dedicados a las bombas de agua y sistemas de control ambiental cuentan con variadores de frecuencia para un funcionamiento más eficiente.

Figura 57

Modelado de Inst. eléctrica primer y segundo nivel.



Interferencias e inconsistencias.

Revit

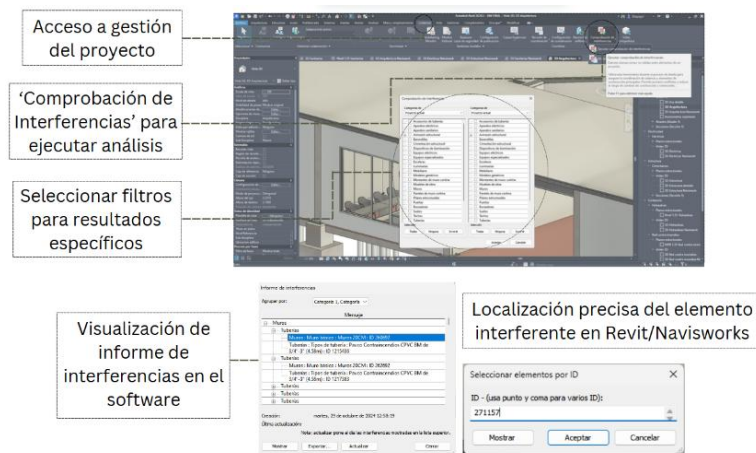
En el desarrollo de este proyecto, se utilizó el software Revit para modelar en detalle arquitectura, estructura y los sistemas (MEP) de los pisos 1 y 2. Revit ofrece una plataforma de modelado tridimensional integrada, que permite una visión precisa y detallada de cada elemento del diseño, facilitando la identificación de interferencias y posibles inconsistencias. Este análisis previo resulta esencial, ya que Revit permite una evaluación visual y técnica de los puntos de interacción entre las instalaciones y otros componentes estructurales. Además, el software cuenta con herramientas para

la detección automática de colisiones y conflictos, lo cual optimiza el proceso al anticipar problemas potenciales que podrían surgir en la fase de construcción.

El uso de Revit en esta etapa mejora la precisión y eficiencia del diseño, permitiendo una toma de decisiones más informada. Al simular de manera realista cómo se integrarán las instalaciones en el espacio construido, se puede ajustar el diseño según sea necesario, minimizando así los riesgos de retrabajo y los costos adicionales.

Figura 58

Interferencias e inconsistencias Revit.



Nota. Elaboración propia

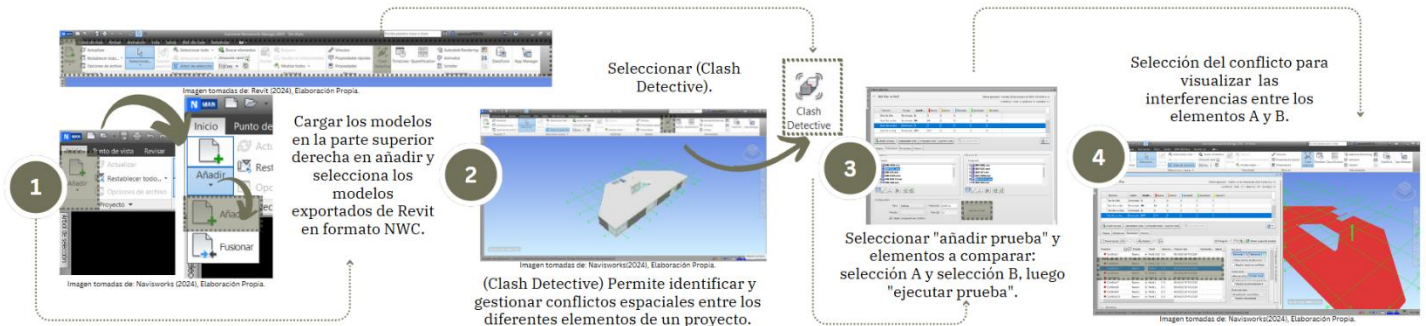
Navisworks

Navisworks permite la revisión de modelos 3D en conjunto, donde múltiples especialidades, como arquitectura, ingeniería y construcción, pueden analizar el diseño desde una perspectiva integral. Esta exportación brinda la posibilidad de identificar de manera aún más detallada las interferencias entre sistemas MEP y elementos estructurales, maximizando la detección de posibles conflictos antes de la construcción. Además, permite realizar revisiones en tiempo real con todos los equipos involucrados, fomentando una colaboración efectiva y reduciendo significativamente la posibilidad de errores o malentendidos. Gracias a la combinación de Revit y Navisworks, el equipo de trabajo puede evaluar con

precisión el estado del modelo, haciendo ajustes si es necesario, y asegurando que todos los elementos del diseño sean compatibles y estén alineados para una ejecución sin problemas.

Figura 59

Interferencias e inconsistencias Navisworks.



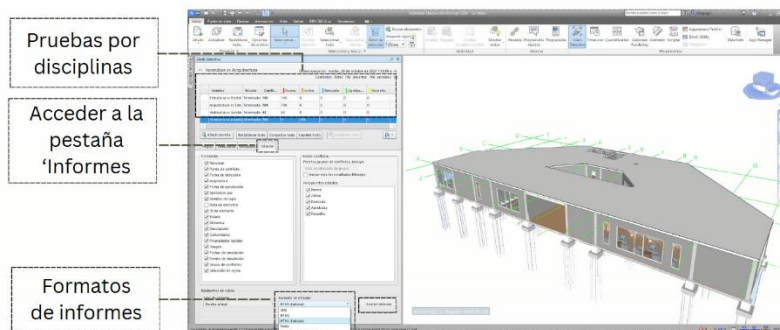
Nota. Elaboración propia

Creación de informes de coordinación

Para realizar un análisis de interferencias en Navisworks, el modelo de Revit se exporta en formato NWC, lo cual asegura una transferencia precisa de datos y geometría. Este proceso consiste en seleccionar cada disciplina (arquitectura, estructura, MEP) y guardar sus componentes en archivos NWC, permitiendo luego una revisión detallada en Navisworks. En la imagen, se muestra el paso a paso de la exportación desde Revit, destacando cómo se configuran los elementos para asegurar una integración óptima en el modelo coordinado.

Figura 60

Proceso de inconsistencias Navisworks.

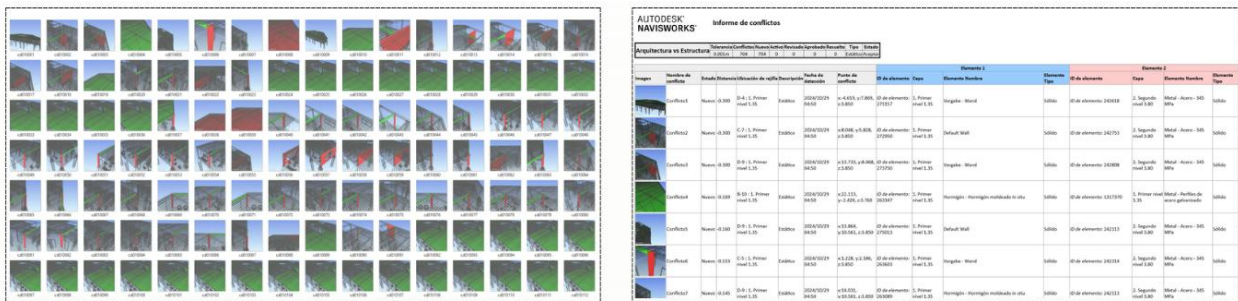


Nota. Elaboración propia

Una vez importados los archivos NWC en Navisworks, se genera un informe de interferencias que identifica conflictos entre sistemas como el estructural, eléctrico y de plomería. Este informe permite ver claramente las colisiones, especificando la ubicación y tipo de conflicto para facilitar ajustes antes de la construcción. En las imágenes, se observan ejemplos donde Navisworks resalta interferencias entre disciplinas, proporcionando una guía visual para la corrección y coordinación del equipo.

Figura 61

Informe de inconsistencias



Nota. Elaboración propia

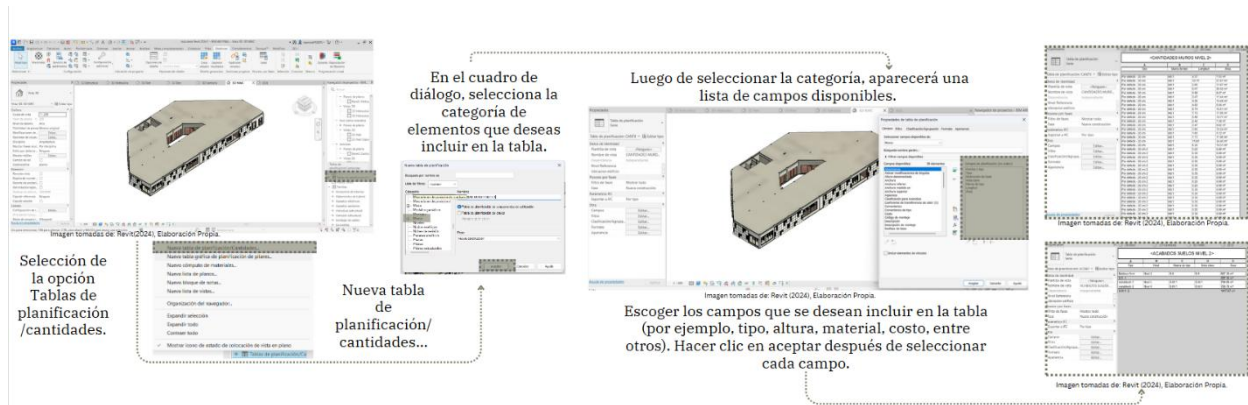
Abstracción y gestión de cantidades y costos

En la abstracción de cantidades del primer y segundo nivel del proyecto, se extraen y organizan datos precisos desde el modelo BIM, agrupándolos en categorías específicas como materiales, volúmenes, áreas y unidades, según las disciplinas involucradas (arquitectura, estructura, instalaciones MEP). Para esta tarea, se utilizan tablas de planificación en Revit, que permiten desglosar los elementos del modelo en valores numéricos detallados y agrupados de acuerdo con parámetros definidos.

Asegurando el registro completo y ordenado de cada componente del proyecto, también facilita el control de inventario, la planificación de recursos y la previsión de necesidades en cada fase constructiva. Además, la abstracción organizada de estos datos contribuye a una gestión eficiente de materiales y a una toma de decisiones informada, con el fin de optimizar recursos y cumplir con los objetivos de tiempo y presupuesto del proyecto.

Figura 62

Abstracción de tablas de planificaciones y cantidades.



Nota. Elaboración propia

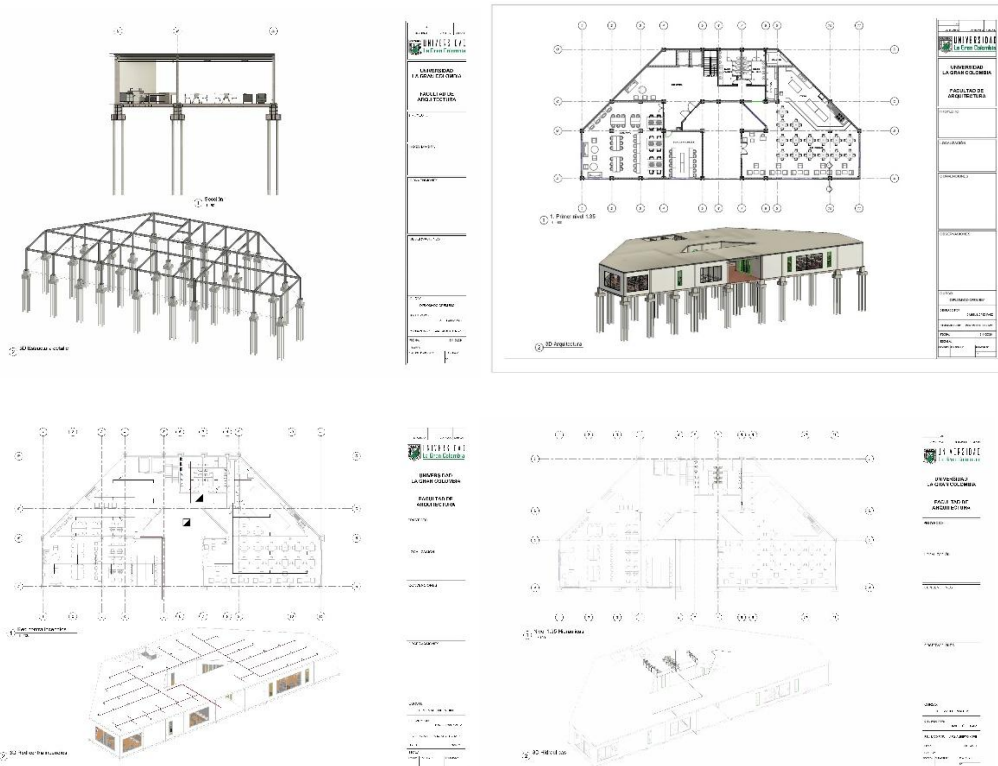
Configuración de planimetría y documentación.

Se realizó la planimetría del proyecto en Revit con el objetivo de obtener una guía precisa y detallada para todas las fases de desarrollo. Al utilizar Revit, fue posible generar planos actualizados en tiempo real que reflejan de manera exacta la disposición y coordinación de cada disciplina, como arquitectura, estructuras y MEP. Esta planimetría completa facilita el seguimiento del proyecto y asegura que todos los equipos trabajen con información unificada, permitiendo un flujo de trabajo más ordenado y evitando inconsistencias entre planos.

Además, contar con la planimetría en Revit proporciona una visión clara de las relaciones espaciales y de los posibles puntos de interferencia, lo cual permite tomar decisiones informadas antes de la fase de construcción. Esto no solo optimiza la coordinación entre disciplinas, sino que también ofrece una base sólida para la revisión y corrección de detalles en cada etapa.

Figura 63

Planimetría del proyecto

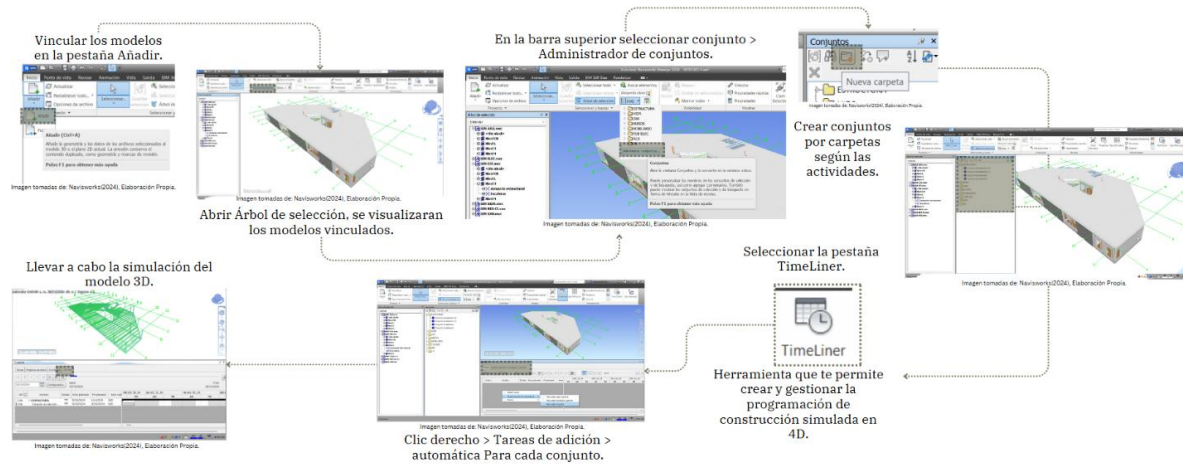


Nota. Elaboración propia

Simulación de actividades constructivas

Navisworks es una herramienta clave que permite anticipar y visualizar el progreso del proyecto en un entorno virtual antes de la construcción en obra. Mediante la programación en 4D, Navisworks permite integrar el cronograma de actividades con el modelo 3D, creando una representación dinámica de cada fase constructiva. Esto facilita no solo la visualización del avance a lo largo del tiempo, sino también la detección temprana de posibles conflictos o problemas de secuencia entre disciplinas, como arquitectura, estructura, instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias.

Figura 64 Simulación de actividades constructivas Navisworks.



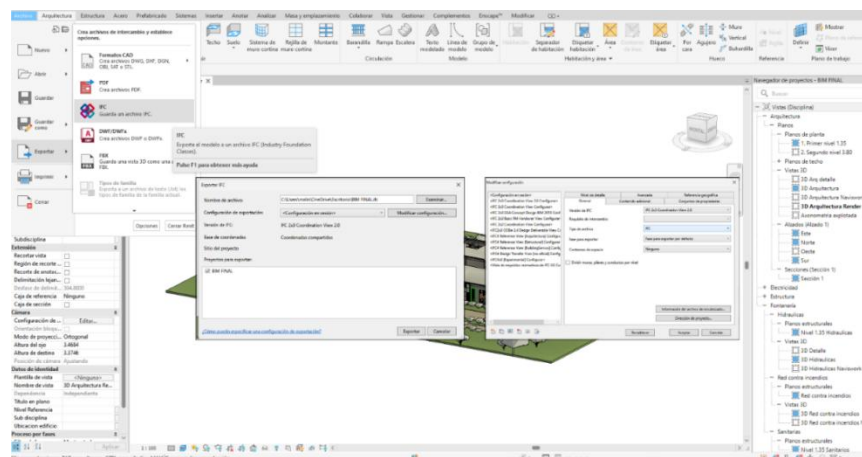
Nota. Elaboración propia

Exportación IFC

La exportación IFC del proyecto se realizó desde Revit, incluyendo los niveles uno y dos del proyecto. Todos los elementos conservaron sus propiedades paramétricas, relaciones espaciales y especificaciones técnicas, como dimensiones, materiales y datos de fabricante. Este proceso estandarizado garantiza la compatibilidad entre plataformas y facilita la coordinación multidisciplinaria y el mantenimiento del proyecto.

Figura 65

Paso a paso de exportación IFC



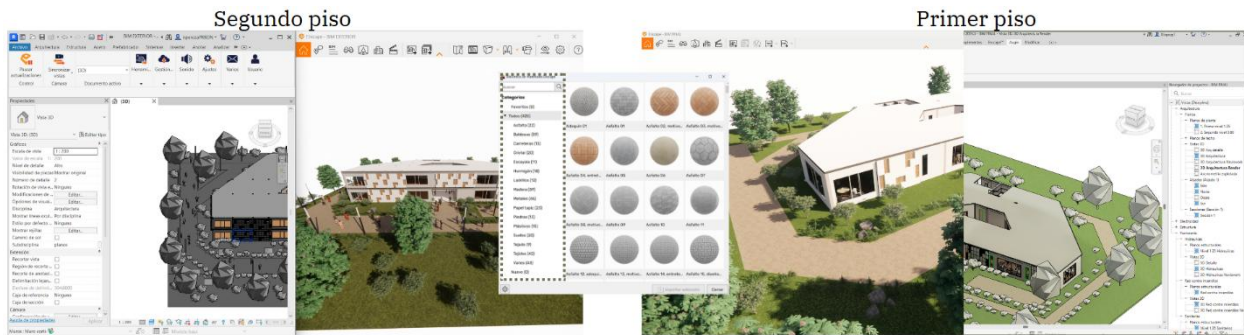
Nota. Elaboración propia

Renderización en tiempo real

La renderización en tiempo real se realizó con Enscape, permitiendo una visualización instantánea del proyecto mientras se aplicaban cambios primer piso y segundo piso. Esta herramienta aseguró una retroalimentación inmediata y mejoró la presentación al mostrar texturas, iluminación y materiales con gran realismo. Su capacidad para ajustar detalles al momento facilitó una toma de decisiones rápida y precisa.

Figura 66

Muestra de la renderización en tiempo real.



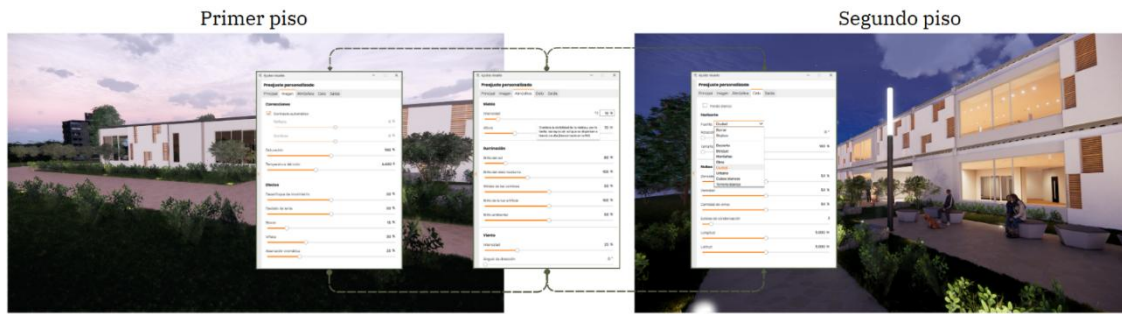
Nota. Elaboración propia

Fondos climáticos, manejo de luces, sombras y reflejos

La configuración realizada con Enscape permitió simular diversas condiciones climáticas, optimizando tanto la atmósfera como la iluminación natural del entorno. El control preciso de luces y sombras incrementó la profundidad y el realismo, mientras que los reflejos enriquecieron las superficies, mejorando la presentación del diseño. Esto facilitó una visualización más precisa y dinámica del proyecto, aplicada al primer piso y segundo piso.

Figura 67

Aplicación de fondos climáticos, luces, sombras y reflejos.



Nota. Elaboración propia

Visualización de Modelos 3D

La visualización de modelos 3D se llevó a cabo en primer y segundo piso, destacando los aspectos más representativos del proyecto. En el primer nivel, se visualizó el 3D del exterior y el interior del aula, proporcionando una visión detallada del diseño arquitectónico. En el segundo nivel, la visualización 3D incluyó tanto el exterior como el interior de los cultivos hidropónicos, uno de los elementos clave del proyecto, permitiendo una comprensión clara de cómo se integran estos espacios dentro del diseño general.

Figura 68

Modelos interior y exterior.



Nota. Elaboración propia

Realidad Virtual Inmersiva

La visualización en realidad virtual inmersiva se realizó utilizando la aplicación Augin, lo que permitió explorar los pisos uno y dos del proyecto de manera interactiva. Esta herramienta ofreció una experiencia envolvente, permitiendo navegar por el diseño a escala real y experimentar el proyecto en un entorno 3D completamente simulado. A través de Augin, se logró una comprensión más profunda de la distribución espacial y los elementos clave del proyecto, mejorando la toma de decisiones y la presentación del diseño.

Figura 69

Realidad virtual inmersiva a través de Augin.



Nota. Elaboración propia

Conclusiones y Recomendaciones

La integración de la agricultura urbana a través de un complejo de granjas verticales en la vereda El Uval de la localidad de Usme en Bogotá se perfila como una estrategia integral y sostenible para abordar los desafíos apremiantes de seguridad alimentaria que enfrenta esta comunidad. Este proyecto se presenta como una solución innovadora y efectiva que tiene el potencial de transformar el panorama alimentario local, al tiempo que genera múltiples beneficios a nivel social, ambiental y económico.

En primer lugar, el complejo de granjas verticales permitiría aumentar significativamente la disponibilidad, acceso y estabilidad del suministro de alimentos frescos y nutritivos en la localidad de Usme. Al reducir la dependencia de largas cadenas de abastecimiento e importaciones, la comunidad lograría una mayor autonomía y resiliencia frente a posibles interrupciones en el sistema alimentario tradicional. Esto contribuiría a mejorar la calidad de vida de los residentes, al garantizar el acceso asequible a una canasta básica de alimentos saludables, lo cual es fundamental para combatir los altos índices de inseguridad alimentaria que aquejan a esta zona urbana en constante crecimiento.

En segundo lugar, la implementación de prácticas agrícolas sostenibles como la hidroponía y acuaponía en este complejo vertical demostraría su eficiencia en el uso optimizado de recursos como el agua y los nutrientes. Esto minimizaría considerablemente el impacto ambiental, en comparación con los métodos convencionales de producción agrícola a gran escala. Además, fomentaría la conciencia y participación de la comunidad local en torno a la importancia de la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente, lo cual es fundamental para promover hábitos y estilos de vida más respetuosos con el entorno.

En tercer lugar, la integración de la agricultura urbana en Usme no solo abordará los retos de seguridad alimentaria, sino que también generaría un efecto catalizador en el fortalecimiento de la comunidad. Los programas de educación y capacitación, así como la vinculación activa de los residentes

en el proyecto, serían fundamentales para promover hábitos alimenticios saludables y una mayor apropiación de las iniciativas de soberanía alimentaria. De esta manera, se lograría empoderar a la población local y consolidar redes de cooperación y confianza que contribuyan al desarrollo integral y sostenible de la localidad.

Esta iniciativa de granjas verticales se alinea directamente con varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos por la ONU, demostrando su potencial para generar un impacto positivo a nivel local y global. Específicamente, contribuiría al logro de los ODS relacionados con Hambre Cero, Ciudades y Comunidades Sostenibles, Producción y Consumo Responsables, y Acción por el Clima, posicionándose como una solución integral y replicable en otros contextos urbanos.

Además, el uso de BIM (Building Information Modeling) en la granja vertical permite una gestión integral y eficiente de todos los sistemas críticos del edificio, como los sistemas hidráulico, sanitario, eléctrico, estructural y la red contra incendios. Facilita una visualización detallada de cada uno de estos sistemas, permitiendo una coordinación precisa y eficiente entre ellos. Esto asegura que no haya interferencias durante el diseño, construcción y operación del edificio, optimizando tanto los recursos como el tiempo de instalación.

En el sistema hidráulico, permite modelar las tuberías y equipos con precisión, asegurando un suministro eficiente de agua. En el sanitario, garantiza que las rutas de drenaje y desagüe se diseñen correctamente, facilitando el mantenimiento. Para la red eléctrica, asegura la ubicación de componentes eléctricos para que no interfiera con otros sistemas, manteniendo la seguridad y eficiencia energética del edificio.

A nivel estructural, es fundamental para asegurar la compatibilidad de las instalaciones con la estructura del edificio, optimizando la distribución de cargas y previniendo conflictos durante la construcción. Finalmente, la integración de la red contra incendios permite planificar la distribución de

rociadores, tuberías y equipos de manera estratégica, garantizando una cobertura adecuada en todas las áreas críticas del edificio.

En conjunto, BIM no solo mejora la precisión en el diseño, sino que también reduce costos, acelera los tiempos de construcción y facilita la gestión de futuros mantenimientos, asegurando un funcionamiento seguro, eficiente y sostenible de la granja vertical.

Lista de Referencia o Bibliografía

Carrillo, M. (2013). *Seguridad alimentaria*. Universidad Nacional Autónoma de México.

https://ru.ameyalli.dgdc.unam.mx/bitstream/handle/123456789/207/2_Seguridad_Alimentaria.pdf?sequence=1

Cohen N, Reynolds K. (2015). Necesidades de recursos para un sistema de agricultura urbana socialmente justo y sostenible: lecciones de la ciudad de Nueva York. Agricultura renovable y sistemas alimentarios. <https://doi.org/10.1017/s1742170514000210>

Constitución política de Colombia [Const. P.]. (1991). Colombia. Obtenido el 21 de octubre de 2024.

<https://bit.ly/3iAt4eg>

Decreto 555/21, diciembre 29, 2021. La Alcaldesa Mayor de Bogotá, D. C. (Colombia). Obtenido el 26 de julio de 2024. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=119582>

Decreto 842/02, agosto 2, 2002. Ministerio de Ciencia y Tecnología. (Colombia). Obtenido el 24 de julio de 2024. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-18099>

Deelstra, T., Girardet, H., Bakker N., Dubbeling M., Gündel S., Sabel-Koshella U., Zeeuw H. (2000). Urban agriculture and sustainable cities.

<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=3db3284cee83086176f684c4e66a08b2761ba97b>

Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas [DANE]. (2023). *Escala de experiencia de inseguridad alimentaria (FIES) 2022*. Boletín Técnico.

<https://www.dane.gov.co/files/operaciones/FIES/bol-FIES-2022.pdf>

Geoinnova. (2021). *Manual de agricultura urbana*. <https://geoinnova.org/libro/manual-agricultura-urbana/>

Hotten, R. (2019, noviembre 29). Agricultura vertical: el boom del millonario negocio de las frutas y verduras futuristas que crecen en las ciudades. BBC News.

<https://www.bbc.com/mundo/noticias-49530857>

ICONTEC (2021) NTC-ISO 12006-1 Construcción. Organización de la información de las obras de construcción. Parte 2: Marco para la clasificación <https://tienda.icontec.org/gp-construccion-organizacion-de-la-informacion-de-las-obras-de-construccion-parte-2-marco-para-la-clasificacion-ntc-iso12006-2-2021.HTML>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2024). NTC-ISO 16739-1: Industry Foundation Classes (IFC) para el intercambio de datos en la industria de la construcción y la gestión de instalaciones. <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/08/41/84123.html>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2022). NTC-ISO 29481: Modelado de la información de la edificación - Manual de entrega de la información. Parte 1: Metodología y formato. <https://tienda.icontec.org/gp-ntc-iso-modelos-de-informacion-de-edificaciones-manual-de-entrega-de-la-informacion-parte-1-metodologia-y-formato-ntc-iso29481-1-2022.html>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2021). NTC-ISO 19650: Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM (Building Information Modelling). Gestión de la información usando el bim. Parte 1: Conceptos y principios. <https://tienda.icontec.org/gp-organizacion-y-digitalizacion-de-la-informacion-en-edificaciones-y-obras-de-ingenieria-civil-incluyendo-bim-building-information-modelling-gestion-de-la-informacion-usando-bim-parte-1-conceptos-y-principios-ntc-iso19650-1-2021.html>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2023). NTC 1500: Código

Colombiano de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias. <https://tienda.icontec.org/gp-ntc-instalaciones-hidraulicas-y-sanitarias-ntc1500-2023.html>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (2011). NTC 2050: Código Eléctrico Colombiano.

https://www.ugc.edu.co/pages/juridica/documentos/institucionales/Norma_%20NTC_2050_98_codigo_electrico_col.pdf

Janssen, R. (s.f.). Cómo crear una granja vertical de éxito. Philips. <https://www.lighting.philips.es/areas-aplicacion/specialist-applications/horticultura/hortiblog/vertical-farming/como-crear-una-granja-vertical>

Ley 139/94, junio 21, 1994. Diario Oficial. [D.O.]: 41401. (Colombia). Obtenido el 25 de abril de 2024.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=30220>

Ley 1448/11, junio 10, 2011. Diario Oficial. [D.O.]: 48096. (Colombia). Obtenido el 27 de abril de 2024.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=43043>

Ley 160/94, agosto 3, 1994. Diario Oficial. [D.O.]: 41479. (Colombia). Obtenido el 27 de abril de 2024.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=66789>

Ley 1776/16, enero 29, 2016. Diario Oficial. [D.O.]: 49770. (Colombia). Obtenido el 27 de abril de 2024.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=74057>

Ley 1874/17, julio 18, 2017. Diario Oficial. [D.O.]: 50298. (Colombia). Obtenido el 27 de abril de 2024.

<https://www.suin-https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=69940>

Ley 1876/17, diciembre 29, 2017. Diario Oficial. [D.O.]: 50461. (Colombia). Obtenido el 27 de abril de

2024. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/30034416>

Ley 1900/18, junio 18, 2018. (Colombia). Obtenido el 27 de abril de 2024.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=86981>

Ley 1955/19, mayo 25, 2019. (Colombia). Obtenido el 27 de abril de 2024.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=93970>

Ley 2120/21, julio 30, 2011. (Colombia). Obtenido el 23 de abril de

2024.<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=168029>

Ley 607/00, agosto 2, 2000. Diario Oficial. [D.O.]: 44113. (Colombia). Obtenido el 25 de abril de 2024.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=43444>

Ley 731/02, enero 14, 2002. Diario Oficial. [D.O.]: 44678. (Colombia). Obtenido el 27 de abril de 2024.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=52105>

Ley 811/03, junio 26, 2003. (Colombia). Obtenido el 25 de abril de 2024.

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/ley-811-2003.pdf>

Ley 99/93, diciembre 22, 1993. Diario Oficial. [D.O.]: 41146. (Colombia). Obtenido el 25 de abril de

2024.<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297>

McClintock, N. (2010) ¿Por qué cultivar la ciudad? Teorizar la agricultura urbana a través de una lente de fractura metabólica, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*.

https://pdxscholar.library.pdx.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1092&context=usp_fac

Méndez, Ramírez, Álzate (2020). *La práctica de la agricultura urbana como expresión de emergencia de nuevas ruralidades*. <https://www.redalyc.org/pdf/117/11705504.pdf>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). NSR-10: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.

https://www.andi.com.co/uploads/reglamento_colombiano_construccion_sismo_resistente_636536179523160220.pdf

Moustier, P., Danso, G. (2006). 174 CITIES FARMING FOR THE FUTURE. *Cities Farming for the Future: Urban Agriculture for Green and Productive Cities*, 174.

<https://books.google.es/books?id=n0QQqbw9MRoC&lpg=PA174&ots=ERphPslnPV&dq=Moustie>

r%20y%20Danso%20(2006)%20&hl=es&pg=PA174#v=onepage&q=Moustier%20y%20Danso%20(2006)&f=false

Murgueitio, E. (s.f.). Incentivos para los sistemas silvopastoriles en América Latina.

http://bvirtual.ucol.mx/descargables/908_incentivos_para_los_sistemas_silvopastoriles_en_america_latina.pdf

Navas Muñoz, C. M. (2017). Estudio de factibilidad para implementar una granja vertical [Tesis de pregrado, Universidad Uniminuto].

https://repository.uniminuto.edu/jspui/bitstream/10656/5542/1/TEPRO_NavasMu%3b1ozChristianMauricio_2017.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO],

Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola [FIDA], Organización Mundial De la Salud [OMS], Programa Mundial de Alimentos [PMA] y Fondo Internacional de Emergencia de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF]. (2024). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2024: Financiación para acabar con el hambre, la inseguridad alimentaria y la malnutrición en todas sus formas*. Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cd1254es>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2024). Conceptos Básicos y Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) Centroamérica.

<https://www.fao.org/in-action/pesa-centroamerica/temas/conceptos-basicos/es/>

Quintana, L. (2022). Glosario de términos BIM: aprende los conceptos más usados y sus siglas.

<https://www.inesa-tech.com/blog/glosario-terminos-bim/>

Resolución 361/20, diciembre 30, 2020. La Directora del Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público de Bogotá, D.C. (Colombia). Obtenido el 26 de abril de 2024.

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=133137#:~:text=CONSIDERAN DO%3A,prevalece%20sobre%20el%20interés%20particular>".

Resolución 90708/2013, agosto 30, 2020. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. (Colombia). Obtenido el 28 de septiembre de 2024.

https://www.cancilleria.gov.co/sites/default/files/Normograma/docs/resolucion_minminas_90708_2013.htm

Romero, S. (2021, mayo 24). Proyectos pioneros en agricultura vertical. El Confidencial.

https://www.elconfidencial.com/medioambiente/soy-eco/2021-05-24/agricultura-vertical-proyectos-sostenibilidad_3092915/

Souza, E. (s.f.). Agricultura urbana: producción de alimentos en parques comunitarios y jardines privados. <https://www.archdaily.cl/cl/916749/agricultura-urbana-produccion-de-alimentos-en-parques-comunitarios-y-jardines-privados>

Wormald, J. (s.f.). Cómo utilizar la agricultura vertical para una vida sostenible.

<https://www.archdaily.mx/mx/1007345/como-utilizar-la-agricultura-vertical-para-una-vida-sostenible>