



PROPUESTA DE UN JARDÍN VERTICAL MÓDULAR EN ESPACIOS INTERIORES

KAREN JULIETH NOCUA SUAREZ

(CÓD. 1.094.273.337)

PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL
SEDE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
2020





PROPUESTA DE UN JARDÍN VERTICAL MÓDULAR EN ESPACIOS INTERIORES

PROYECTO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA
OPTAR EL TÍTULO DE DISEÑADORA INDUSTRIAL

ASESORA:

MG. D.I ASTRID ANDREA PEÑA LEAL

PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL
SEDE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
2020



Agradecimientos

“Porque de él, por él y para él, son todas las cosas. A él sea la gloria por los siglos. Amen”

Romanos 11:36

“Más gracias sean dadas a Dios, que nos da la victoria por medio de nuestro señor Jesucristo”

1 Corintios 15:57

Agradezco primeramente a Dios porque me dio la vida y las ideas para culminar este proyecto, también doy gracias a mi madre Nayibe Suarez por su apoyo y amor en toda mi carrera, a mis tías Nubia y Stella Suarez por su ayuda económica y a mi asesora Astrid Peña por su compromiso como docente en este proyecto.

Resumen

La implementación de jardines verticales por medio de diferentes sistemas de portabilidad de plantas se ha convertido en una de las tendencias más significativas actualmente, con el aumento de las grandes ciudades y con el bajo acceso que tienen las personas a espacios naturales, resulta beneficioso la instalación de estos sistemas naturales dentro de espacios interiores.

De este modo el presente proyecto está desarrollado desde el campo del Diseño Industrial, aportando varias opciones de solución y por esto se llega a una propuesta final, considerando diferentes aspectos de carácter técnico, ergonómico, mercadeo, productivo y de forma para el desarrollo del mismo.

La concepción del producto de diseño comprende diversos factores que se ven reflejados durante todo el proceso para llegar a una respuesta efectiva de la problemática planteada, la cual se centra en la instalación de jardines verticales de tipo modular, siendo como objetivo principal facilitar su instalación en espacios interiores y mejorar considerablemente el proceso de instalación para que sea adquirirlo por cualquier persona que desee instalarlo.

Contenido

CAPÍTULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

| | |
|---|-----------|
| 1. Justificación..... | 18 |
| 2. Marco De Referencia | 21 |
| 2.1. Jardín Vertical | 21 |
| 2.2. Componentes Estructurales Del Jardín Vertical | 24 |
| 2.2.1. Componentes activos..... | 24 |
| 2.2.2. Componentes estables. | 24 |
| 2.2.3. Elementos auxiliares..... | 25 |
| 2.3. Especies De Plantas Vegetales u Ornamentales Para Jardines Verticales..... | 25 |
| 2.4. Requerimientos Mínimos Y Básicos Para El Jardín Vertical..... | 26 |
| 2.5. Clasificación De Los Jardines Verticales | 28 |
| 2.5.1. Fachadas verticales..... | 29 |
| 2.5.2. Sistemas intermedios..... | 30 |
| 2.5.3. Muros vivos..... | 30 |
| 2.5.4. Fases del ciclo de vida del jardín vertical | 31 |
| 2.6. Pasos de instalación del jardín vertical. | 34 |
| 2.7. Comparativa De Los Tipos De Jardín Vertical | 35 |
| 2.7.1. Paneles modulares (con sustrato)..... | 36 |
| 2.7.2. Sistema de paneles hidropónicos..... | 39 |

| | |
|---|-----------|
| 3. Marco Contextual | 41 |
| 4. Marco Legal..... | 42 |
| 4.1. Políticas o Acuerdos Nacionales que promueven los Jardines Verticales..... | 42 |
| 4.1.1. Política Nacional Ambiental (Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible)..... | 42 |
| 4.1.2. Política distrital de ecourbanismo y construcción sostenible (Alcaldía Mayor de Bogotá).. | 43 |
| 4.1.3. Sostenibilidad ambiental en el distrito capital. | 44 |
| 4.2. Normas Urbanísticas Del Suelo Urbano Y Expansión Del Municipio De Pamplona | 45 |
| 5. Planteamiento Del Problema | 47 |
| 5.1. Formulación Del Problema | 48 |
| 5.2. Objetivo General | 48 |
| 5.3. Objetivos Específicos | 48 |
| 6. Metodología | 49 |
| 6.1. Definición Del Modelo De Investigación | 49 |
| 6.2. Definición De La Metodología Proyectual | 50 |
| 7. Análisis Tipológico | 51 |
| 8. Diagnóstico Ergonómico..... | 57 |
| 8.1. Definición De Sistema Ergonómico | 58 |
| 8.2. Aplicación de Instrumentos..... | 58 |
| 8.2.1. Resultados instrumento 1. | 59 |
| 8.2.2. Resultados instrumento 2 | 61 |



8.3. Ficha Técnica De Instalación 63

CAPITULO 2 DE DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE DISEÑO

9. Condiciones Generales Para El Diseño 67

9.1. Proceso Creativo 69

9.1.1. Valoración de ideas para el desarrollo de las alternativas..... 69

9.2. Alternativas 72

9.2.1. Definición de condiciones específicas para el diseño..... 72

9.2.2. Alternativa de diseño 1..... 73

9.2.3. Alternativa de diseño 2..... 78

9.2.4. Alternativa de diseño 3..... 82

9.3. Matriz De Selección De Diseño 85

9.3.1. Nivel De Medición..... 85

9.4. Selección Y Evolución De La Propuesta De Diseño 92

9.4.1. Detalles de la propuesta final..... 94

CAPITULO 3 DE COMPROBACIONES

10. Modelo De Comprobación Tridimensional O Prototipo..... 96

10.1. Prototipo..... 98

10.2. Instrumentos De Recolección De Datos De Las Comprobaciones. 99

10.2.1. Resultados análisis de solidworks módulos..... 100

10.2.2. Resultados análisis estructural de solidworks..... 102



| | | |
|-------|--|-----|
| 10.3. | Cumplimiento De Las Condiciones Del Diseño | 105 |
| 10.4. | Cumplimiento De Los Objetivos del Proyecto | 107 |
| 10.5. | Comprobación Ergonómica..... | 108 |
| 10.6. | Conclusiones De Las Comprobaciones | 110 |

CAPÍTULO 4 ANÁLISIS DE FACTORES

| | | |
|------------|---|------------|
| 11. | Factor Producto | 111 |
| 11.1. | Configuración Formal | 111 |
| 11.2. | Significado y aplicación de color | 116 |
| 11.3. | Textura | 116 |
| 12. | Factor Humano | 117 |
| 12.1. | Guia De Instalación..... | 117 |
| 12.2. | Ergonomía..... | 120 |
| 12.2.1. | Antropometria de mano..... | 121 |
| 12.2.2. | Medidas antropometricas poblacion Colombiana..... | 123 |
| 12.2.3. | Análisis ergonómico..... | 124 |
| 12.2.4. | Comparacion a nivel ergonómico. | 128 |
| 12.2.5. | Matriz de valoración general | 129 |
| 13. | Factor Producción..... | 131 |
| 13.1. | Inyección De Plástico..... | 131 |
| 13.2. | Materialidad Del Producto | 132 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 13.3. | Tabla De Procesos De Manufactura Para El Jardín Vertical..... | 133 |
| 13.3.1. | Diagrama de flujo..... | 135 |
| 13.4. | Planos Tecnicos..... | 136 |
| 14. | Factor Mercadeo | 137 |
| 14.1. | Estudio De Mercado..... | 137 |
| 14.2. | Segmentacion De Mercado | 137 |
| 14.3. | Producto | 138 |
| 14.3.1. | Definición De Marca | 139 |
| 14.3.2. | Empaque Y Embalaje..... | 140 |
| 14.4. | Ciclo De Vida Del Producto..... | 141 |
| 14.5. | Precio | 141 |
| 14.6. | Plaza..... | 142 |
| 14.7. | Promoción..... | 143 |
| 14.8. | Competencia..... | 143 |
| 15. | Factor Gestión | 146 |
| 15.1. | Modelo De Negocios..... | 146 |
| 15.1.1. | Propuesta de valor..... | 146 |
| 15.1.2. | Mercado..... | 147 |
| 15.1.3. | Canales de distribución..... | 147 |
| 15.1.4. | Actividades clave..... | 147 |

| | |
|--|------------|
| 15.1.5. Socios clave..... | 147 |
| 16. Factor Costos..... | 148 |
| 16.1. Costo Unitario de Producción | 152 |
| 16.2. Costos Operativos | 153 |
| 17. Factor Innovación | 155 |
| 18. Analisis De Impactos..... | 156 |
| 18.1. Impacto Social..... | 156 |
| 18.2. Impacto Económico..... | 157 |
| 18.3. Impacto Medioambiental (Ecológico) | 158 |
| 18.3.1. Análisis ambiental del producto. | 160 |
| 18.4. Impacto Humano | 162 |
| 18.5. Impacto Cultural..... | 162 |
| 18.6. Impacto Tecnológico..... | 163 |
| 18.7. Impacto Ético | 164 |
| 19. Conclusiones | 165 |

Lista De Ilustraciones

| | |
|--|----|
| Ilustración 1. Tipologías jardines verticales. Fuente propia | 56 |
| Ilustración 2 Método Fuerzas/EN1005-3. Fuente Ergonautas | 59 |
| Ilustración 3 Resultados Método Fuerzas/EN10005-3. Fuente Ergonautas..... | 60 |
| Ilustración 4 Resultados Método Snook. Fuente Ergonautas..... | 61 |
| Ilustración 5 Resultados Ocra Check-List. Fuente Ergonautas..... | 62 |
| Ilustración 6 Componentes sistema modular jardín vertical. Fuente Projar Group | 63 |
| Ilustración 7 Montaje de los carriles. Fuente Projar Group | 63 |
| Ilustración 8 Montaje de los carriles. Fuente Projar Group | 64 |
| Ilustración 9 Montaje del módulo soporte. Fuente Projar Group..... | 65 |
| Ilustración 10. Montaje de los conectores para la sujeción del módulo. Fuente Projar Group | 65 |
| Ilustración 11 Plantación de los módulos. Fuente Projar Group..... | 66 |
| Ilustración 12 Montaje de los módulos plantados en la estructura metálica. Fuente Projar Group. 66 | |
| Ilustración 13 N° 1 esbozo de idea. Fuente propia..... | 69 |
| Ilustración 14 N°1 esbozo de idea. Fuente propia..... | 69 |
| Ilustración 15 N°2 esbozo de idea. Fuente propia..... | 70 |
| Ilustración 16 N°3 esbozo de idea. Fuente propia..... | 70 |
| Ilustración 17 N°4 esbozo de idea. Fuente propia..... | 70 |
| Ilustración 18. Geometrización a partir de un rectángulo, fuente propia. | 74 |
| Ilustración 19. Dimensiones alternativa n°1. Fuente propia. | 74 |
| Ilustración 20. Alternativa 1, generación de una pieza modular para la composición de un jardín vertical, fuente propia. | 75 |

| | |
|--|----|
| Ilustración 21 Modelo físico alternativa 1.Fuente propia | 76 |
| Ilustración 22 Modelo físico alternativa 1. Fuente propia | 76 |
| Ilustración 23. Modelo físico alternativa 1.Fuente propia | 77 |
| Ilustración 24. Modelo físico alternativa 1. Fuente propia | 77 |
| Ilustración 25. Modelo físico alternativa 1.Fuente propia | 77 |
| Ilustración 26. Modelo físico alternativa 1. Fuente propia | 77 |
| Ilustración 27. Geometrización de un cuadrado equilátero, fuente propia. | 78 |
| Ilustración 28. Dimensiones alternativa n°2. Fuente propia. | 79 |
| Ilustración 29. Alternativa 2, generación de una pieza modular para la composición de un jardín vertical, fuente propia. | 80 |
| Ilustración 30. Modelo físico alternativa 2. Fuente propia | 81 |
| Ilustración 31. Modelo físico alternativa 2. Fuente propia | 81 |
| Ilustración 32. Modelo físico alternativa 2. Fuente propia | 81 |
| Ilustración 33. Alternativa 3, generación de una pieza modular para la composición de un jardín vertical, fuente propia..... | 82 |
| Ilustración 34. Dimensiones alternativa n°3. Fuente propia | 83 |
| Ilustración 35. Modelo físico alternativa 3.Fuente propia | 84 |
| Ilustración 36. Modelo físico alternativa 3. Fuente propia | 84 |
| Ilustración 37. Modelo físico alternativa 3. Fuente propia | 84 |
| Ilustración 38. Modelo físico alternativa 3. Fuente propia | 84 |
| Ilustración 39. Alternativa de diseño seleccionada. Fuente propia. | 92 |
| Ilustración 40. Rediseño sistema de anclaje. Fuente propia..... | 93 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 41. Evolución final del jardín vertical modular para espacios interiores. Fuente propia | 94 |
| Ilustración 42. Proceso de evolución final jardín vertical modular. Fuente propia | 95 |
| Ilustración 43. Evolución general del proceso de diseño. Fuente propia | 96 |
| Ilustración 44. Primer modelo físico a escala de la propuesta de anclaje. Fuente propia | 97 |
| Ilustración 45. Comprobación del prototipo a escala real. Fuente propia | 99 |
| Ilustración 46. Análisis de tensión - simulación en solidworks. Fuente propia | 101 |
| Ilustración 47. Análisis deformación unitaria- simulación en solidworks. Fuente propia | 102 |
| Ilustración 48. Análisis de tensión - simulación en solidworks. Fuente propia | 103 |
| Ilustración 49. Análisis de cargas y sujeciones - simulación en solidworks. Fuente propia. | 104 |
| Ilustración 50. Indices de adecuación ergonómica. Fuente propia | 109 |
| Ilustración 51. Parte del análisis ergonómico de factor humano. Fuente propia | 109 |
| Ilustración 52. Configuración formal módulo - diseño final. Fuente propia. | 111 |
| Ilustración 53. Configuración formal superficie de anclaje - diseño final. Fuente propia. | 112 |
| Ilustración 54. Módulos de plantación y sistema de hidratación. Fuente propia. | 113 |
| Ilustración 55. Anclaje de módulos a la superficie vertical. Fuente propia. | 114 |
| Ilustración 56. Vista isométrica del diseño final. Fuente propia | 115 |
| Ilustración 57. Componentes del jardín vertical modular-Planty home. Fuente propia..... | 117 |
| Ilustración 58. Proceso n° 1 guía de instalación. Fuente propia | 118 |
| Ilustración 59. Proceso n° 2 guía de instalación. Fuente propia | 118 |
| Ilustración 60. Proceso n° 3 guía de instalación. Fuente propia | 119 |
| Ilustración 61. Proceso n° 4 guía de instalación. Fuente propia | 119 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 62. Proceso n° 5 guía de instalación. Fuente propia | 120 |
| Ilustración 63. Antropometría de mano. Fuente Ávila, Prado y Gonzáles, 2007..... | 122 |
| Ilustración 64. Medidas antropométricas ambos sexos – 20 a 59 años. Fuente Ávila, Prado y Gonzáles, 2007..... | 123 |
| Ilustración 65. Medidas antropométricas ambos sexos – 20 a 59 años. Fuente Ávila, Prado y Gonzáles, 2007..... | 124 |
| Ilustración 66. Mano, posición intermedia. Fuente propia..... | 124 |
| Ilustración 67. Posición del brazo. Fuente propia | 125 |
| Ilustración 68. Posición del antebrazo. Fuente propia | 125 |
| Ilustración 69. Posición de la muñeca. Fuente propia..... | 126 |
| Ilustración 70. Giro de la muñeca. Fuente propia | 126 |
| Ilustración 71. Posición del tronco. Fuente propia..... | 127 |
| Ilustración 72. Posición del cuello. Fuente propia | 127 |
| Ilustración 73. Posición de las piernas. Fuente propia | 127 |
| Ilustración 74. Resultados método ergonómico. Fuente propia | 128 |
| Ilustración 75. Proceso de moldeo por inyección. Fuente Martínez, 2017 | 132 |
| Ilustración 76. Diagrama de flujo del proceso por inyección. Fuente propia | 135 |
| Ilustración 77. Plano de explosión. Fuente propia | 136 |
| Ilustración 78. Definición marca. Fuente propia..... | 139 |
| Ilustración 79. Empaque y embalaje del producto Planty Home. Fuente propia | 140 |
| Ilustración 80. Posición en el mercado CVP. Fuente mena, 2017 | 141 |
| Ilustración 81. Marca, producto – Planty home. Fuente propia | 143 |

| | |
|--|-----|
| Ilustración 82. Estudio de competencia-empresas privadas. Fuente propia..... | 144 |
| Ilustración 83. Estudio de competencia-sitios web. Fuente propia | 145 |
| Ilustración 84. Guía práctica de reciclaje. Fuente propia..... | 159 |
| Ilustración 85. Ciclo de vida útil del producto. Fuente propia..... | 160 |

Lista De Tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Categorización general de Jardines Verticales..... | 28 |
| Tabla 2. N° de pasos de instalación según cada categoría de Jardín Vertical..... | 34 |
| Tabla 3. Análisis tipológico del sistema Leaf Box | 51 |
| Tabla 4. Análisis tipológico del sistema Eco.Bin..... | 53 |
| Tabla 5. Análisis tipológico del sistema Naturpanel..... | 55 |
| Tabla 6. Determinantes, parámetros y requerimientos..... | 68 |
| Tabla 7. Matriz de evaluación alternativa N° 1..... | 86 |
| Tabla 8. Matriz de evaluación alternativa N° 2..... | 88 |
| Tabla 9. Matriz de evaluación alternativa N° 3..... | 90 |
| Tabla 10. Propiedades Mecánicas | 100 |
| Tabla 11. Matriz de evaluación - Jardín vertical modular planty home..... | 105 |
| Tabla 12. Comparación pasos de instalación – Jardín vertical. | 107 |
| Tabla 13. Evaluación previa de la instalación de un jardín vertical modular | 130 |
| Tabla 14. Evaluación posterior de la instalación del jardín vertical modular planty home ... | 130 |
| Tabla 15. Procesos de manufactura del Jardín Vertical modular PH..... | 134 |
| Tabla 16. Determinación precio de venta | 142 |
| Tabla 17. Costos de producción – Piezas N° 1 y 2 | 148 |
| Tabla 18. Costos de producción – pieza N°3 | 149 |
| Tabla 19. Tabla 18. Costos de producción – Pieza N°4..... | 150 |
| Tabla 20. Costos de producción – Pieza N° 5..... | 150 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 21. Costos de producción – Pieza N° 6..... | 151 |
| Tabla 22. Costos de moldes de inyección | 151 |
| Tabla 23. Costo unitario de producción..... | 152 |
| Tabla 24. Determinación del costo de producción..... | 153 |
| Tabla 25. Costo total operativo | 154 |

Lista De Anexos

- Anexo 1. Tablas de especies de plantas para jardines verticales.
- Anexo 2. Registro del estudio de campo en Pamplona Norte De Santander.
- Anexo 3. Registro en video de la comprobación prototipo.
- Anexo 4. Protocolo de comprobación del diseño final.
- Anexo 5. Planos técnicos de cada pieza del diseño final.
- Anexo 6. Encuesta de aceptación del producto.

CAPÍTULO 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1. Justificación

La implementación de la vegetación por medio de sistemas de jardines verticales en las ciudades y microclima de los edificios , se ha convertido en una de las tendencias más significativas, que aprovechan los efectos climáticos beneficiosos de la vegetación a través de su integración en las edificaciones , en paredes, cubiertas o espacios , ya sea en exteriores o interiores, esta aplicación presenta muchas ventajas, entre las cuales se resaltan el factor estético, aplicación de nuevas tecnologías, diversidad de estructuras capaces de contener cualquier especie de planta vegetal, pero aun así esta se enfrenta a diversas problemáticas para su aplicación, ya que al tratarse de sistemas complejos , imposibilitan la instalación por cualquier persona, necesitan de personal calificado , son inamovibles ya que se anclan directamente en la superficie, requieren de mantenimiento riguroso, entre otros. (Carrera, 2011)

Teniendo como punto de partida lo anterior y puesto que las ventajas de un jardín vertical resultan ser de provecho para el ser humano y más aún para los que habitan en un entorno urbano como lo son las ciudades, pues en estos entornos urbanos se limita el acceso a la naturaleza por medio de parques o espacios públicos, dicha limitación es el resultado acelerado del crecimiento urbano en las ciudades.

En el caso de este proyecto se visualizó la ciudad de Pamplona como estudio de lo anterior, solo con fines investigativos para facilitar la obtención de datos, pero no quiere decir que el proyecto se limita a este contexto, teniendo esto claro se expone que el municipio de Pamplona

Comprendido por el diagnóstico del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (P.B.O.T) registró el incremento poblacional desde el año 2005, actualmente se ha proyectado que este crecimiento poblacional será de 57.393 a 59.334 de personas entre el año 2015 y 2020, provocando la limitación en el acceso de zonas verdes por habitante, lo que ocasiona una necesidad de sistemas naturales que promuevan la purificación del ambiente y causen bienestar a la población.

Con el aumento de la demolición de casas para la construcción de edificios con series de apartamentos de vivienda multifamiliar, se incrementa el número de habitantes de cada edificio y la necesidad de que cada uno pueda tener acceso a zonas verdes, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda tener una extensión de 9 a 12m² de áreas verdes por habitante en los centros urbanos para garantizar una buena calidad de vida. Considerando esto, y por medio de una observación directa de las edificaciones existentes, con el fin de evidenciar el crecimiento urbano, por lo que es indispensable crear áreas verdes o sistemas afines que disminuyan la limitación de las mismas.

Una de las alternativas que pueden lograr aumentar el acceso de sistemas naturales para los habitantes son los jardines verticales que se aplican hoy como una nueva tendencia, es decir, una instalación vertical de cubiertas de plantas de diversas especies, un sistema de jardín vertical modular se caracteriza por su versatilidad de ser instalado dentro o fuera de los edificios, con gran variedad de tipologías que se resumen en dos categorías (Hidropónicos y de sustrato).

Esta tendencia de la implementación de sistemas de jardines verticales se ha generado de forma novedosa. “En el mundo el conocimiento sobre techos y paredes verdes lleva más de cinco décadas, pero en Colombia ha sido una tecnología desarrollada en los últimos años, y no ha alcanzado los niveles de planeación y expansión de otros países. Adicionalmente el conocimiento existente reposa en empresas privadas y solo se puede acceder a él mediante la contratación de estas compañías, dejando por fuera el acceso de esta tecnología a constructoras pequeñas y medianas y al público en general evitando así que se masifique esta buena práctica ambiental”. (Corredor, 2016, p.49)

Teniendo en cuenta los beneficios que ofrecen los jardines verticales, en especial el aspecto ambiental y estético, surge la oportunidad para que los habitantes que residen en ciudades o entornos urbanos puedan tener acceso a la naturaleza dentro de los espacios interiores, el cual es desarrollado mediante este proyecto desde el Diseño Industrial.

2. Marco De Referencia

2.1. Jardín Vertical

Se puede entender por jardín un terreno destinado para la cultivación de especies de plantas vegetales y flores ornamentales, también se puede considerar que la jardinería es el arte de crear un espacio natural con un posible complemento de otros elementos como esculturas, piedras arenas, troncos etc. Los jardines han existido a lo largo de la historia y han variado en relación a sus estilos y especies. La corriente ecológica proyecta un jardín con plantas autóctonas de la región para que así se permita un buen uso de la biodiversidad existente. (Soto, 2017)

En cuanto al término de Vertical, el cual se denomina como una posición en la que se ubican los Jardines en una superficie con fines estéticos, ambientales y de armonía en los espacios interiores y exteriores de los edificios. Según la Real Academia Española actualizado en el año 2020 define el termino Vertical que es perpendicular al plano del horizonte o está situado en su posición mayor en esa perpendicular, Simplemente una vertical es de arriba abajo o a la inversa y horizontal es de derecha a izquierda o a la inversa también una vertical es una recta (imaginaria) que tiene su trayecto desde un punto cualquiera del espacio terrestre al centro de la tierra.

Los jardines verticales nacen como una nueva corriente dentro de la jardinería, la cual es una alternativa para la implementación de sistemas de ajardinamiento y construcciones convencionales, que consiste en el diseño y construcción de superficies ajardinadas en un plano vertical. Esta práctica se lleva a cabo desde hace muchos siglos y en diferentes lugares del planeta, como los conocidos tejados verdes que son sistemas que crecen naturalmente desde el suelo y sobre fachadas o techos, así como también los famosos jardines colgantes de babilonia (600 A.C). La razón de ser de estos sistemas varían desde los estéticos, alimentarios y medioambientales (Tandazo, 2015).

En el siglo XX el ajardinamiento de fachadas fue incorporado a las propuestas surgidas del movimiento conocido como “Ciudad-jardín” el cual buscaba revolucionar el desarrollo urbano hacia modelos más humanizados que permitiera no perder el contacto con la naturaleza en las ciudades (Tandazo,2015).

Una de las contribuciones más vistas es en el edificio del museo de Quai Branly en París, diseñado por Jean Nouvel en 2004, que cuenta con un jardín vertical en su fachada principal creado por el botánico francés Patrick Blanc, autentico referente mundial y pionero de los jardines verticales (Tandazo,2015).

Actualmente se ha popularizado el uso de jardines verticales en Colombia, más específicamente en la ciudad de Bogotá en donde existen varias empresas que se especializan en dar el servicio de diseño, construcción y mantenimiento de jardines verticales y cubiertas verdes (Dagovett, Romero y Uribe, 2017).

La Red Colombiana de Infraestructura Verde (RECIVE) es un grupo de profesionales y organizaciones que se dedican a la promoción de los techos verdes, jardines verticales Esta organización cuenta con nueve empresas pequeñas y medianas como miembros afiliados, algunas de ellas son arquitectura más verde, Groncol, Helecho Ecotelhado y Vertin Vertical (Dagovett et al., 2017).

2.2. Componentes Estructurales Del Jardín Vertical

Todo sistema de jardín vertical debe de integrarse por tres tipos de componentes, independientemente de la tecnología empleada, ya que de estos depende el éxito de la vida útil del jardín vertical en sí:

2.2.1. Componentes activos. Son aquellos que están expuestos a un cambio constante físico-químico para cumplir sus funciones durante la vida útil del sistema. Los componentes activos son elementos biológicos o elementos que soportan la vida en el sistema, cobertura vegetal y medio de crecimiento. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2015, p.8)

2.2.2. Componentes estables. Son componentes inertes del jardín vertical con el fin de mantener estabilidad química y física para cumplir su función durante su vida útil del sistema, son elementos fabricados para cumplir determinadas funciones en el sistema, siendo estas membranas de impermeabilización, barreras anti-raíces, barreras filtrantes, medios de drenaje, elementos del sistema de irrigación. La durabilidad de los componentes depende de la capacidad de los mismos para resistir con éxito las condiciones ambientales, la humedad y los agentes orgánicos. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2015, p.8)

2.2.3. Elementos auxiliares. Elementos inertes estables cuyas funciones específicas para que se adapte correctamente entre la sección típica de sistema de jardín vertical y la estructura de un inmueble, las cuales son la separación , confinamiento, protección, evacuación de agua, tránsito , riego, iluminación etc.(Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2015, p.8)

2.3. Especies De Plantas Vegetales u Ornamentales Para Jardines Verticales

Para el proyecto fue preciso identificar las especies que se sugieren para ser implementadas en jardines verticales por su comprobación exitosa, así mismo se realiza una relación en la Lista de especies de plantas vegetales presentes en Colombia (ver anexo 1), para determinar las especies en común ya sea por ser plantas de la misma familia o la misma especie, todo esto para sugerir las plantas vegetales más accesibles dentro del contexto, ya que cualquiera de las especies presentadas son aptas para los jardines verticales.

La subdirección de Ecurbanismo y gestión Ambiental Empresarial de la Secretaria Distrital de Ambiente, desarrollo una campaña llamada “Una piel natural para Bogotá” para incentivar la instalación de jardines verticales y con ella se realizó una guía para la instalación e implementación de techos verdes y jardines verticales (Alcaldía de Bogotá D.C – Secretaria de Ambiente, 2015).

En el capítulo cuatro se muestra un listado con las especies de plantas que han sido implementadas con éxito en jardines verticales y techos verdes, se realiza una adaptación en la lista de especies de plantas vegetales para jardines verticales (ver anexo 1) dando a conocer algunas especies aptas para jardines verticales.

2.4. Requerimientos Mínimos Y Básicos Para El Jardín Vertical

Para la instalación de un jardín vertical es necesario tener en cuenta los requerimientos mínimos como el tiempo de luz día, la orientación en la que se dispone la superficie vertical, velocidad del viento y altura en la que se instala (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2015).

Un jardín vertical es un sistema constructivo dispuesto para mantener plantas vegetales sobre una superficie vertical, ya sea en el interior o exterior de un inmueble, con una adecuada integración entre el sistema y el inmueble a intervenir, la vegetación escogida, medio de crecimiento, factores climáticos y ambientales. Esta integración se lleva a cabo mediante 6 funciones básicas:

- Estanqueidad: Capacidad de impedir la penetración de agua a la estructura de soporte del jardín vertical y así poder asegurar que no se presenten filtraciones de agua.
- Drenaje: permite el flujo de agua lluvia o de riego por medio del sistema y conducirla correctamente hacia los elementos destinados para su evacuación.
- Retención de agua: almacena la cantidad de agua necesaria para el sistema.

- Consistencia: Garantiza la estabilidad formal del sistema.
- nutrición y filtración: Proporcionar los nutrientes necesarios para la supervivencia de las plantas y permitir el paso del agua a través del sistema que restringe el paso de partículas finas.


En cuanto a los requerimientos básicos para la implementación de un jardín vertical es importante tener en cuenta estas recomendaciones que dispone o adecua una superficie para que sea instalado adecuadamente un jardín vertical dentro o fuera de un espacio determinado. Estos requerimientos básicos se relacionan más que todo con la disposición del espacio a intervenir y con los requisitos que debe contar el lugar para así proceder con la instalación del jardín vertical. La información básica o requerimientos que se solicita para la instalación de un jardín vertical, independientemente de las dimensiones o lugar dispuesto para la instalación, son:

- Medidas del muro donde se va a realizar la instalación. (Alto y ancho)
- El sistema va anclado directamente al muro por medio de chazos y tornillos. En caso de que la superficie no se pueda intervenir directamente sobre el muro se debe incluir una estructura metálica para el anclaje del sistema.
- Indicar si el jardín va a estar ubicado en interior o en exterior, de igual manera si cuenta con sifones o algún desagüe en la parte inferior del muro donde pueda caer los excedentes del sistema de riego.
- suministrar la ubicación exacta del sitio donde se va a realizar la instalación.
- La superficie debe suministrar un punto de agua en el sitio donde se va a realizar la instalación (preferiblemente en la parte superior del jardín).

(Vertin Vertical, comunicación vía e-mail, 17 de Junio de 2019).

2.5. Clasificación De Los Jardines Verticales

Tabla 1. Categorización general de Jardines Verticales

| | | | |
|------------------------------------|---|--|---|
| <p>FACHADAS VERTICALES</p> | <p>Fachadas vegetales con sistema de apoyo externo</p> | <p>Fachadas vegetales tradicionales</p> | |
| <p>SISTEMAS INTERMEDIOS</p> | <p>Sistemas tradicionales</p> | <p>Sistema tipo invernadero</p> | |
| <p>MUROS VIVOS</p> | <p>Ajardinamientos vegetales con cultivo en contenedores</p> | <p>Ajardinamientos verticales con cultivo en paneles modulares</p> | <p>Ajardinamientos verticales con hidrocultivo en geoproductos</p> |
| |  |  |   |

Nota. Fuente propia

Los jardines verticales se pueden clasificar en dos grandes tipologías o sistemas constructivos diferentes, de acuerdo a su función de los componentes usados y de sus condiciones que influyen en su puesta en obra y mantenimiento, se encuentran en las fachadas verticales y los llamados muros vivos (Ayuso, 2016).

2.5.1. Fachadas verticales. Son aquellas en el cual su material vegetal se implanta directamente sobre el suelo, dichas fachadas vegetales, se dividen en dos grupos:

2.5.1.1. Fachadas vegetales tradicionales. Estas crecen sobre la superficie del edificio donde se encuentra implantado. (Ayuso, 2016, p.14)

Estas fachadas tradicionales usan especies vegetales u ornamentales con la característica de ser trepadoras, es decir que crecen y se adhieren directamente sobre la superficie, el cual es el medio de sostenimiento sin ningún tipo de sistema adicional, además este tipo de fachadas requiere de más tiempo para que la planta llegue a cubrir por completo la superficie.

2.5.1.2. Fachadas vegetales con sistema de apoyo externo. Son jardines verticales que usan estructuras especialmente diseñadas como cables, enrejados o mallas de acero inoxidable, las cuales se anclan en la superficie del edificio y sirve para que las plantas vegetales crezcan verticalmente y cubran dicha estructura, pero sin asociarse a la superficie del edificio (Ayuso, 2016).

2.5.2. Sistemas intermedios.

2.5.2.1. Sistemas tradicionales. En donde las plantas vegetales responden a un tipo de jardinería que consiste en la introducción de plantas en macetas de cerámica o plásticas (Poza, 2017)

2.5.2.2. Sistema tipo invernadero. Consiste en una especie de muro o cortina vegetal, conformado por 3 capas, por un lado es una ventana metálica corredera de dos hojas de doble acristalamiento con cámara de aire, la capa que está en la mitad es la que contiene la vegetación y la capa exterior formada por entramado regulable. (Poza, 2017).

2.5.3. Muros vivos. Son aquellos que se componen por paneles, módulos verticales o fieltros geotextiles plantados, se fijan en las paredes por medio de marcos estructurales; en este caso el sistema forma parte de la envolvente del edificio, sustentando y conteniendo la vegetación, en donde las plantas vegetales son implantadas en el sistema. Los muros vivos se pueden clasificar en tres grupos:

2.5.3.1. Ajardinamientos verticales con cultivo en contenedores. Consiste en el uso de celdas cerámicas con una inclinación específica que permite el almacenamiento de agua en un largo periodo de tiempo (Poza, 2017).

2.5.3.2. Ajardinamientos verticales con cultivo en paneles modulares. En este grupo se incluyen los sistemas que permiten una fijación estructura metálica auxiliar de diferentes sistemas de celdas, gaviones o módulos de paneles contenedores, los cuales portan el sustrato en el que cultiva la especie vegetal escogida (Poza, 2017).

2.5.3.3. Ajardinamientos verticales con hidrocultivo en geoproductos. Estos se dividen en sistemas hidropónicos que es un método en el cual se utilizan disoluciones minerales en vez de suelo agrícola, las raíces reciben una solución nutritiva y equilibrada disuelta en agua con los elementos químicos esenciales para el desarrollo de la planta (Poza, 2017).

El otro tipo son los fieltros geotextiles que consisten en la instalación de un sistema sobre un marco formado por vigas colgadas en vertical, entre la lámina impermeable y la pared, fachada o estructura existente, existe una cámara de aire que circula detrás de la estructura. El material que soporta las especies vegetales está formado por dos capas de material reciclado de fibras sintéticas o láminas geotextiles, los cuales se grapan a los paneles (Poza, 2017).

2.5.4. Fases del ciclo de vida del jardín vertical

2.5.4.1. Planeación. En esta fase se realizan estudios y diseños para seleccionar un tipo adecuado de sistema de jardín vertical garantizando los requerimientos mínimos, está dispuesto para áreas mayores a 200m² y consiste básicamente en recopilar información, especificaciones del sistema seleccionado y la información planimétrica para ejecutar la instalación (Techos verdes y jardines verticales - Guía Práctica, 2015).

Para garantizar su funcionamiento se debe tener en cuenta las características del edificio u infraestructura a intervenir, para ello se hacen estudios técnicos de:

- Diseño arquitectónico
- Diseño estructural
- Diseño hidrosanitario
- Selección de especies vegetales

2.5.4.2. *Instalación.*

- Impermeabilización y barreras anti raíz: Capas resistentes a las raíces y al agua.
- Elementos auxiliares y protección de desagües: Elementos inertes y de soporte
- Medios de drenaje: Fabricado de material plástico (polipropileno, polietileno)
- Barreras filtrantes: Capas de fieltro o membranas
- Medios de crecimiento: Productos orgánicos usados como sustrato.
- Sistema de riego automatizado para áreas mayores a 200m²
- Cobertura vegetal: Especies de plantas vegetales u ornamentales
- Seguridad industrial y salud ocupacional: Medidas preventivas que garantizan las condiciones establecidas para la instalación del jardín vertical.

2.5.4.3. *Desmante.* Este procedimiento de desmante y disposición final de los componentes del jardín vertical debe realizarse bajo la secuencia de las siguientes actividades:

Medidas preventivas de seguridad para la fase de instalación, Desmontaje y separación de los componentes, se debe realizar separadamente iniciando con la cobertura vegetal hasta llegar a la membrana de impermeabilización.

2.5.4.4. *Disposición final.* Cuando se dispone a quitar el jardín vertical cada uno de los componentes pueden ser reutilizados dependiendo del material en el que se encuentren fabricados:

- Cobertura vegetal retirada del proceso del desmante o de los procesos de poda, puede ser reutilizada para repoblar otros techos verdes en la ciudad o zonas verdes a nivel de espacio público.

- Medio de crecimiento, puede ser enlonado y pasar por un proceso de solarización para eliminar rastros de semillas o insectos que pueden encontrarse en el sustrato desmontado. puede ser reutilizado en actividades de siembra
- Medio filtrante, por las condiciones de degradación o deterioro que puede tener, este elemento puede ser empleado. según su estado, como elemento de embalaje y separación en el proceso de desmonte.
- Medio de drenaje, de acuerdo al material en el que se encuentre fabricado este material puede ser reutilizado, en el caso de los medios de drenaje fabricado en plástico reciclable, puede ser peletizados para producir nuevos elementos plásticos.

2.6. Pasos de instalación del jardín vertical.

En la clasificación de jardines verticales existe cierto número de pasos para llevar a cabo la instalación de los mismos, básicamente la complejidad aumenta en los sistemas actuales que en los tradicionales por la implementación de nuevos materiales y sistemas. Mediante la observación videográfica se demuestra los números de pasos de cada clasificación y se concluye que la clasificación con un nivel de pasos de instalación más alto es el sistema modular.

Tabla 2.Nº de pasos de instalación según cada categoría de Jardín Vertical

| CLASIFICACION JARDIN VERTICAL | N° DE PASOS DE INSTALACIÓN |
|--------------------------------------|---|
| FACHADAS VERDES | Tradicionales Solo tiene 1 paso y es la plantación de especies de plantas trepadoras desde el suelo |
| | Medios Auxiliares Cables, mallas de acero inoxidable, también con plantas trepadoras: Superficie m2 <u>1 paso:</u> Fijación de los espaciadores. <u>2 paso:</u> fijación y superior de perfiles angulares de 40cm de ancho. <u>3 paso:</u> introducción de los cables tensores en los orificios de los perfiles angulares mediante la colocación de sujetadores de plástico para dividir los cables horizontales con los verticales. |
| SISTEMAS INTERMEDIOS | Tradicionales Solo tiene 1 paso y es la plantación de especies de plantas vegetales en macetas cerámicas o plásticas. |
| | Tipo Invernadero <u>1 Paso:</u> Instalación del marco estructural. <u>2 Paso:</u> Instalación de ventanas corredizas. <u>3 Paso:</u> Implantación de especies de plantas trepadoras. |

MUROS VIVOS

| | |
|-----------------|---|
| Sistema Modular | <u>1 Paso:</u> fijación de estructura metálica. <u>2 Paso:</u> instalación de panel aislante. <u>3 Paso:</u> instalación de panel geotextil. <u>4 Paso:</u> Instalación de sistema de riego. |
| _____ | <u>5 Paso:</u> Instalación de paneles modulares. _____ |
| S. Hidropónicos | Usualmente se usan para cultivos. En su totalidad son 4 pasos. |

Nota. Terapia Urbana. (2016, Marzo, 17). Jardín Vertical en Sevilla: Vivienda privada [Youtube].
Paisaje Vertical. (2014, Febrero, 09). Jardín Vertical: Montaje sistema Naturpanel [Youtube].

2.7. Comparativa De Los Tipos De Jardín Vertical

Hoy en día existe una gran variedad de sistemas de jardines verticales en el mercado, entre los más destacados y usados tanto en exteriores como en interiores están los hidropónicos que usa solución nutritiva aportada vía riego y los jardines verticales con sustrato que usa un medio de crecimiento granular con porcentaje orgánico para las plantas vegetales u ornamentales (Vintimilla, 2013).

El sistema de anclaje en la superficie que se usa para asegurar los sistemas expuestos anteriormente tienen la misma estructura, también los sistemas portantes de las plantas (vegetales u ornamentales) son modulares diferenciados por su materialidad, se expone a continuación cada sistema, su materialidad y construcción de los mismos:

2.7.1. Paneles modulares (con sustrato). Se componen de una estructura ligera que se ancla a la fachada del edificio o pared interior al cual se quiere instalar el jardín vertical y sobre esta se colocan paneles, dichos paneles son carcasas que usualmente son de forma rectangular, bien sea de malla, acero o celdas plásticas. En el interior de cada panel se depositan los sustratos necesarios para la planta junto con la misma, siendo esta plantación previa a la colocación de la estructura (Poza, 2017).

2.7.1.1. Materialidad de los contenedores modulares.

2.7.1.1.1. *Bandejas cerámicas.* El muro en el que se dispone la instalación del jardín vertical es cubierto por una membrana de poliuretano, sobre esta se instalan las celdas cerámicas hidrófugas que impiden las filtraciones de humedad, con una inclinación de 7 a 15° sobre el plano horizontal. Las cajas cerámicas se fijan al muro mediante mortero y conectores de acero inoxidable (Poza, 2017).

2.7.1.1.2. *Bandejas plásticas.* Se utilizan paneles de polietileno o polipropileno reciclado, los cuales se anclan a la fachada por medio de un sistema estructural ligera de acero en dirección vertical y cada bandeja tiene compartimientos en donde se introducen las plantas (Poza, 2017).

2.7.1.1.3. *Bandejas metálicas.* Principalmente hecho en acero inoxidable o aluminio, formado por un cierre metálico de capa galvanizada y lacada, pudiendo ser de aluminio con perforaciones. En el interior se encuentra el fieltro sintético de fibras de poliéster, que permite retener el sustrato evitando pérdidas al posicionarse verticalmente (Poza, 2017).

2.7.1.2. Sistemas de construcción actuales. Un jardín vertical necesita de tres elementos principales para su construcción: una especie vegetal, un medio en el que se desarrolle (sustrato) y un método constructivo que proporcione el soporte. Para los sistemas modulares se utilizan estructuras portantes de aluminio, un panel impermeable y un soporte para la plantación formado por un panel de sustrato, confinado con una malla metálica plastificada.

En cuanto a la estructura portante se determina una estandarización, conformada por cuadradillos de 40 mm de lado y 3mm de espesor de acero, estos se anclan en la pared mecánicamente por medio de ménsulas de anclaje dimensionadas según las medidas de los paneles (Martinez,2017,p.26).

2.7.1.2.1. Estructura para bandejas metálicas. Consta de ménsulas de anclaje para atornillar los perfiles omega, estos se anclan mecánicamente a los paneles que contienen sustrato, este sistema se caracteriza porque se conforma por paneles modulares de forma tetraédrica con celdas cuadradas, usualmente son pequeñas y en ellas es introducido el sustrato con la planta pre cultivada.

En cuanto al sustrato este va en pequeños sacos , introducidos como se dijo anteriormente en celdas metálicas cuadradas, aproximadamente de 10 x 10 cm distribuidas en formato rectangular de 50x50 cm o de 100 x 50 cm , el espesor de los paneles es de 15cm (Martinez,2017,p.36).

2.7.1.2.2. Estructura para bandejas plásticas. Compuestos por módulos de resinas generalmente recicladas y polietileno, se dividen en celdas en las cuales se instala el sustrato para el cultivo de las plantas, los paneles van colgados en una estructura auxiliar metálica que depende del sistema constructivo concreto del diseño. Se sitúa una serie de apoyo para que se soporten las platinas y sobre estas dos sacos que contienen sustratos, los sacos se introducen por la cara superior de los paneles, y esos se apoyan sobre perfiles horizontales debidamente fijados a la propia fachada del edificio o en algunos casos que se requiera una perfilería auxiliar vertical que asegure su sujeción (Martínez, 2017, p.39).

2.7.1.2.3. Estructura para bandejas cerámicas. Compuesto por sistema de celdas en donde los módulos están hechos con cerámica como contenedores de sustrato para albergar una planta vegetal, tienen un diámetro interior de 90mm y forma exterior hexagonal. Cada módulo está formado por dos celdas, en el soporte se ancla una estructura portante, dicha estructura está formada por cuadrados de aluminio de 40mm de anchura anclados al paramento o soporte existente, para su unión entre montantes y soporte se usan ménsulas de anclaje de acero inoxidable dimensionadas. En la estructura portante se ancla mecánicamente un panel de PVC de 10 mm de espesor cuyas juntas son selladas con masilla de poliuretano y sobre este se grapa la membrana geotextil de doble capa a modo de lámina (Martínez, 2017, p.40).

2.7.2. Sistema de paneles hidropónicos. Sistemas de paneles con material de cultivo

hidropónico tales como espumas técnicas de poliuretano, poliurea o lana de roca, fibras y fieltros no tejidos, cada uno de ellos poseen perforaciones para ingresar las plantas in-situ (Tandazo, 2015).

2.7.2.1. Materialidad de los paneles hidropónicos

2.7.2.1.1. *Fieltros no tejidos.* Este material es particular del sistema patentado por Patrick Blank que se compone de varias capas de fieltro principalmente de varios materiales como: Poliéster, Poliamida, Polietileno, PAC, Viscosa y rafia de polipropileno alternativamente (Tandazo, 2015).

2.7.2.1.2. *Espumas Técnicas.* Principalmente compuesto de materiales poliuretano o poliurea, este material tiene gran capacidad de retención de agua que permite el constante riego de las plantas vegetales u ornamentales (Tandazo, 2015).

2.7.2.1.3. *Fibras – Lanás.* Cultivos sin suelo natural, tales como perlita agrícola, piedra pómez, fibras de coco, turba o lana de roca, también se utilizan materiales en los que se soportan las especies vegetales formado por 2 capas de material reciclado de fibras sintéticas, estos son tipos de sustrato inertes que hacen posible el crecimiento de las raíces (Poza, 2017).

2.7.2.2. Sistema de construcción actual. El sistema portante de las plantas vegetales u ornamentales son modulares compuesto de diferentes materiales de fieltros, espumas, fibras y lanas, estas se instalan sobre perfiles de aluminio (Marco estructural), las plantas se introducen en la capa impermeabilizante puesto sobre el marco (Poza, 2017).

Para el actual proyecto se abordara el sistema de jardín vertical modular, ya que este sistema es el más usado para espacios interiores y es más práctico por su modularidad, presentando la mayor dificultad para la instalación y adquisición del mismo para el usuario.

3. Marco Contextual

Si la idea de paisaje es un componente cultural importante en la historia del hombre, no lo es menos el concepto de jardín, pues ya en las construcciones de las primeras ciudades, el ser humano ha dedicado espacios para la creación de jardines y parques, en algunas ocasiones como lugares de entretenimiento y de decoración, entre otras muchos aspectos a la relación del hombre con su entorno natural. Es importante tener claro que el jardín es un elemento natural siempre modelado y delimitado por la mano del hombre, y ha sido utilizado con frecuencia como espacio de expresión para mostrar la vinculación del hombre con su entorno natural. (Ruiz, 2011, p.4)

Los jardines verticales claramente son la respuesta, a problemas medioambientales, pues es una realidad que las ciudades se expanden, y es una forma de mejorar el espacio urbano, lo han implementado, en varias ciudades del mundo como Dubái, Pekín, Berlín, Estambul, etc. (Como se citó en Salazar, 2017, p.22)

Uno de los espacios más relevantes para el ser humano es la vivienda, el cual es aquel cuya forma se encuentra delimitado por elementos naturales o artificiales como muros, cubiertas, relieves entre otros, siendo este un espacio para que el ser humano lleve a cabo diversas actividades diarias. Los espacios en la vivienda se exponen a un constante cambio de transformación físico-espacial, en caso de la vivienda, transformar implica re-crear, ya que se trata de realizar cambios permanentes y adecuarlos para sus habitantes (Galeana, 2008).

4. Marco Legal

Dentro de las bases legales se encuentran los lineamientos para determinar o constituir el alcance de la participación política que podrían influir en el proyecto, en este caso se tiene en cuenta el reglamento vigente en Colombia por sus antecedentes legales encontrados en la aplicación de jardines verticales en ciertas ciudades del país.

En Colombia actualmente no se ha generado una ley que reglamente la implementación de jardines verticales, más sin embargo se tienen en cuenta por diferentes entidades del estado de Colombia, que promueven e incentivan proyectos que lleven a cabo los jardines verticales o techos verdes, dichas entidades buscan contribuir por medio de Acuerdos y Decretos, los cuales se tienen en cuenta a continuación:

4.1. Políticas o Acuerdos Nacionales que promueven los Jardines Verticales

4.1.1. Política Nacional Ambiental (Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible). Es una entidad pública que se encarga de definir la Política Nacional Ambiental y promover la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, a fin de asegurar el desarrollo sostenible y garantizar el derecho de todos los ciudadanos a gozar y heredar un ambiente sano, mediante esta entidad se garantiza el derecho a todas las personas a disfrutar de un medio ambiente saludable, protegiendo el patrimonio natural de la nación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MINAMBIENTE], 2017).

4.1.2. Política distrital de ecourbanismo y construcción sostenible (Alcaldía Mayor de Bogotá). De acuerdo al Plan de Desarrollo 2016 – 2020 en la ciudad de Bogotá se estableció en la Política Distrital de Ecourbanismo y Construcción Sostenible de 2014, con el fin de promover la implementación de criterios ambientales en proyectos urbanos y arquitectónicos dependiendo el nivel de exigencia del mismo, así como también dar reconocimiento a los proyectos que implementen tecnologías sostenibles como sistemas urbanos de drenaje sostenible, techos verdes y jardines verticales (Como se citó en Dagovett et al., 2017).

4.1.2.1. Acuerdo 418 de 2009. Según el Acuerdo 418 de 2009 el Consejo de Bogotá “por el cual se promueve la implementación de tecnologías arquitectónicas sustentables, como techos o terrazas verdes, entre otras en el D.C y se dictan otras disposiciones” Conferidas en el Artículo 12, numerales 1° y 7°, del Decreto Ley 1421 de 1993, Acuerda:

ARTÍCULO 1. La Administración Distrital promoverá el urbanismo sostenible mediante el conocimiento, divulgación e implementación progresiva y adecuada de techos, terrazas verdes entre otras tecnologías, en los proyectos inmobiliarios públicos de carácter Distrital y privados nuevos o existentes de la Ciudad, como medida de adaptación y mitigación al cambio climático. (Acuerdo 418, El Consejo de Bogotá, 2009)

ARTÍCULO 2. La secretaria Distrital de Planeación en el diseño e implementación del Estándar Único de Construcción Sostenible – EUCS- deberá tener en cuenta la generación de techos o terrazas verdes, entre otras tecnologías. (Acuerdo 418, El Consejo de Bogotá, 2009)

PARÁGRAFO. Los proyectos de obra o infraestructura que realicen las entidades públicas distritales deberán contemplar dentro de sus diseños la implementación de techos o terrazas verdes o similares. (Acuerdo 418, El Consejo de Bogotá, 2009)

ARTÍCULO 3. La Secretaria Distrital de Ambiente y el Jardín Botánico José Celestino Mutis, prestarán la asesoría y el soporte técnico cuando sea necesario sobre las diversas especies vegetales recomendadas, sustratos, nutrientes y mantenimiento de las coberturas vegetales en los techos o terrazas verdes en la Ciudad. (Acuerdo 418, El Consejo de Bogotá, 2009)

ARTÍCULO 4. La Secretaría Distrital de Planeación realizará un inventario de proyectos de obra o infraestructura pública, que implemente tecnologías arquitectónicas sustentables, como techos o terrazas verdes. (Acuerdo 418, El Consejo de Bogotá, 2009)

4.1.3. Sostenibilidad ambiental en el distrito capital. La Secretaria Distrital de Ambiente, como autoridad ambiental, promueve, orienta y regula la sostenibilidad ambiental en el Distrito Capital, a través del control de los factores de deterioro ambiental y promoción de buenas prácticas ambientales, como estrategia para la adaptación al cambio climático y la recuperación conservación, uso y disfrute de las áreas de interés ambiental. Unos de sus objetivos es contribuir en la construcción de una ciudad ambientalmente sostenible, que se integre con la región y con la nación, en cumplimiento de lo establecido en el plan de desarrollo distrital vigente (Como se citó en Dagovett et al., 2017).

4.2. Normas Urbanísticas Del Suelo Urbano Y Expansión Del Municipio De Pamplona

Con fines investigativos y por facilidad de obtener la información local , se tienen en cuenta las normativas urbanas de Pamplona Norte de Santander para tener una vista de lo que se reglamenta para las construcciones de edificios, los cuales podría implementarse un jardín vertical, por consiguiente el proyecto no se limita a esta ciudad sino que puede ser replicable.

Las edificaciones que se construyen en Pamplona Norte de Santander se deben ajustar a los reglamentos y normas que se detallan en el PBOT del municipio, en el caso de los edificios o series de apartamentos multifamiliares, se tienen en cuenta las normas que influyen directamente sobre las edificaciones, que promueven un espacio propicio para la implementación de un Jardín Vertical en la edificación, las cuales son:

ARTICULO 213. RETIROS

Corresponde a los parámetros que deben respetar cualquier edificación o construcción que se desarrolle en suelo urbano y de expansión:

RETIRO LATERAL Y POSTERIOR: Corresponde a la distancia libre que debe respetar respecto a los predios, construcciones y edificaciones existentes a todos los lados de un predio o edificación que se pretende desarrollar o intervenir. Como criterio general se pretende lograr fachadas abiertas y mejorar las condiciones de iluminación y ventilación de las edificaciones (Alcaldía Municipal De Pamplona, 2015).

RETIRO LATERAL: Para el logro de fachadas abiertas, mejorando las condiciones de iluminación y ventilación de las edificaciones, se exige retiro lateral mínimo de tres (3) metros a partir del piso siguiente al existente en los edificios colindantes hasta la altura máxima de la nueva edificación (Alcaldía Municipal De Pamplona, 2015).

NOTA 2: Las condiciones de iluminación y ventilación deberán estar garantizadas en todas las construcciones dando respuesta a la ocupación permitida, y en cumplimiento de las áreas mínimas establecidas para patios según el uso y la altura de la edificación.

5. Planteamiento Del Problema

Existen diferentes tipos de sistemas de jardines verticales que van mucho más allá de un bien estético, proporcionando beneficios climáticos y la circulación de aire limpio, actualmente se implementan sistemas complejos, pesados y que requieren de personal calificado para la instalación de jardines verticales en exteriores, ya que las dimensiones de las superficies verticales son de más de 200m², presentando cierta complejidad a la hora de instalarlos, como el peso del sistema portante de la planta y la estructura de acero, que sirve para sostener el sistema portante de la planta y anclarla en el muro de la fachada, estos sistemas también son implementados en interiores pero no presentan la misma complejidad porque sus dimensiones cambian, aun así requiere de personal calificado y numerosos pasos para llevar a cabo la instalación de barreras anti raíz, elementos auxiliares como la estructura de soporte al muro, medios de drenaje, capas de fieltro, sistema de riego, cobertura vegetal y demás condiciones establecidas para la instalación del jardín vertical.

Debido a la poca información sobre la implementación en lugares interiores de jardines verticales nace la oportunidad de generar una alternativa de un sistema de jardín vertical para espacios interiores, aunque la implementación de dicho sistema no puede ser instalado por personas del común, por lo que se requiere la contratación de empresas privadas especializadas en la instalación de jardines verticales, se toma en cuenta los referentes de instalación de jardines verticales en Colombia y analizar los conflictos o problemáticas que se presentan en estos, la que más influye son los pasos de instalación y anclaje a la superficie, el sistema modular es uno

De los más versátiles en su diseño pero estos son los que presentan mayor conflicto tales como su mantenimiento y numerosas partes que conforman el sistema con un peso aproximado de 140kg/m².

5.1. Formulación Del Problema

¿Cómo facilitar la instalación de un sistema de jardín vertical modular en espacios interiores?

5.2. Objetivo General

Facilitar la instalación de un sistema de jardín vertical modular en espacios interiores

5.3. Objetivos Específicos

- Simplificar la estructura de soporte del sistema del jardín vertical modular
- Adaptar la estructura del sistema modular al espacio interior para su instalación.
- Disminuir los pasos para la instalación del sistema para el jardín vertical modular

6. Metodología

6.1. Definición Del Modelo De Investigación

El proyecto de investigación utiliza el método que se centra en una indagación empírica que utiliza fuentes de conocimiento para investigar un fenómeno actual dentro de su contexto real, en este caso por facilidad de este proyecto se tomó como objeto de estudio las edificaciones ubicadas en Pamplona, pero cabe aclarar que el resultado se puede replicar en cualquier espacio interior de un entorno urbano, como ejemplo la edificaciones de Pamplona se caracterizan por ser construidas tras la demolición de casas, lo cual aumenta el número de personas que habitan en dichas edificaciones de diferentes zonas en la ciudad de Pamplona Norte de Santander, se puede evidenciar lo anterior por medio del mapa de zonificación en donde se ubican zonas de uso comercial y residencial (Ver anexo 2). Al evidenciar los elementos y su nivel de funcionalidad se usa la investigación aplicada, que busca convertir el conocimiento teórico en conocimiento práctico y útil. Se busca controlar algunas variables definidas desde el diseño y que se quieren comprobar.

Para este proyecto se desarrolló inicialmente un diagnostico ergonómico, el cual se aplicó a personas que se dedican a la instalación de estos sistemas, considerando dos extremos desde el amateur hasta la experto, que arrojaron unos resultados, los cuales ayudaron a generar unos primeros criterios de diseño que fueron evolucionando a ideas para luego dar como resultado

unas propuestas concretas, de esas propuestas se llegó a desarrollar un diseño final el cual esta profundizado en los puntos de factor humano y en el proceso de diseño del presente proyecto.

6.2. Definición De La Metodología Proyectual.

La metodología de diseño implementada para el desarrollo del proyecto es de tipo proyectual (Bruno Munari), compuesta por una serie de operaciones o pasos con orden lógico (Problema, definición del problema, elementos del problema, recopilación de datos, análisis de datos, creatividad, materiales, experimentación, modelos, verificación, dibujos constructivos, solución y comprobación), esta metodología no es absoluta o definitiva y es flexible para retroceder alguna operación ya hecha.

También se incluyó para la parte de evaluación de alternativas un método por medio de matrices para los determinantes de diseño por Geraldo Rodríguez del manual de diseño industrial, como también para la evaluación de índices ergonómicos obtenido del libro ergonomía de la concepción.


Dentro de esta metodología proyectual se adoptaron diferentes métodos para la comprobación del diseño, inicialmente con la parte técnica a través del programa Solidworks, que ayudo a definir criterios físicos del material como su resistencia al esfuerzo, torsión y flexión, para también finalizar con una comprobación que se dividió en dos, desde la matriz de índices ergonómicos hasta el desarrollado del modelo para confirmar si hubo afectación en el sistema

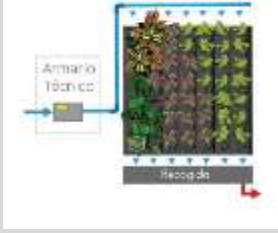




Ergonómico y de igual manera se llevó a cabo una prueba por medio de métodos como check list Ocra, Rula y Snook. Cabe señalar que se agregó un protocolo de comprobación para el diseño final en físico y aunque no se realizó en su totalidad por motivos de la crisis de la pandemia, este se deja evidenciado en el proyecto.

7. Análisis tipológico

Para llevar a cabo un análisis de las tipologías existentes en el mercado, se tienen en cuenta su gran variedad las cuales se resumen en dos categorías, hidropónicos y de sustrato expuestos anteriormente. Para realizar este estudio de productos existentes, se consideran diferentes aspectos como su función, su estructura, su uso, morfología, historia, mercado y semiótica, a continuación se muestran las tablas de cada tipología de sistemas de jardín vertical modular definiendo dichos criterios:

Tabla 3. Análisis tipológico del sistema Leaf Box

| SISTEMA LEAF.BOX | | | |
|------------------|--|-----------------------------------|---|
| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | COMPONENTES | IMAGEN |
| Estructural | Estructura anclada a la superficie vertical, esta es portante de la capa que contiene las plantas vegetales. | Subestructura auxiliar Paneles |  |


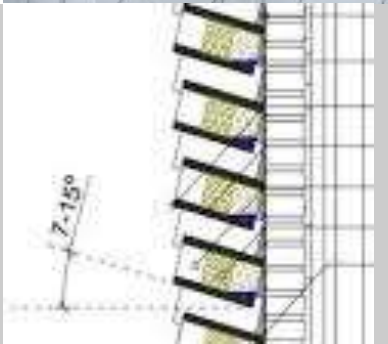
| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | COMPONENTES | IMAGEN |
|-------------|---|---|---|
| Funcional | Reverdecer completamente la Superficie vertical. Sistema natural de regulación de la temperatura. | Plantas vegetales Sistema de riego y control |  |
| Uso | Espacios interiores y exteriores, embellecimiento y acondicionamiento bioclimático. | Sistemas de ensamble Unión de módulos |  |
| Morfológico | Relación positiva con el medio que permita una relación con el entorno ambiental. Modulación reticular Aspecto estético natural mediante los colores y texturas de las plantas | Variedad de Plantas ornamentales Paneles modulares |  |
| Histórico | Transformación del método tradicional de fachadas reverdecidas, sistema relativamente nuevo, único registro encontrado en el año 2009 | Espacios urbanos Instalado en Getafe, España |  |
| Mercado | Demanda en acenso por la creciente necesidad de un ambiente natural y sano, su distribución es por medio de empresas que prestan el servicio de diseño instalación y mantenimiento de jardines verticales | Clientes potenciales Entidades comerciales |  |

Semiótico
 Integrar y adaptar la vegetación en espacios que no son su medio natural de crecimiento, por medio de formas modulares ensambladas entre sí, representan un concepto ambientalista urbano.



Nota. Fuente propia

Tabla 4 .Análisis tipológico del sistema Eco.Bin

| SISTEMA ECO.BIN | | | |
|-----------------|---|-------------------------------|---|
| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | COMPONENTES | IMAGEN |
| Estructural | Celdas cerámicas ancladas al muro, conectores de alambre de acero inoxidable. | Alambre de Acero inoxidable |  |
| Funcional | Retención del agua por medio de la inclinación de las celdas de 7-15° | Celdas cerámicas hidrofugadas |  |

Uso Su principal uso es en espacios abiertos al aire libre para el aprovechamiento de agua de lluvia.

Membrana impermeable



Morfológico Las celdas cerámicas usualmente son de formas hexagonales proporcionando un mejor acoplamiento unas sobre otras.

Patrón hexagonal



| ITEM | DESCRIPCIÓN | COMPONENTES | IMAGEN |
|-----------|---|---|---|
| Histórico | Nació durante el siglo 1700, para el traslado de plantas en macetas cerámicas, sistema tradicional que ha evolucionado en este sistema hexagonal de cerámica. | Maceta de cerámica |  |
| Mercado | Demanda en acenso por la creciente necesidad de un ambiente natural y sano, su distribución es por medio de empresas que prestan el servicio de diseño instalación y mantenimiento de jardines verticales | Establecimientos Comerciales Entidades Gubernamentales |  |
| Semiótico | El manejo y uso de la figura hexagonal genera una relación entre función y forma. | |  |

Nota. Fuente propia

Tabla 5. Análisis tipológico del sistema Naturpanel

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | COMPONENTES | IMAGEN |
|-------------|---|--|---|
| Uso | Su principal uso es en espacios interiores. | Estructura de soporte y sistema portante de la planta |  |
| Morfológico | Las celdas plásticas usualmente son de formas cuadradas con una profundidad inclinada logrando la portabilidad de las plantas | Compartimientos en cuadrículas |  |
| Histórico | Es relativamente nueva su implementación, una de las primeras publicaciones por la empresa paisaje vertical fue en el 2014 | |  |
| Mercado | Creado y distribuido por la empresa Paisaje vertical. | Establecimientos Comerciales Edificaciones privadas Todo publico |  |
| Semiótico | El manejo y uso de la figura en cuadrículas funcional y formal, marco estructural inclinado en diagonal. | |  |

Nota. Fuente propia

El análisis tipológico anterior se profundizo en los jardines verticales mas destacados de empresas privadas, las cuales se dedican al diseño e instalación de jardines verticales, pero también para este proyecto se tuvo en cuenta los jardines verticales genéricos es decir que se pueden encontrar libremente para cualquier persona en sitios web o tiendas de cadena, sus dimensiones van desde 20cm de ancho hasta 180 cm de alto en promedio, aptos para espacios interiores y en cuanto a su configuración formal podría decirse que son similares por ser de fieltros con bolsillos para las plantas y otros que son tipo maceta, esto concluye que no existe gran variedad e innovación en el diseño de estos jardines.



Ilustración 1. Tipologías jardines verticales. Fuente propia

8. Diagnóstico Ergonómico

(INSTALACIÓN ESTRUCTURA METÁLICA DE SOPORTE)

Este diagnóstico se realiza con el fin de evaluar los pasos de instalación de una estructura metálica de soporte, la cual se lleva a cabo por 1 o más operarios dependiendo de las dimensiones previamente definidas para el momento del anclaje a la superficie, todo esto para definir una valoración inicial del proceso de instalación.

Para llevar a cabo el desarrollo de la propuesta de diseño se tendrá en cuenta la ergonomía física, como la fuerza, tolerancia y fatiga muscular, para obtener un sistema de movimiento apropiado, determinar las resistencias de control máximo y óptimo, definir las diversas tareas manuales y para disponer un adecuado levantamiento o el desplazamiento seguro y eficaz del operador humano.

Es imprescindible considerar las dimensiones antropométricas (Alcance lateral brazo, extensión del brazo, antropometría de la mano, flexión e hiperextensión de pie) para el diseño del productos, destinado para el uso del ser humano, para ello se debe determinar las variables predominantes de la actividad en análisis y la movilidad postural del usuario en su accionar. Al ser un producto que emplea una estructura para sostener especies de plantas vegetales en el interior de un espacio, es necesario evaluar los pasos que lleva a cabo la instalación como la repetitividad de las mismas.

8.1. Definición De Sistema Ergonómico

El tipo de sistema ergonómico actual es el tipo 3 y 5, porque en su momento aunque el sistema estructural funcione como uno, este a su vez tiene otras partes que lo hace tener subsistemas dentro del sistema, se caracteriza por la relación de varios objetos o máquinas como las piezas, tornillo y taladro necesario para la actividad, con varios seres humanos o un solo humano en un solo espacio físico, en este caso es un sistema estructural modular de jardín vertical, que para su instalación requiera más de un operario y direccionado a un solo espacio físico.

8.2. Aplicación de Instrumentos

Se emplearon diferentes instrumentos (Entrevista y formato de observación) para la obtención de datos que muestre un diagnóstico ergonómico del proceso de instalación actual, cumpliendo con el objetivo de establecer un reconocimiento general de los pasos de instalación de un jardín vertical modular, a continuación se describe cada instrumento.

- Instrumento 1 (entrevista)

Este instrumento se realizó para adquirir datos respecto a la actividad de instalación por medio de método ergonómico como lo son Fuerzas / EN1005-3 y snook el cual será diligenciado por trabajadores que tienen relación con la instalación de estructuras metálicas.

- Instrumento 2 (Formato de observación)

Este instrumento es un formato para evidenciar el proceso que se lleva a cabo en la instalación, que se hizo mediante un video en tiempo real y otros de fuentes secundarias como lo son vía web, estos se evaluaron con el método ergonómico de Check List OCRA.

8.2.1. Resultados instrumento 1. El instrumento fue aplicado a 11 trabajadores, como muestra representativa de la población de interés, en este caso trabajadores relacionados con labores de instalación y con relación al tipo de acción y manipulación de carga, a continuación se muestra los datos necesarios de los métodos ergonómicos y los resultados arrojados por los mismos:



Ilustración 2 Método Fuerzas/EN1005-3. Fuente Ergonautas

Fuerzas / EN1005-3

Resultados

Estos son los resultados de la evaluación

Condiciones de la evaluación

Resultados detallados por Acción

Selecciona la acción para mostrar sus resultados

Datos de la acción "Empuje de piezas"

| | | |
|----------------------|----------------------------------|--|
| Tipo de acción | Con el cuerpo - De pie - Empujar | |
| Fuerza observada | Desconocida | |
| Frecuencia (acc/min) | Entre 0,2 y 2 | |
| Velocidad | Movimiento apreciable | |
| Duración por acción | Menos o igual que 3 segundos | |
| Duración Total | 1 hora o menos | |

Observaciones de la acción

- Solo algunos movimientos deben ser muy precisos.
- Las condiciones ambientales dependen mas que todo del lugar donde se deba realizar la instalación, así que algunas veces existen altas temperaturas, humedad excesiva o condiciones ambientales desfavorables.

Fuerza Isométrica Máxima Reducida de "Empuje de Piezas"

| | | |
|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Multiplicador de Velocidad | Multiplicador de Frecuencia | Multiplicador de Duración |
| $m_v = 0,8$ | $m_f = 0,8$ | $m_d = 1$ |

Fuerza isométrica Máxima Reducida

$$F_{BR} = F_B * m_v * m_f * m_d = 128,16N/13,06Kg$$

Riesgo de "Empuje de piezas"



Ilustración 3 Resultados Método Fuerzas/EN1005-3. Fuente Ergonautas

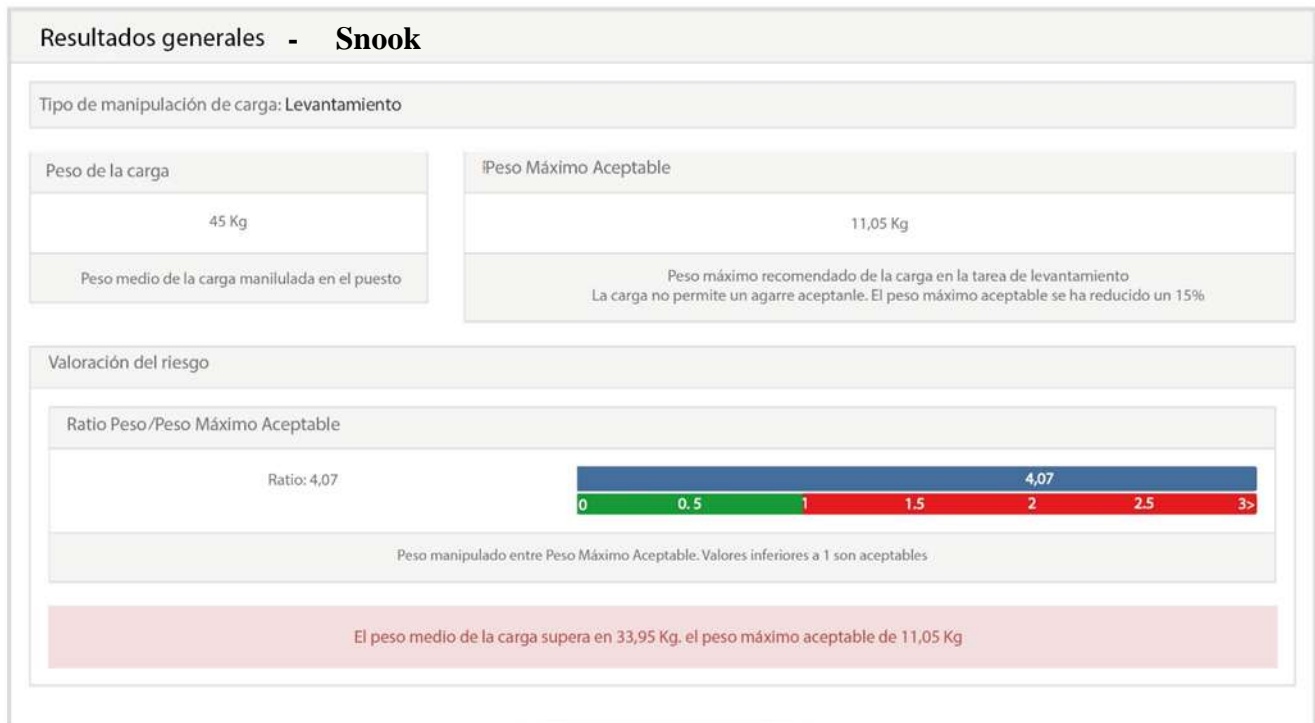


Ilustración 4 Resultados Método Snook. Fuente Ergonautas

El resultado del anterior análisis ergonómico arrojo que el peso de la carga superó el peso máximo aceptable el cual es de 11,05kg, lo que quiere decir que se presenta un riesgo ergonómico de la tarea efectuada en la instalación.

8.2.2. Resultados instrumento 2

El instrumento fue aplicado a 2 (se toman los dos extremos, el experto y el amateur) de los 11 trabajadores anteriores, en donde se realizó un video en tiempo real de la instalación de una estructura metálica con cierta semejanza en cuanto a los pasos de instalación de una estructura para jardín vertical modular, realizándose también una observación por medio de fuentes

videográficas vía web en donde se realiza la instalación de un jardín vertical modular, a continuación se muestran los resultados arrojados por el método de una evaluación de la repetitividad de los movimientos aplicados en la instalación:

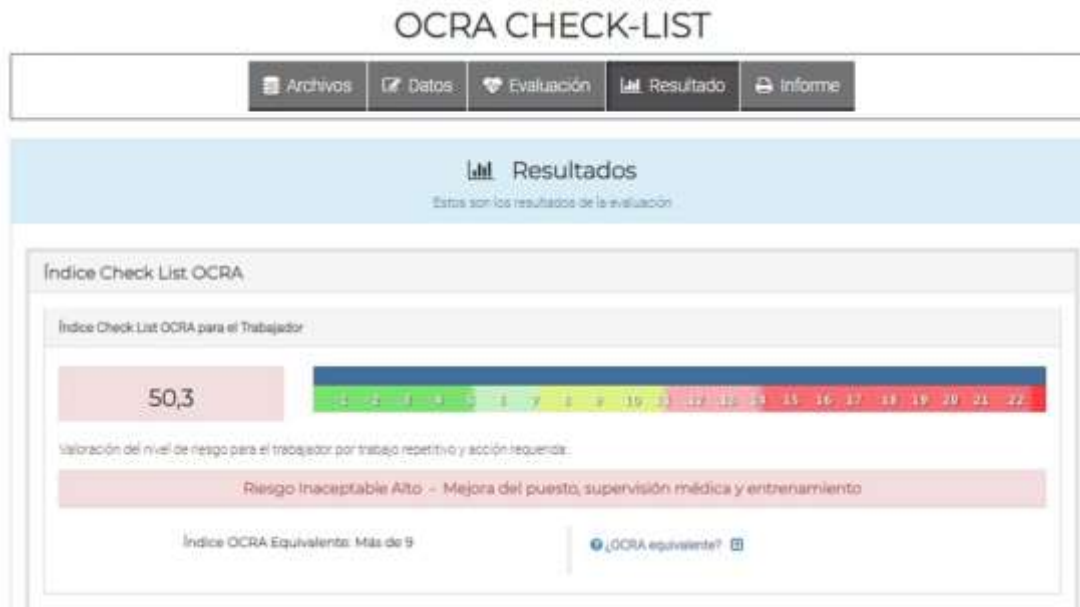


Ilustración 5 Resultados Ocrá Check-List. Fuente Ergonautas

De acuerdo a los resultados del análisis se puede concluir que el riesgo ergonómico es inaceptable alto, lo cual requiere de una intervención para el mejoramiento de la tarea.

8.3. Ficha Técnica De Instalación

La ficha técnica resume las características de los componentes del sistema modular de jardín vertical, sus subsistemas y proceso de unión de las mismas. A continuación se presenta el proceso descrito en 6 pasos que son los que se encuentran en la ficha técnica.

El sistema consta por sustrato, módulo de plantación, soporte módulo (Parte inferior), carriles verticales, conectores metálicos para los módulos, tuercas y tornillos.

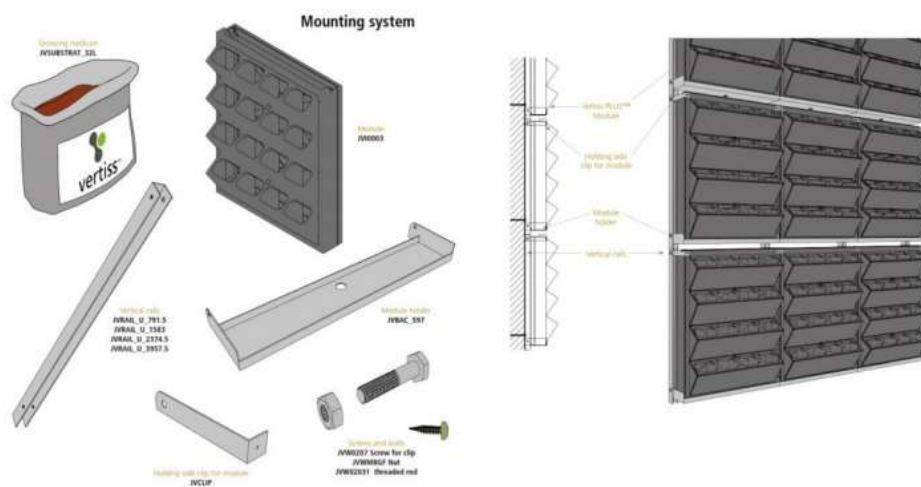


Ilustración 6 Componentes sistema modular jardín vertical. Fuente Projar Group

- 1) **Montaje de los carriles:** Dibujar la primera línea vertical con un láser o equivalente y de acuerdo con las instrucciones del fabricante para los dispositivos de fijación.

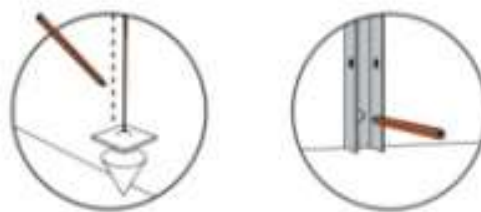


Ilustración 7 Montaje de los carriles. Fuente Projar Group

- 2) Utilizar los carriles como una plantilla de perforación y marcar con un lápiz los agujeros para perforar la pared. Realizar dicha perforación de los orificios con un dispositivo de fijación (no incluido) y con el diámetro adecuado. Montando la primera columna de carril, Perfore la pared soporte y monte el segundo carril. Siempre se deberá comprobar el nivel y la distancia entre carriles.

⚠ Elija el tipo de fijación (o los tapones de sellado químicos específicos) para la sujeción dependiendo del tipo de pared soporte (albañilería sólida o hueca). Calcular el espacio de repuesto necesario para los dispositivos de fijación y los tubos de irrigación en cada lado del jardín vertical.

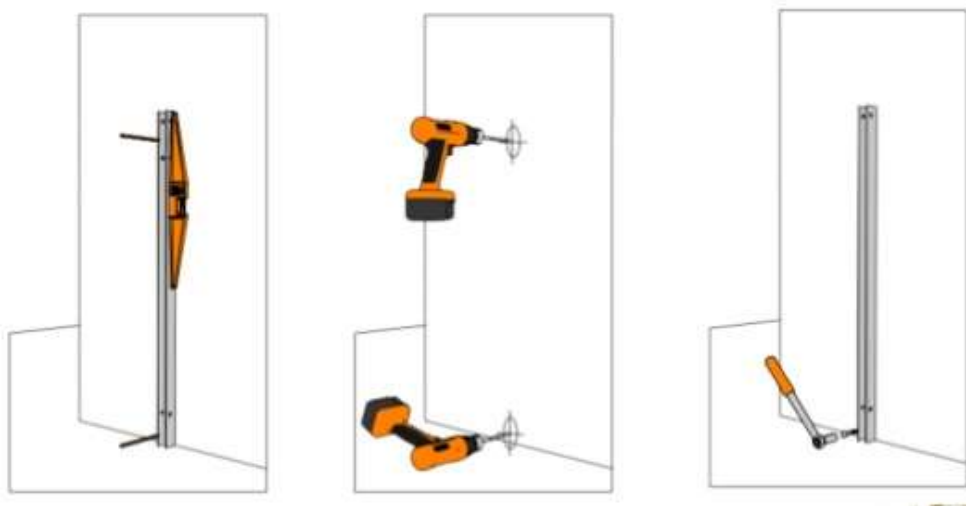
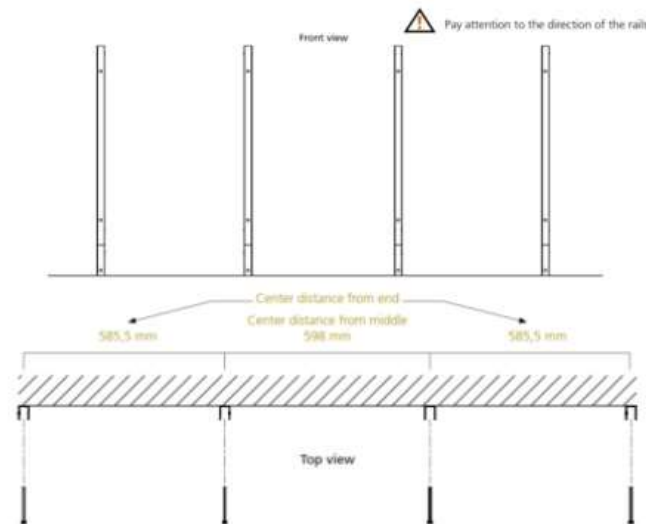


Ilustración 8 Montaje de los carriles. Fuente Projar Group

- 3) **Montaje del módulo soporte:** Una vez se hayan instalado los carriles verticales, debe colocarse el módulo soporte siguiendo el diagrama indicado más abajo. Dicho soporte debe colocarse dentro de los carriles en forma de U, no hacia la parte de fuera.

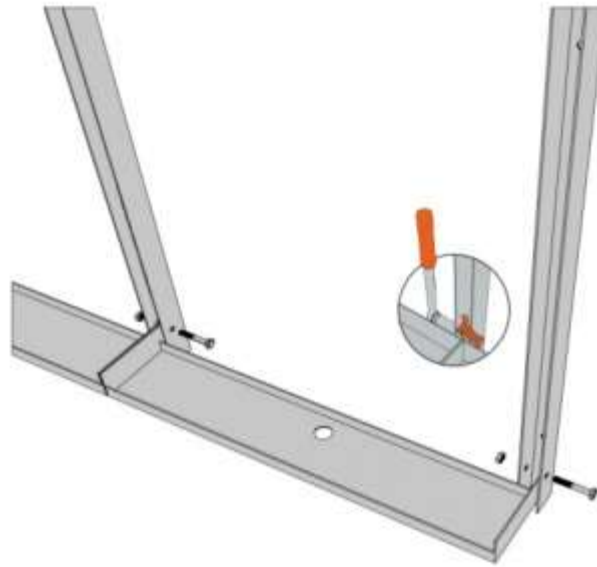


Ilustración 9 Montaje del módulo soporte. Fuente Projar Group

- 4) **Montaje de los conectores para la sujeción del módulo:** Proceder con los conectores de sujeción. Asegúrese que el montaje se realiza en el interior del carril en forma de U.

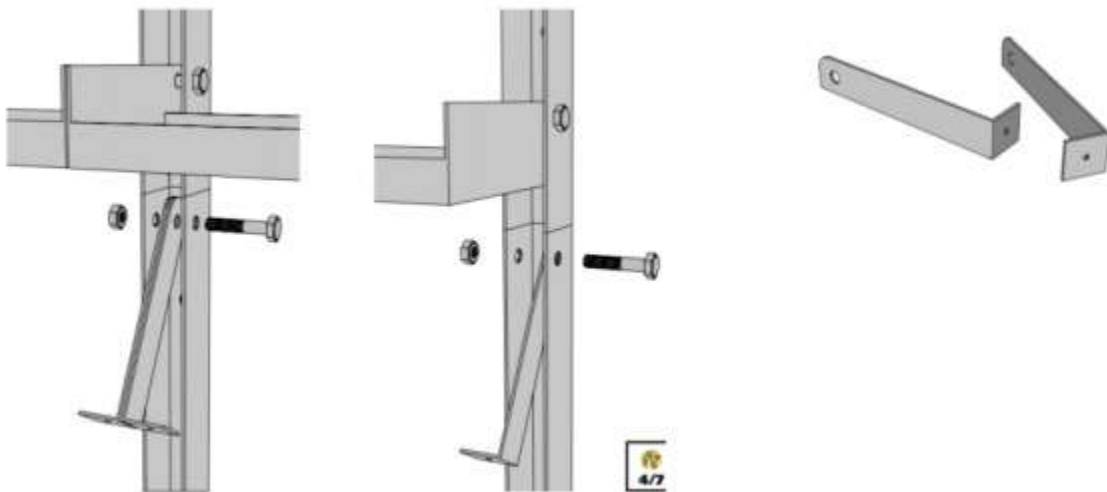


Ilustración 10. Montaje de los conectores para la sujeción del módulo. Fuente Projar Group

- 5) **Plantación de los módulos:** Taladrar un orificio de drenaje en la parte inferior del módulo para permitir que el agua en exceso drene entre los módulos. Rellenar por la parte superior el módulo con sustrato y dejar espacio para el cepellón de la planta. Colocar la planta y rellene el espacio alrededor del cepellón con el sustrato presionando ligeramente.

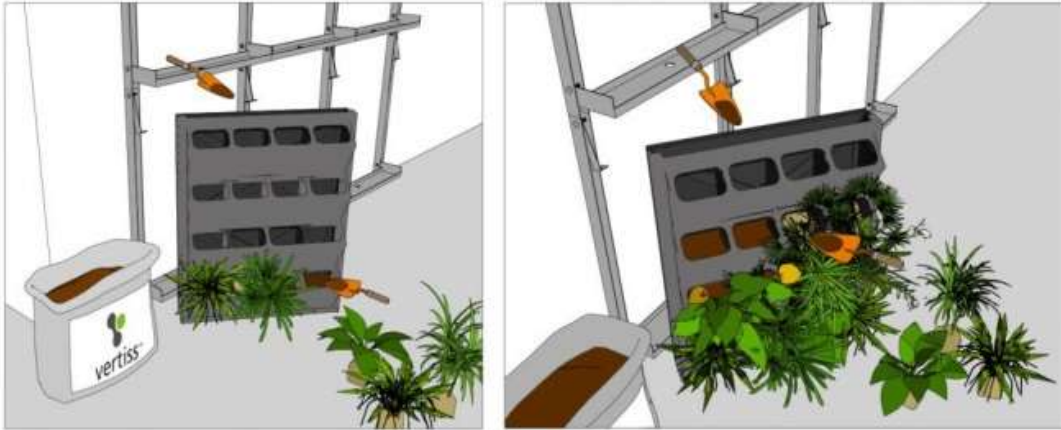


Ilustración 11 Plantación de los módulos. Fuente Projar Group

- 6) **Montaje de los módulos plantados en la estructura metálica:** Una vez plantados los módulos, se procede a la instalación de estos en la estructura metálica. Colocar dentro del soporte, en posición vertical contra los carriles verticales, bajar los conectores laterales del módulo y atornillarlos. Proceder de la misma manera con todos los módulos.



Ilustración 12 Montaje de los módulos plantados en la estructura metálica. Fuente Projar Group

CAPITULO 2 DE DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE DISEÑO

9. Condiciones Generales Para El Diseño

Este es un proceso creativo que consiste en descubrir, entender, analizar, concluir y definir el diseño final, por medio de variables que cumplan con una solución cuantitativa y cualitativa, las cuales se establecen anteriormente por una decisión, ya sea por la naturaleza y por requisitos legales, o por cualquier otra disposición que tenga que cumplir el proyecto respecto al problema (Rodríguez, 1983).

La siguiente tabla está propuesta como una guía para el cumplimiento de diversos factores o características que va adquirir el producto final, con el fin de precisar el problema del proyecto se toma inicialmente un método inicial para formar los determinantes, parámetros y requerimientos básicos, los cuales se establecen con base en el análisis y la observación realizados hasta la etapa en la que se encuentra el proyecto, más adelante estos son profundizados y detallados para una completa evaluación de las alternativas de diseño.

De acuerdo a esto el diseño debe cumplir en su totalidad con lo definido a continuación:

Tabla 6 .*Determinantes, parámetros y requerimientos*

| DETERMINANTES | PARAMETROS | REQUERIMIENTOS |
|--|---|--|
| Debe proporcionar la manipulación adecuada entre el usuario y el producto | Esquinas o bordes redondeados Dimensiones mínimas | Formas orgánicas Medidas no superiores a 1mt |
| El producto debe ser fácil de instalar y agradable con el usuario | Modular Ensamblaje Reducción de componentes | Se reducirán al máximo sus componentes en forma y dimensiones Las piezas serán adaptables unas a otras. |
| Su material debe ser resistente ante esfuerzos de compresión o ensamble de sus partes | Termoplásticos | Polipropileno Poliétileno Acrílico |
| Los paneles modulares deben permitir ser replicados en toda superficie vertical | Geometrización Módulos auto portantes | Patrones repetitivos Despliegue de partes |
| Los paneles modulares deben llevar una continuidad formal que permita que todas sus Partes encajen fácilmente. | Cortes longitudinales Altos y bajos relieves | Inclinación en diagonal por medio de cortes desde la parte superior a la inferior frontal del módulo. Niveles modulares en vista lateral. |
| La unidad de sus componentes deben ser proporcionales y simétricos. | Módulos iguales Morfología | Simetría especular o axial. Proporción adaptable al percentil 95 de la mano |
| Debe disminuir los puntos de anclaje de la estructura de soporte. | Disminución de pasos de instalación Elementos de fijación unidos al producto | Mínimo 2 puntos de anclaje y máximo 4. Soportes de unión estructural |

Nota. Fuente propia

9.1. Proceso Creativo

Este proceso se llevó a cabo para iniciar las primeras ideas que podrían dar solución a la problemática, bocetando formas y figuras geométricas para luego definir alternativas claras.

9.1.1. Valoración de ideas para el desarrollo de las alternativas. Con el fin de evaluar los primeros esbozos de ideas, se aplicó una matriz en donde se evaluaron las condiciones generales de diseño expuestas anteriormente y así poder determinar el nivel de cumplimiento de cada idea para su posterior elección al desarrollo de las alternativas, en donde cada criterio es evaluado por rangos de valoración de cada uno, donde 5-4 cumple, 3-2 cumple medianamente y 1-0 no cumple.

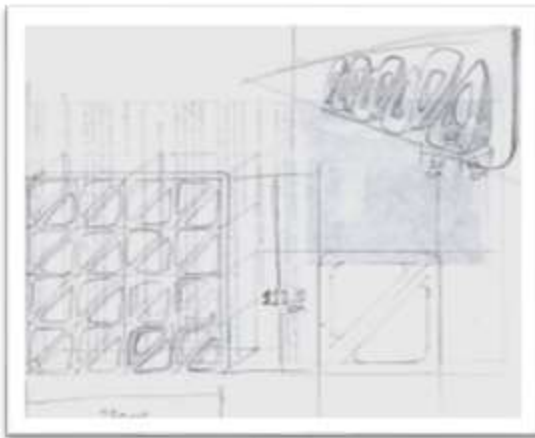


Ilustración 13 N° 1 esbozo de idea. Fuente propia

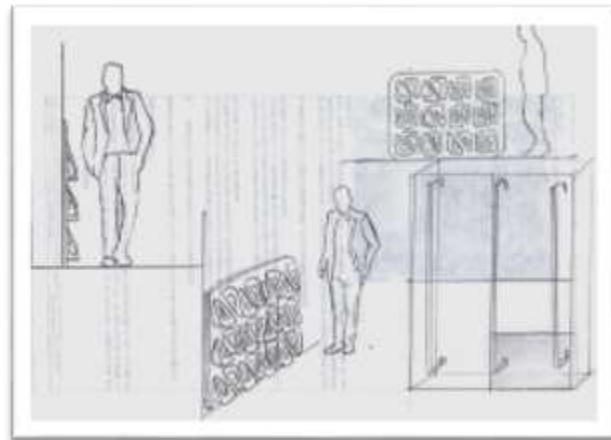


Ilustración 14 N°1 esbozo de idea. Fuente propia

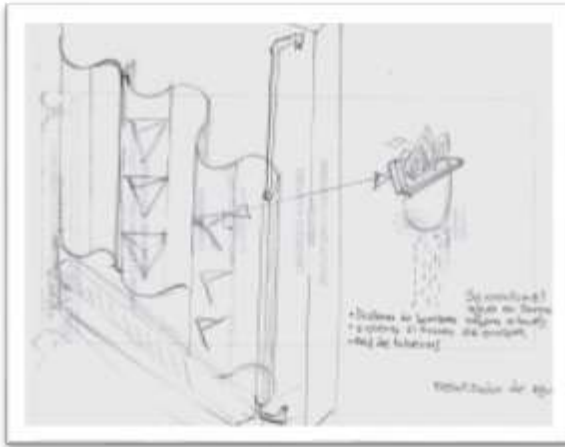


Ilustración 15 N°2 esbozo de idea. Fuente propia

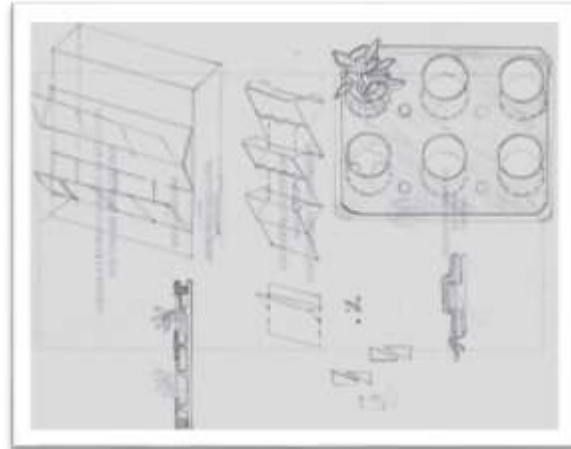


Ilustración 16 N°3 esbozo de idea. Fuente propia

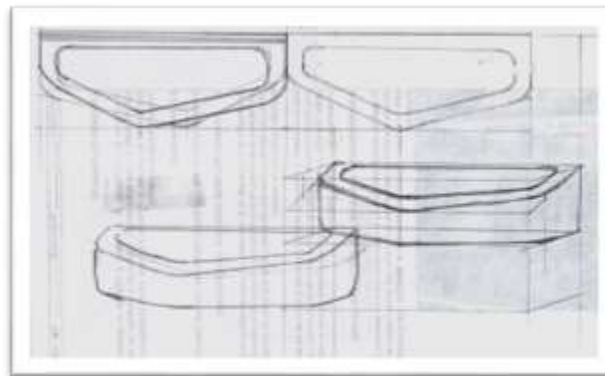


Ilustración 17 N°4 esbozo de idea. Fuente propia

| DETERMINANTES | PARAMETROS | REQUERIMIENTOS | PONDERACIÓN | | | |
|--|---|--|-------------|----------|-----------|-----------|
| | | | N°1 | N°2 | N°3 | N°4 |
| Debe proporcionar la manipulación adecuada entre el usuario y el producto | Esquinas o bordes redondeados Dimensiones mínimas | Formas orgánicas Medidas no superiores a 1mt | 4 | 1 | 4 | 5 |
| El producto debe ser fácil de instalar y agradable con el usuario | Modular Ensamblaje Reducción de componentes | Se reducirán al máximo sus componentes en forma y dimensiones Las piezas serán adaptables unas a otras. | 3 | 1 | 3 | 3 |
| Los paneles modulares deben permitir ser replicados en toda superficie vertical | Geometrización Módulos auto portantes | Patrones repetitivos Despliegue de partes | 3 | 0 | 4 | 4 |
| Los paneles modulares deben llevar una continuidad formal que permita que todas sus Partes encajen fácilmente. | Cortes longitudinales Altos y bajos relieves | Inclinación en diagonal por medio de cortes desde la parte superior a la inferior frontal del módulo. Niveles modulares en vista lateral. | 4 | 0 | 2 | 4 |
| La unidad de sus componentes deben ser proporcionales y simétricos. | Módulos iguales Morfología | Simetría especular o axial. Proporción adaptable al percentil 95 de la mano | 4 | 3 | 4 | 4 |
| Debe disminuir los puntos de anclaje de la estructura de soporte. | Disminución de pasos de instalación Elementos de fijación unidos al producto | Mínimo 2 puntos de anclaje y máximo 4. Soportes de unión estructural. | 3 | 3 | 2 | 3 |
| TOTAL: | | | 21 | 8 | 19 | 23 |

Tabla 7. Matriz de evaluación esbozos de ideas

Nota. Fuente propia

Resultados de la matriz de evaluación de ideas

Según el resultado anterior de la matriz se concluye que la idea n°2 se suprime ya que fue la que menor nivel tuvo, y se tendrá en cuenta las demás ideas para posteriormente desarrollar todas las alternativas y así definir un diseño que cumpla con las condiciones específicas, las cuales se establecieron a continuación.

9.2. Alternativas

9.2.1. Definición de condiciones específicas para el diseño. A partir del análisis ergonómico que se hizo previamente y de las condiciones generales de diseño, se considera este tipo de condiciones específicas para la evolución de cada una de las alternativas.

REQUERIMIENTOS DE FUNCIÓN

- Desempeño funcional de ensamble: El elemento permite que su función de ensamble se desarrolle correctamente.
- Versatilidad: Proporciona al usuario un proceso versátil para el montaje y desmontaje de los paneles modulares.
- Resistencia: Su materialidad resiste ante los esfuerzos de compresión o ensamble de sus partes.

REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES

- Dimensiones: El producto se adapta a las medidas que no superan el mt^2
- Anclaje a la superficie: Disminución de puntos de anclaje de la estructura de soporte al muro.
- Pasos de instalación: Disminución de pasos de instalación del producto.

REQUERIMIENTOS FORMALES

- Proporción: La unidad de los componentes del elemento es proporcionales.
- Continuidad formal: Los paneles modulares encajan fácilmente por su configuración formal.
- Ensamblaje modular: Paneles modulares escalables, encajables y repetitivos.

9.2.2. Alternativa de diseño 1. En la siguiente imagen se muestra la geometrización a partir de una figura geométrica básica, la intervención por medio de diferentes líneas que atraviesan y cortan el rectángulo base, haciendo de esta manera una sustracción de piezas a partir de las líneas de corte respetando la geometrización rectangular, sometiéndola finalmente a una reducción de elementos y en conclusión se obtiene un elemento asimétrico (ver la ilustración 18).

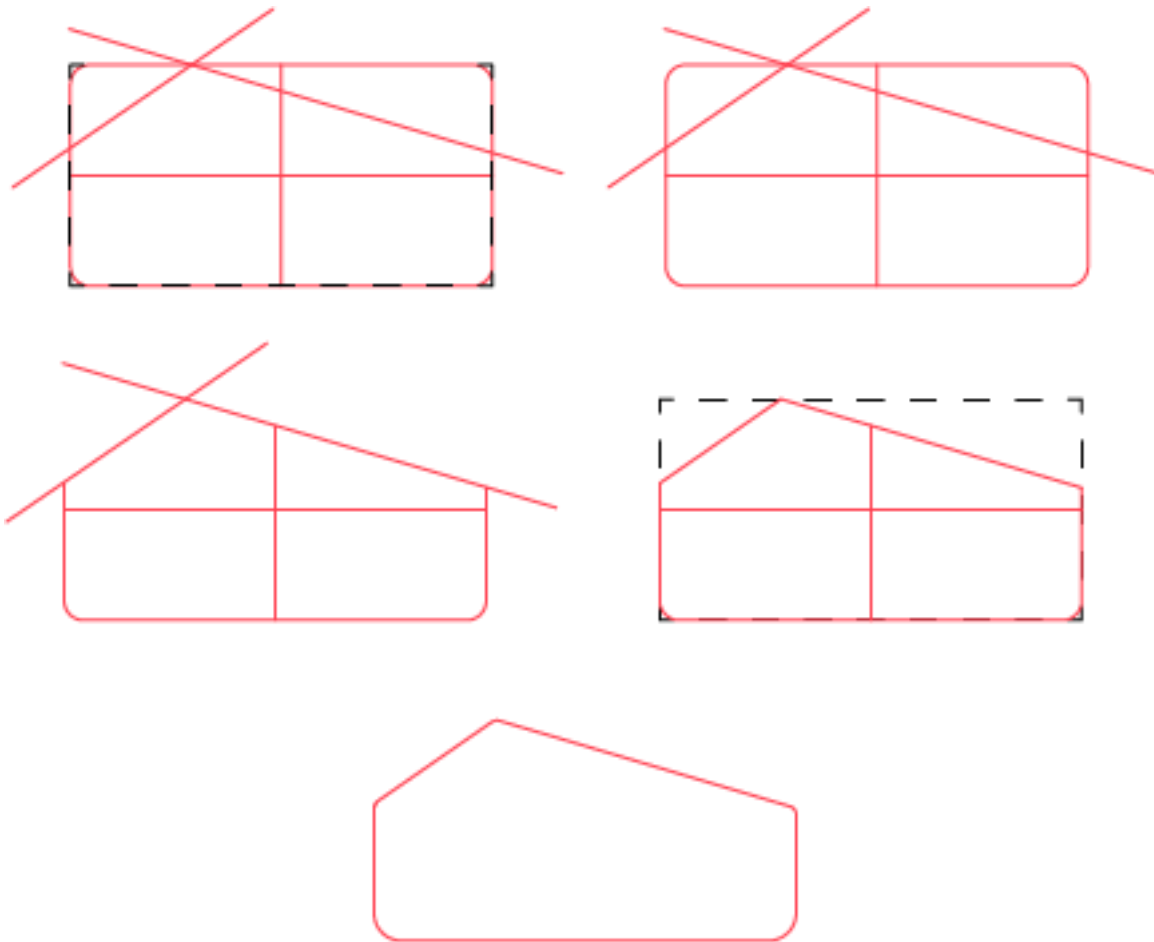


Ilustración 18. Geometrización a partir de un rectángulo, fuente propia.

En cuanto a las dimensiones del módulo de esta alternativa se muestra en la ilustración 19, así como también la textura del material por el cual se propone se componga los módulos y este es de polietileno de alta densidad, que es lisa y brillante.

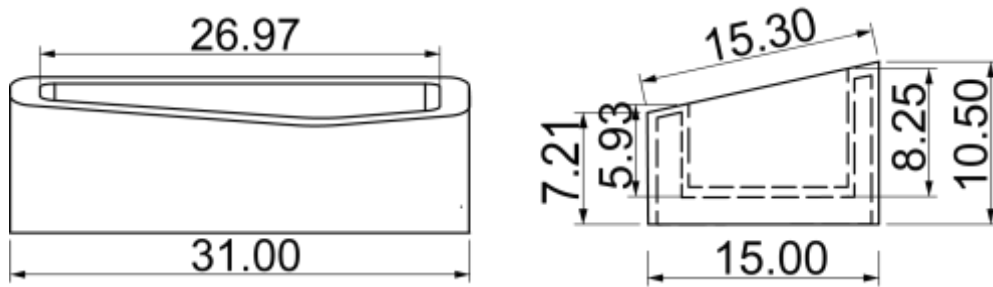


Ilustración 19. Dimensiones alternativa n°1. Fuente propia.

A continuación se mostrara el desarrollo de la propuesta (ver ilustración 20) como su funcionamiento y la replicabilidad modular de la misma, en donde el módulo 1 y 2 encajan entre si para que se extienda en las dimensiones que se desee cubrir verticalmente, cada módulo es el portador de la planta y por medio de dos superficies laterales de acero anclados a la pared, se podrá sostener los módulos principales ubicados lateralmente, sosteniendo todo el sistema como tal.



Ilustración 20. Alternativa 1, generación de una pieza modular para la composición de un jardín vertical, fuente propia.

9.2.1.1. Modelo físico a escala. El modelo físico es la primera aproximación formal con modelos rápidos de baja fidelidad, es decir un acercamiento básico para la generación, desarrollo y contraste de ideas. Todos ellos funcionan como elementos de materialización de conceptos, como medio de organización de ideas para observar, analizar formas y volúmenes, construyendo formas a través de materiales fáciles de modelar y mecanizar, como por ejemplo pastas de modelar, papel ,cartón ,espumas etc (Conejero, Martínez, Ayala & Fernández, 2012).

El siguiente modelo físico se realizó en material cartón paja compuesto por 6 módulos y el sistema de anclaje a la superficie vertical, esta es la primera representación tridimensional que analiza las cuestiones relacionadas con criterios de percepción que facilita las decisiones iniciales de diseño.



Ilustración 21 Modelo físico alternativa 1. Fuente propia

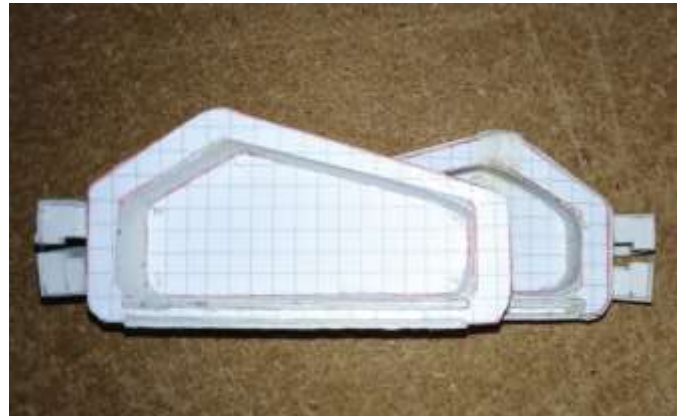


Ilustración 22 Modelo físico alternativa 1. Fuente propia



Ilustración 23. Modelo físico alternativa 1. Fuente propia

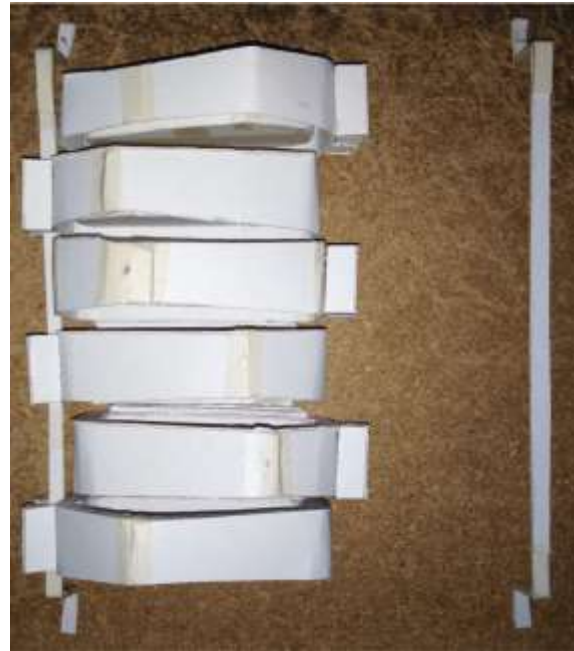


Ilustración 24. Modelo físico alternativa 1. Fuente propia



Ilustración 25. Modelo físico alternativa 1. Fuente propia



Ilustración 26. Modelo físico alternativa 1. Fuente propia

9.2.3. Alternativa de diseño 2. La segunda alternativa de diseño sigue la misma tendencia a la alternativa uno, se realiza a partir de una forma geométrica básica (cuadrado equilátero), partiendo esta misma en diversas formas mediante el corte de líneas en diferentes ángulos con la intención de generar módulos asimétricos.

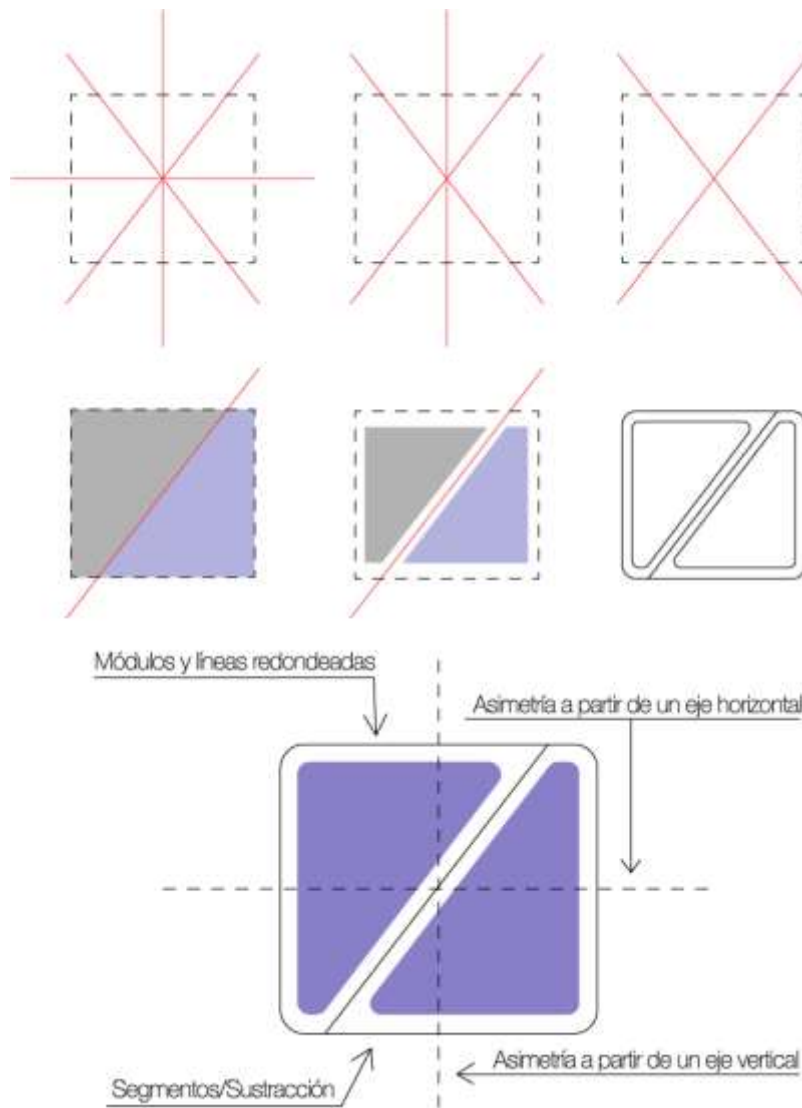


Ilustración 27. Geometrización de un cuadrado equilátero, fuente propia.

En cuanto a las dimensiones en centímetros de esta alternativa se muestra en la ilustración 28, el material por el cual se propone esta alternativa es de polietileno de alta densidad, que es lisa y brillante.

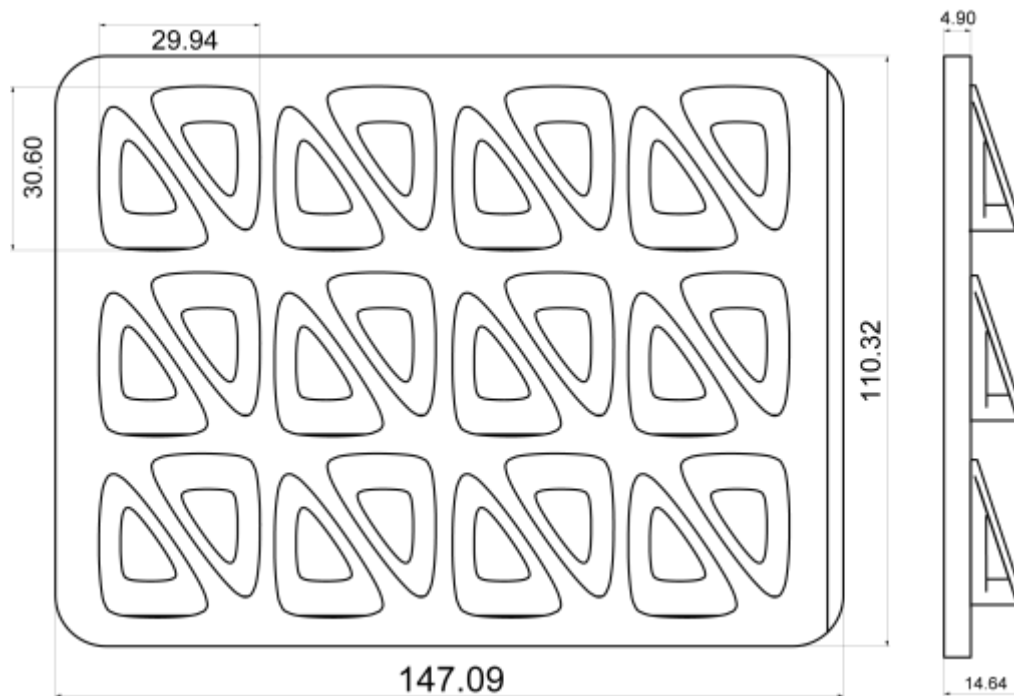


Ilustración 28. Dimensiones alternativa n°2. Fuente propia.

A continuación se mostrara el desarrollo de la propuesta (ver ilustración 29) la cual se compone de un submódulo, es decir un módulo que se compone de elementos más pequeños repetidos en la superficie, este es anclado a la pared con dos superficies laterales de acero anclados a la pared, este submódulo puede ser replicable y anclado entre sí por medio de pestañas laterales

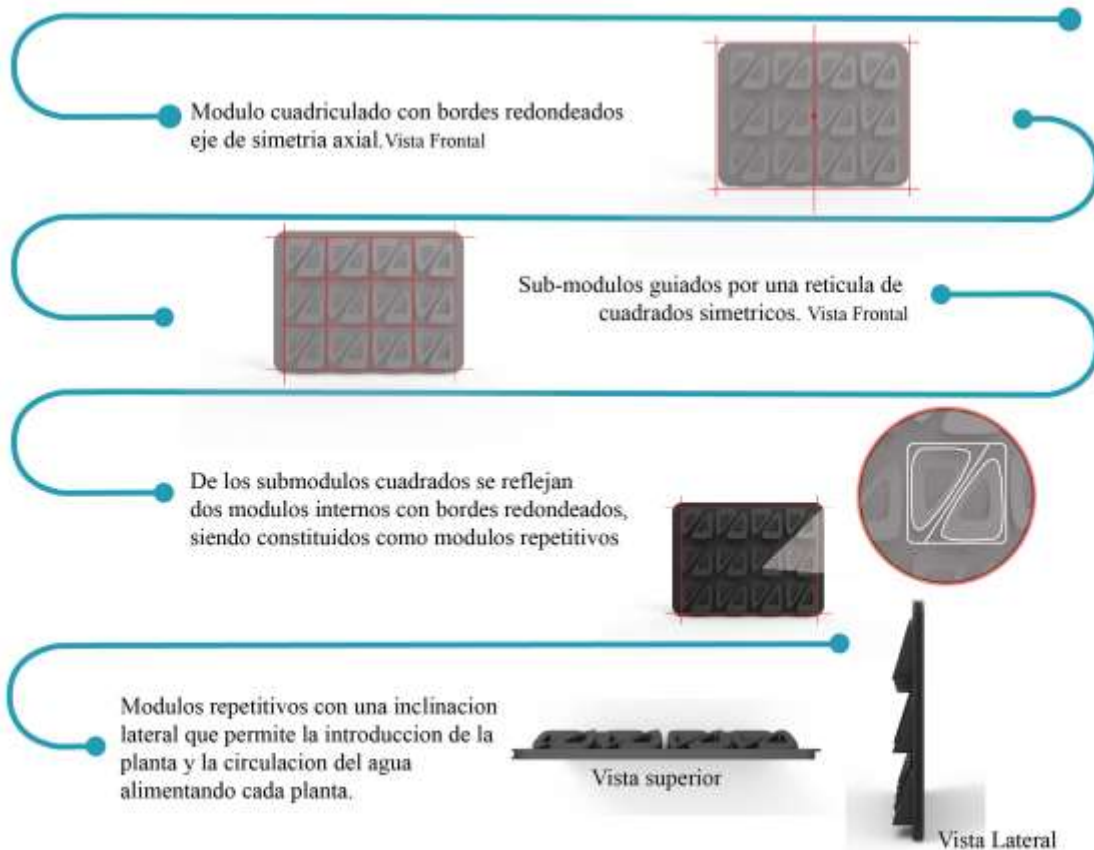


Ilustración 29. Alternativa 2, generación de una pieza modular para la composición de un jardín vertical, fuente propia.

9.2.2.1. Modelo físico a escala. El siguiente modelo físico se realizó en material cartón paja compuesto por el modulo principal con 9 sub-módulos, y el sistema de anclaje a la superficie vertical, esta es la primera representación tridimensional que analiza las cuestiones relacionadas con criterios de percepción que facilita las decisiones iniciales de diseño.



Ilustración 30. Modelo físico alternativa 2. Fuente propia



Ilustración 31. Modelo físico alternativa 2. Fuente propia



Ilustración 32. Modelo físico alternativa 2. Fuente propia

9.2.4. Alternativa de diseño 3. La alternativa de diseño 3 se concibe a partir de una forma geométrica circular guiadas por una retícula repetitiva que mantiene una distancia entre cada figura, esta se sustrae para que de esta forma genere un espacio para contener cada planta y está planteado del material polietileno de alta densidad con textura lisa y brillante



Ilustración 33. Alternativa 3, generación de una pieza modular para la composición de un jardín vertical, fuente propia

Para las dimensiones de esta alternativa medidas en centímetros en la ilustración 34, esta propuesta se planteó de 2 piezas que encajan entre sí y esta se ancla a dos superficies laterales de acero anclados a la pared mostrado anteriormente.

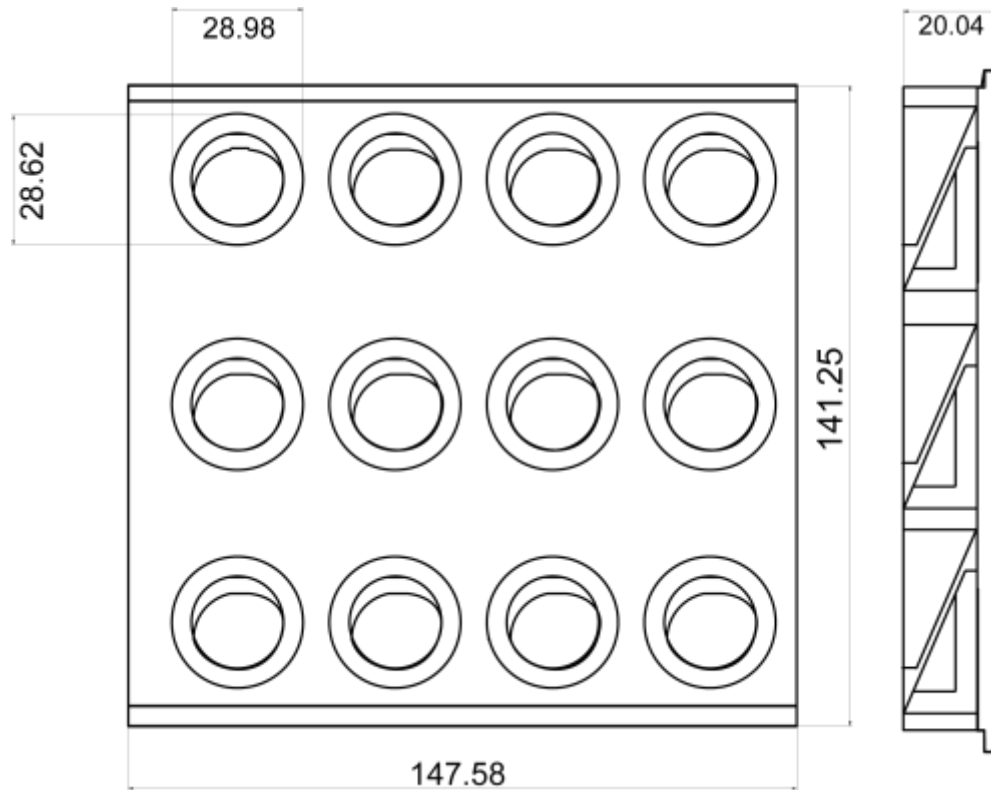


Ilustración 34. Dimensiones alternativa n°3. Fuente propia

9.2.3.1. Modelo físico a escala. El siguiente modelo físico se realizó en material cartón paja compuesto por 2 módulos principales, cada uno con 3 sub-módulos, el sistema consiste en que los módulos principales encajen entre sí como 2 piezas de ensamble, esta es la primera representación tridimensional que analiza las cuestiones relacionadas con criterios de percepción que facilita las decisiones iniciales de diseño.



Ilustración 35. Modelo físico alternativa 3. Fuente propia



Ilustración 36. Modelo físico alternativa 3. Fuente propia



Ilustración 37. Modelo físico alternativa 3. Fuente propia



Ilustración 38. Modelo físico alternativa 3. Fuente propia

9.3. Matriz De Selección De Diseño

Para determinar cuál de las alternativas tiene el mayor nivel de cumplimiento de los requerimientos de función, estructurales y formales, se realiza una matriz que confronta las 3 alternativas, evaluándolas para definir la alternativa final y así proceder a su evolución, convirtiéndola en la propuesta final del proyecto.

9.3.1. Nivel De Medición. Conforme a los criterios impuestos anteriormente en la tabla de determinantes, parámetros y requerimientos, se evalúa cada alternativa conforme a esos criterios por medio de los siguientes rangos de valoración de cada uno, donde:

5-4 Cumple

3-2 Cumple medianamente

1-0 No cumple

Tabla 8 .Matriz de evaluación alternativa N° 1

| | | | | ALTERNATIVA N°1 | |
|-------------|-------------------------------------|---------------------------------|--|------------------------|--|
| ITEM | ASPECTO | PRINCIPIO DE DISEÑO | CONCEPTO | PONDERACION | ESPECIFICACION |
| 1 | REQUERIMIENTOS DE FUNCIÓN | Desempeño funcional de ensamble | El elemento permite que su función de ensamble se desarrolle correctamente | 4 | Proporciona un desarrollo correcto se ensamble |
| 2 | | Versatilidad | Proporciona al usuario un proceso versátil para el montaje y desmontaje de los paneles modulares | 4 | Mediante canales entre los paneles modulares proporciona versatilidad en el momento de montaje y desmontaje |
| 3 | | Resistencia | Su materialidad resiste ante los esfuerzos de compresión o ensamble de sus partes | 5 | El material provisto para los módulos son polipropileno, polietileno o acrílico, materiales con alta resistencia |
| 4 | REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES | Dimensiones | El producto se adapta a las medidas que no superan los 50 cm | 5 | No sobrepasa las dimensiones provistas |
| 5 | | Anclaje a la superficie | Disminución de puntos de anclaje de la estructura de soporte al muro | 5 | Puntos de anclaje de la estructura de soporte en la superficie del muro , siendo este de 4 puntos de anclaje |
| 6 | | Pasos de instalación | Disminución de pasos de instalación del producto | 2 | Aumento de pasos para la instalación del producto a comparación de los existentes que son de 5 pasos en adelante |

MATRIZ DE EVALUACION

ALTERNATIVA N°1

| ITEM | ASPECTO | PRINCIPIO DE DISEÑO | CONCEPTO | PONDERACION | ESPECIFICACION |
|------|--------------------------------|---------------------|--|-------------|---|
| 7 | REQUERIMIENTOS FORMALES | Proporción | La unidad de los componentes del elemento es proporcionales. | 3 | Los módulos son proporcionales al usuario |
| 8 | | Continuidad formal | Los paneles modulares encajan fácilmente por su configuración formal | 4 | La configuración formal permite que fácilmente encajen cada módulo con otro. |
| 9 | | Ensamblaje modular | Paneles modulares escalables, encajables y repetitivos | 4 | Cada módulo tiene en la parte superior una abertura y en la parte inferior una superficie que permite que cada uno encaje con otro, permitiendo su repetitividad en la superficie |
| | | | TOTAL | 36 | |

Tabla 9. *Matriz de evaluación alternativa N° 2*

ALTERNATIVA N°2

| ITEM | ASPECTO | PRINCIPIO DE DISEÑO | CONCEPTO | PONDERACION | ESPECIFICACION |
|------|-------------------------------------|---------------------------------|---|-------------|---|
| 1 | REQUERIMIENTOS DE FUNCIÓN | Desempeño funcional de ensamble | El elemento permite que su función de ensamble se desarrolle correctamente | 4 | El ensamble del módulo es de horquilla con corte falso. |
| 2 | | Versatilidad | Proporciona un proceso versátil para el montaje y desmontaje de los paneles modulares | 2 | Se adapta fácilmente entre sus componentes para su función |
| 3 | | Resistencia | Su materialidad resiste ante los esfuerzos de compresión o ensamble de sus partes | 5 | El material provisto para los módulos son polipropileno, polietileno o acrílico, materiales con alta resistencia |
| 4 | REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES | Dimensiones | El producto se adapta a las medidas que no superan los 50 cm | 4 | Todos sus componentes cubren en su totalidad la superficie del muro sin sobrepasarlo |
| 5 | | Anclaje a la superficie | Disminución de puntos de anclaje de la estructura de soporte al muro | 3 | La estructura de soporte de los módulos tiene 4 puntos de anclaje al muro a comparación de los existentes que están entre 10 y 14 puntos de anclaje |
| 6 | | Pasos de instalación | Disminución de pasos de instalación del producto | 3 | Por medio de la unificación de módulos y unos por sus laterales disminuyen los pasos para su instalación, con 4 puntos de anclaje a la superficie |

MATRIZ DE EVALUACIÓN

ALTERNATIVA N°2

| ITEM | ASPECTO | PRINCIPIO DE DISEÑO | CONCEPTO | PONDERACION | ESPECIFICACION |
|------|--------------------------------|---------------------|--|-------------|---|
| 7 | REQUERIMIENTOS FORMALES | Proporción | La unidad de los componentes del elemento es proporcionales. | 2 | Los módulos son proporcionales al usuario |
| 8 | | Continuidad formal | Los paneles modulares encajan fácilmente por su configuración formal | 2 | Su configuración formal de los módulos se ensamblan y generan continuidad hasta cubrir el muro |
| 9 | | Ensamblaje modular | Paneles modulares escalables, encajables y repetitivos | 2 | Cada módulo tiene una horquilla con corte falso en las partes laterales, superiores e inferiores , permite que cada uno se ensamble y sea repetitivo en toda la superficie del muro |
| | | | TOTAL | 27 | |

Nota. Fuente propia

Tabla 10. *Matriz de evaluación alternativa N° 3*

| | | | | ALTERNATIVA N°3 | |
|-------------|-------------------------------------|---------------------------------|---|------------------------|--|
| ITEM | ASPECTO | PRINCIPIO DE DISEÑO | CONCEPTO | PONDERACION | ESPECIFICACION |
| 1 | REQUERIMIENTOS DE FUNCIÓN | Desempeño funcional de ensamble | El elemento permite que su función de ensamble se desarrolle correctamente | 5 | El elemento se ensambla a la estructura de soporte por medio de compresión entre las 2 partes del modulo |
| 2 | | Versatilidad | Proporciona al operario un proceso versátil para el montaje y desmontaje de los paneles modulares | 4 | Los módulos se ensamblan por compresión entre sus 2 partes tipo sándwich |
| 3 | | Resistencia | Su materialidad resiste ante los esfuerzos de compresión o ensamble de sus partes | 5 | El material provisto para los módulos son polipropileno, polietileno o acrílico, materiales con alta resistencia |
| 4 | REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES | Dimensiones | El producto se adapta a las medidas que no superan los 50 cm | 4 | Todos sus componentes cubren en su totalidad la superficie del muro sin sobrepasarlo |
| 5 | | Anclaje a la superficie | Disminución de puntos de anclaje de la estructura de soporte al muro | 4 | Puntos de anclaje de la estructura de soporte en la superficie del muro , siendo este de 4 puntos de anclaje |
| 6 | | Pasos de instalación | Disminución de pasos de instalación del elemento | 2 | Disminuye los pasos a comparación de los actuales, pero no genera la suficiente diferencia |

MATRIZ DE EVALUACIÓN

ALTERNATIVA N°3

| ITEM | ASPECTO | PRINCIPIO DE DISEÑO | CONCEPTO | PONDERACION | ESPECIFICACION |
|------|--------------------------------|---------------------|--|-------------|---|
| 7 | REQUERIMIENTOS FORMALES | Proporción | La unidad de los componentes del elemento son proporcionales. | 3 | La proporción de los módulos y el usuario es media |
| 8 | | Continuidad formal | Los paneles modulares encajan fácilmente por su configuración formal | 1 | Los módulos se ensamblan entre sí , pero su nivel de facilidad es baja porque cada módulo se divide en 2 partes |
| 9 | | Ensamblaje modular | Paneles modulares escalables, encajables y repetitivos | 3 | Posibilidad de escalar los módulos y repetirlos para cubrir toda la superficie |
| | | | TOTAL | 31 | |

Nota: Fuente propia

9.4. Selección Y Evolución De La Propuesta De Diseño



Ilustración 39. Alternativa de diseño seleccionada. Fuente propia.

Se selecciona la alternativa numero 1 como la mejor opción ya que cumple con la mayoría de características que se busca en el desarrollo del proyecto, a partir de este se genera un modelo base para comprobar diferentes aspectos de forma (Proporción y continuidad formal) y funcionalidad (Ensamble, versatilidad y Resistencia).

A partir de lo anterior se realiza un rediseño en la superficie de anclaje de los módulos a la pared, otorgando al usuario facilidad para desarrollar el proceso de instalación, esta propuesta de anclaje consiste en dos superficies iguales que encajan entre si, con ayuda de otra superficie ubicada en la parte superior la cual se traspasa horizontalmente. Para el anclaje a la pared se plantea un solo punto por medio de un de chazo para tornillo.

Desde la perspectiva más general el sistema de anclaje fue evolucionando con el fin de lograr una total armonía con los módulos y generar un sistema por completo modular, todo esto resultado de la observación directa de los modelos físicos a escala, comprobando el ensamble de cada pieza y su proporción para así definir el diseño final, tal desarrollo es profundizado en el capítulo de comprobaciones.

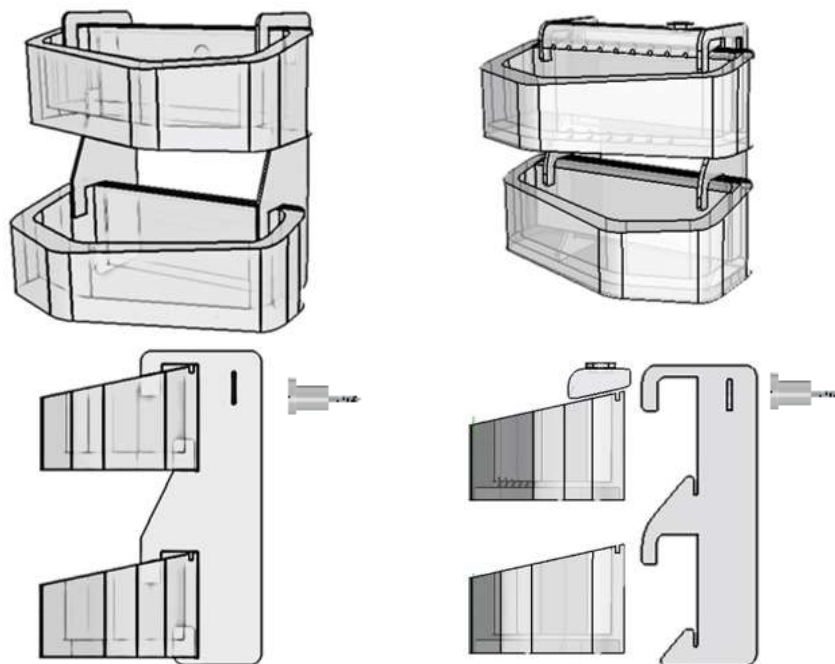


Ilustración 40. Rediseño sistema de anclaje. Fuente propia.

9.4.1. Detalles de la propuesta final.



Ilustración 41. Evolución final del jardín vertical modular para espacios interiores. Fuente propia

El diseño de este elemento se planteó desde la forma inicial en sus módulos, modificando el sistema de anclaje de los mismos, básicamente se realizó una evolución de las piezas anteriores que se encajan a los módulos a ser una sola superficie con el mismo principio de sustracción lateral, pero en este caso se realizó en los laterales de la superficie por medio de sustracciones que permiten que el módulo encaje de lado y horizontalmente.

En la parte superior se ubican recipientes en los que se introduce el agua para el riego de las plantas a través de goteo para hidratar la planta desde el primer modulo de arriba hacia abajo hasta llegar por gravedad a todos los módulos inferiores al primero, ya que cada módulo en el interior posee orificios que permiten el flujo de agua y así cada planta de los módulos la absorba.

Como resultado final se evidencia en la siguiente ilustración el proceso evolutivo del diseño final.

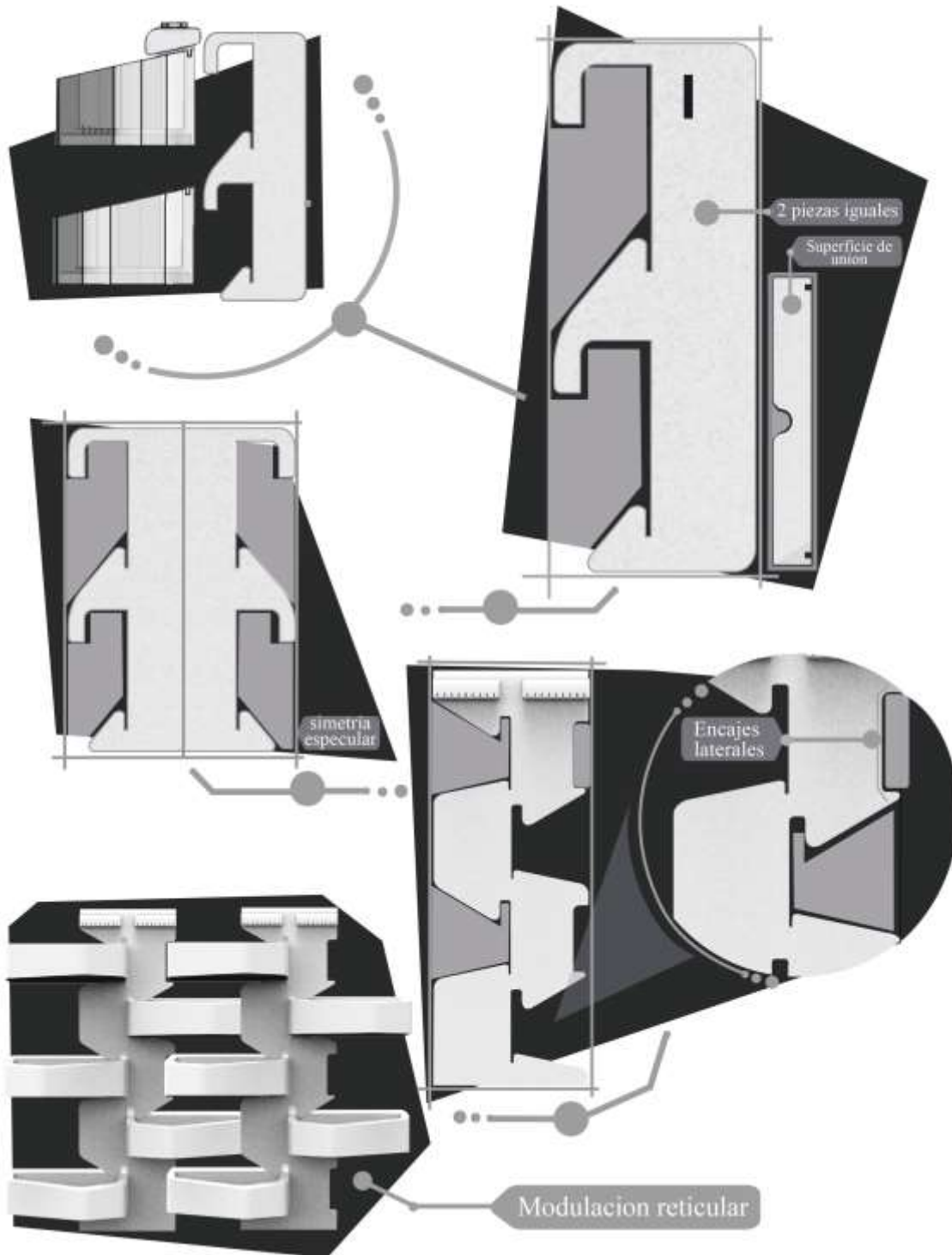


Ilustración 42. Proceso de evolución final jardín vertical modular. Fuente propia

CAPITULO 3 DE COMPROBACIONES

10. Modelo De Comprobación Tridimensional o Prototipo.

Inicialmente se muestra la siguiente ilustración para evidenciar el proceso evolutivo de la alternativa escogida de forma general y por consiguiente se profundiza cada resultado desde el desarrollo del primer prototipo del rediseño inicial, el cual permitió observar las falencias y modificarlo para el resultado del diseño final, donde fue sometido a comprobaciones técnicas y ergonómicas, aunque por cuestiones de la crisis mundial no se realizó el modelo real de la propuesta inicial se hizo un acercamiento utilizando herramientas como Solidworks y matrices ergonómicas que permitieron evaluarla correctamente.

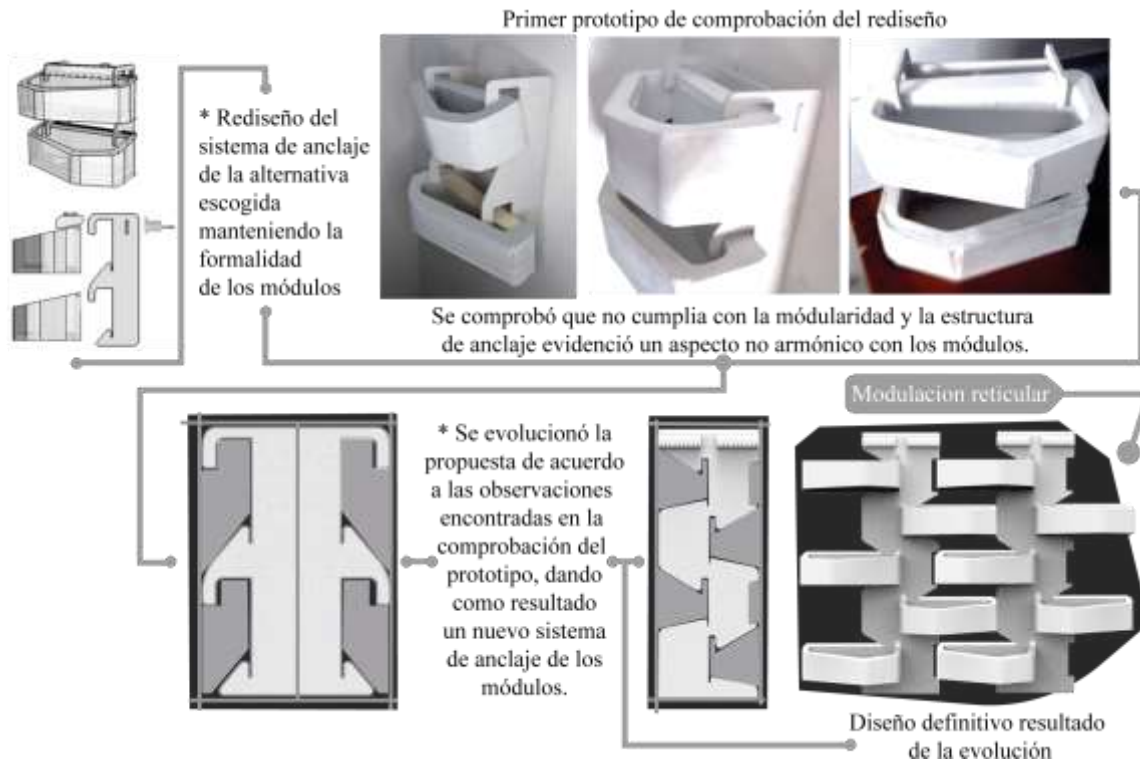


Ilustración 43. Evolución general del proceso de diseño. Fuente propia

La realización del modelo de comprobación inicialmente se plantea en cartón para los módulos y la representación de la primera modificación del sistema de anclaje en MDF, todo con el fin de observar, analizar formas y volúmenes representadas tridimensionalmente, así como también el encaje de las piezas.



Ilustración 44. Primer modelo físico a escala de la propuesta de anclaje. Fuente propia

A partir de este modelo se logró comprobar diferentes aspectos como la continuidad formal del sistema de anclaje, ya que este evidencia un aspecto no armónico con los módulos, lo que se observa es que no está de acuerdo con los bordes redondeados de los módulos con el aspecto rígido de lo recto en el sistema de anclaje. Una de las ventajas de este sistema es que cumple con la función de sostenimiento, anclaje y resistencia de los módulos.

De acuerdo a la observación del modelo físico anterior se realiza la modificación de los bordes redondeados en los módulos al sistema de anclaje, para así obtener una continuidad formal de las mismas.

10.1. Prototipo.

Con el fin de evaluar el funcionamiento de todo el sistema se realizó una comprobación por medio de un video (Ver anexo 3), evidenciando el proceso de instalación desde el encaje de las piezas con los módulos y el anclaje a la pared, a partir de este prototipo se concluyó que la estructura de anclaje de todo el sistema a la pared con y sin sustrato logró resistir el peso real de cada módulo , en este caso se utilizaron 2 módulos y cada uno encajó perfectamente en las piezas demostrando su capacidad de ajuste.

También se encontraron falencias que tienen que ver con el requerimiento de modularidad en el diseño, lo cual hizo notar la necesidad del mejoramiento del sistema de anclaje para así obtener una modulación reticular escalable que pueda cubrir dimensiones más grandes de acuerdo a la superficie dispuesta para la instalación y al deseo del usuario.



Ilustración 45. Comprobación del prototipo a escala real. Fuente propia

10.2. Instrumentos De Recolección De Datos De Las Comprobaciones.

Para la comprobación del diseño final se realizó un protocolo con el fin de evidenciar el antes y el después de la implementación del diseño abarcando pruebas de tipo ergonómico, así como también la aceptación y observaciones del usuario al realizar la instalación, aunque por motivos de la crisis de la pandemia no se realizó el protocolo este se registra en el anexo 4.

Como instrumento de comprobaciones se empleó el software de Solidworks el cual se uso para analizar la capacidad física de los módulos en cuanto al peso máximo de cada uno y su resistencia, también se realizó un análisis de todo el sistema para saber su resistencia a torsión, fuerza, cargas y sujeciones.

Aunque el material Polietileno es altamente resistente al impacto y se mantiene a temperaturas bajas, Sus propiedades eléctricas, particularmente en frecuencias elevadas son muy buenas.

Tabla 11. *Propiedades Mecánicas*

| | |
|---|----------------|
| Coeficient de Fricción | 0,29 |
| Dureza - Rockwell | D60-73 - Shore |
| Módulo de Tracción (GPa) | 0,5-1,2 |
| Relación de Poisson | 0,46 |
| Resistencia a la Tracción (MPa) | 15-40 |
| Resistencia al Impacto Izod (J m ⁻¹) | 20-210 |

Nota. Recuperado de Roca, 2005.p53

10.2.1. Resultados análisis de solidworks módulos.

10.2.1.1 Análisis de tensión módulo 1 y 2. Este analisis esta relacionado especificamente con la presión ejercida de los módulos, que dio como resultado un valor máximo de resistencia a la tensión medido en von mises la cual es una magnitud física usada como indicador de un buen diseño para materiales, así como también la aplicación mínima y máxima sobre cada nodo que son los puntos de tensión de la superficie.

Los resultados del análisis fueron que los módulos soportan una tensión de 6.610 von mises sobre 743 nodos máx, en la siguiente imagen se ubica en la parte lateral derecha el nivel de resistencia a la tensión desde un nivel mínimo hasta el máximo.

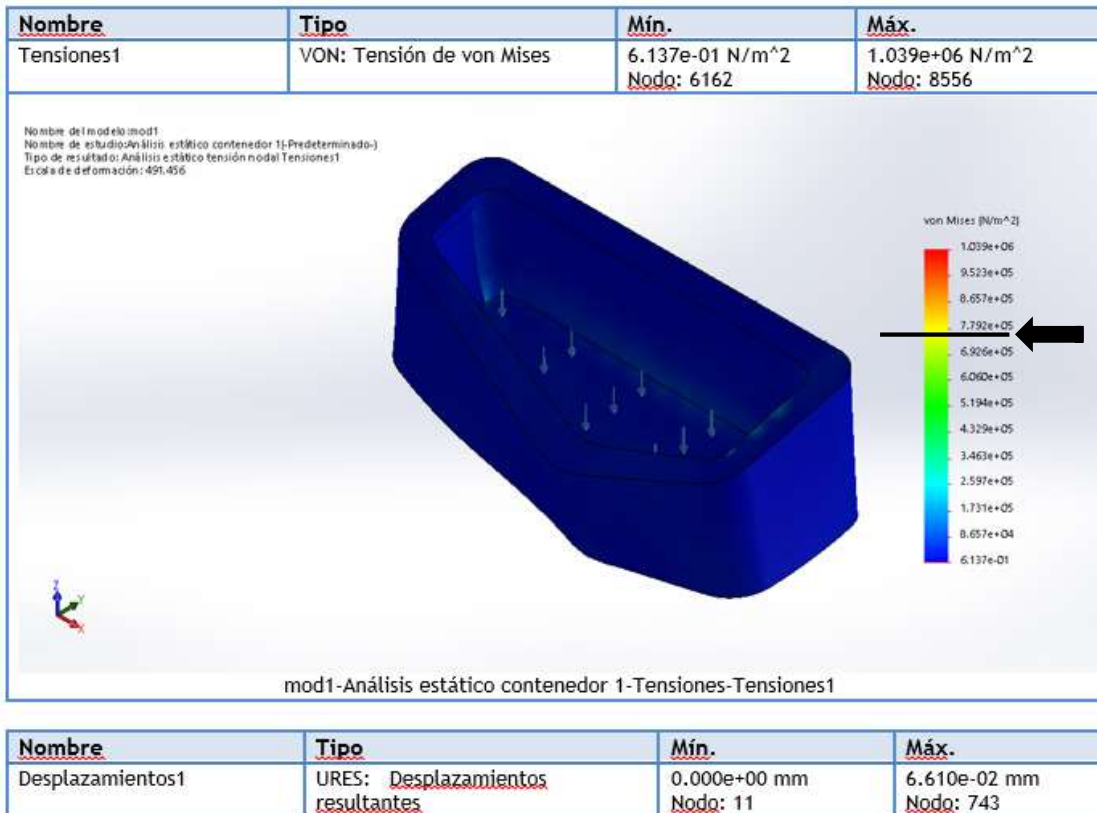


Ilustración 46. Análisis de tensión - simulación en solidworks. Fuente propia

1.2.1.2 Deformación unitaria equivalente (ESTRN). Se entiende como la relación existente entre la deformación total y la longitud inicial del elemento, la cual permitirá determinar la deformación del elemento sometido a esfuerzos o compresión axial. El resultado de deformación que soporta el módulo se muestra el límite de deformación con color rojo es la máxima central de 491.456 y en azul donde no se presenta deformación.

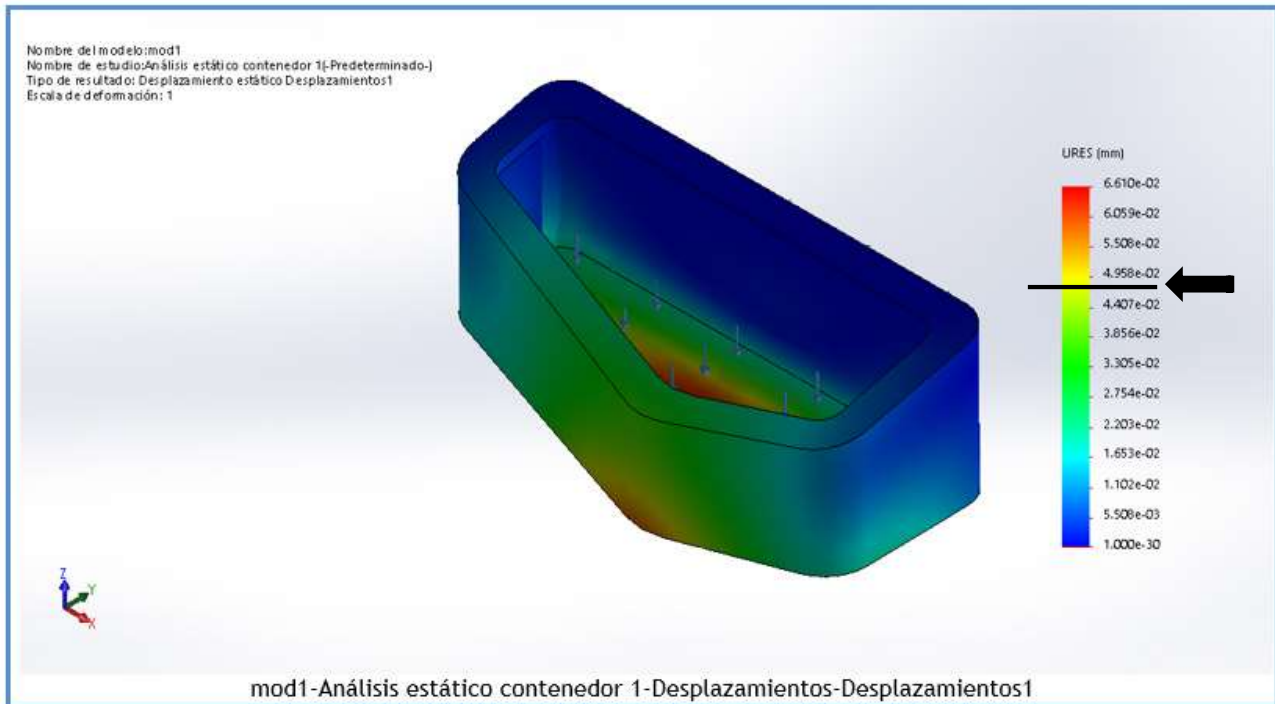


Ilustración 47. Análisis deformación unitaria- simulación en solidworks. Fuente propia

10.2.2. Resultados análisis estructural de solidworks. La estructura de soporte de los módulos es la superficie que va sujeta a la pared y mediante este análisis se evalúa el límite de tensión y deformación que puede llegar a soportar toda la estructura, considerando la carga de cada módulo encajada en la superficie de anclaje.

10.2.2.1 Análisis de tensión. Con respecto al conjunto de todo el sistema por el cual esta compuesto el diseño final, ahora bien se le aplicaron 1000gr como carga de cada módulo, en total la superficie que sostiene los módulos sostienen 4 kg , en la siguiente imagen se ilustra en la parte lateral derecha una barra en donde el limite de tension es el color rojo y el azul es donde no se aplica ninguna tensión, se puede observar que con la fuerza aplicada no existe limite de ruptura del material.

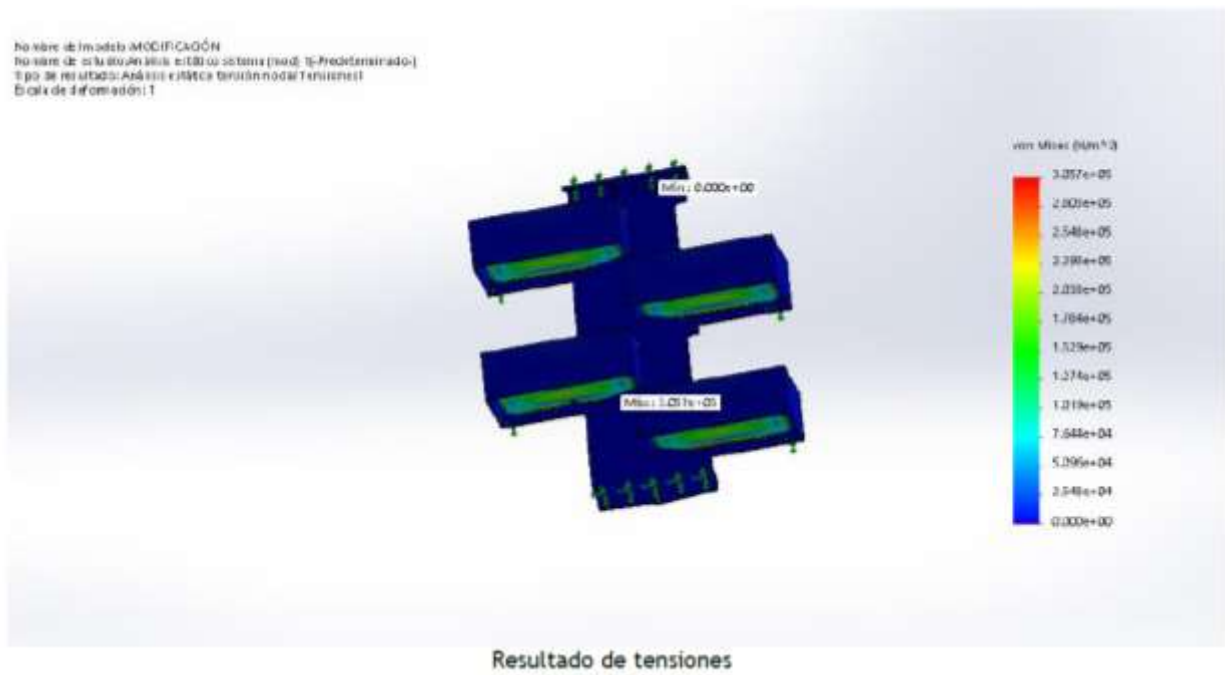


Ilustración 48. Análisis de tensión - simulación en solidworks. Fuente propia

10.2.2.2 Deformación unitaria equivalente (ESTRN). Para determinar el nivel de deformación de todo el conjunto sometido a esfuerzos o compresión , sabiendo que la carga total aplicada a los módulos de 4 kg, como se observa en la siguiente imagen el limite de deformacion se ubica en la zona central de cada módulo y en la parte superior e inferior que es donde se ubica los puntos de sujecion fijas , las cuales son representadas con el color verde del limite de deformación.

Cargas y sujeciones

| Nombre de sujeción | Imagen de sujeción | Detalles de sujeción |
|--------------------|--------------------|--|
| Fijo-1 | | Entidades: 5 cara(s) Tipo: Geometría fija |

| Fuerzas resultantes | | | | |
|--------------------------|-------------|-------------|---------|------------|
| Componentes | X | Y | Z | Resultante |
| Fuerza de reacción(N) | 0.000760561 | -0.00147266 | 19.6208 | 19.6208 |
| Momento de reacción(N.m) | 0 | 0 | 0 | 0 |

Resultado de deformaciones unitarias

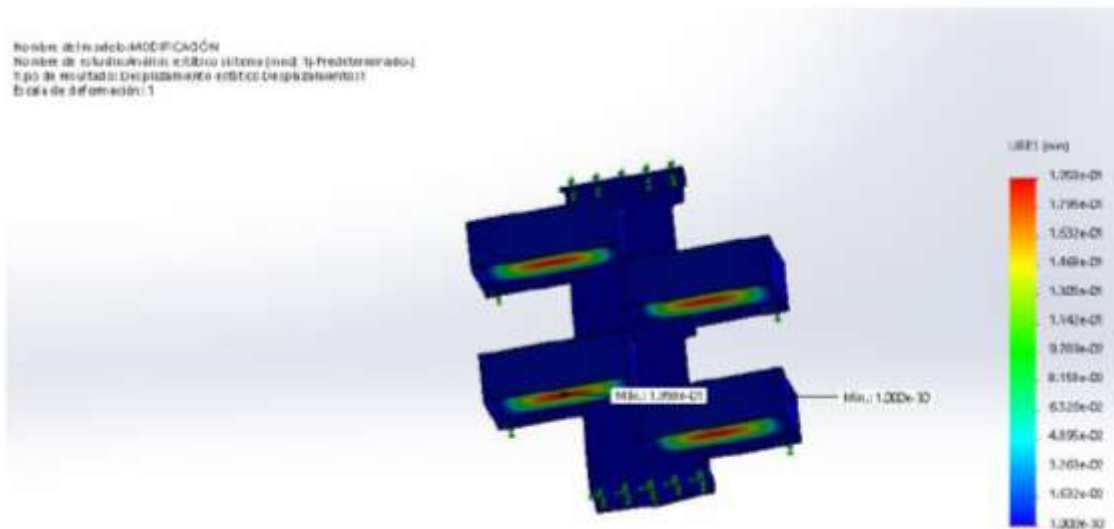


Ilustración 49. Análisis de cargas y sujeciones - simulación en solidworks. Fuente propia

Conclusiones

De acuerdo a cada análisis aplicado tanto a cada módulo como también al conjunto de todo el sistema del diseño final y considerandola tabla de las propiedades mecánicas del material por el cual esta hecho el elemento, se concluye que la superficie de anclaje resiste el peso de cada módulo junto con el peso aplicado en los mismos sin que haya ninguna ruptura o deformación.

10.3. Cumplimiento De Las Condiciones Del Diseño

En relación con las condiciones planteadas inicialmente en el proyecto y con el mejoramiento del diagnóstico ergonómico inicial , las cuales se busca que el diseño final las cumpla, para ello implementamos la misma matriz para evaluar si el diseño efectivamente cumple con los criterios impuestos en la matriz de evaluación. Cada criterio es evaluado por rangos de valoración de cada uno, donde 5-4 cumple, 3-2 cumple medianamente y 1-0 no cumple.

Tabla 12. *Matriz de evaluación - Jardín vertical modular planty home*

| ITEM | ASPECTO | PRINCIPIO DE DISEÑO | CONCEPTO | | ESPECIFICACION |
|------|---------------------------|---------------------------------|--|---|--|
| 1 | REQUERIMIENTOS DE FUNCIÓN | Desempeño funcional de ensamble | El elemento permite que su función de ensamble se desarrolle correctamente | 5 | El ensamble de cada módulo encaja correctamente |
| 2 | | Versatilidad | Proporciona al usuario un proceso versátil para el montaje y desmontaje de los paneles modulares | 5 | Mediante el montaje de cada módulo sin ningún elemento externo proporcionando versatilidad al usuario |
| 3 | | Resistencia | Su materialidad resiste ante los esfuerzos de compresión o ensamble de sus partes | 5 | El resultado de análisis de resistencia demostró que el material resiste a los esfuerzos y presión aplicada a cada módulo en todo el sistema |

REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES

| | | | | |
|---|-------------------------|--|---|--|
| 4 | Dimensiones | El producto se adapta a las medidas que no superan el mt^2 | 5 | No sobrepasa las dimensiones provistas |
| 5 | Anclaje a la superficie | Disminución de puntos de anclaje de la estructura de soporte al muro | 4 | Puntos de anclaje de la estructura de soporte en la superficie del muro , siendo este de 2 puntos de anclaje |
| 6 | Pasos de instalación | Disminución de pasos de instalación del producto | 4 | Aunque la diferencia de pasos de instalación son de 4 pasos se disminuyó considerablemente la complejidad de los mismos. |

REQUERIMIENTOS FORMALES

| | | | | |
|---|--------------------|--|---|--|
| 7 | proporción | La unidad de los componentes del elemento es proporcionales. | 4 | los módulos se adaptan a las medidas antropométricas de la mano |
| 8 | Continuidad formal | Los paneles modulares encajan fácilmente por su configuración formal | 4 | La configuración formal permite que fácilmente encajen cada módulo con la superficie de soporte. |
| 9 | Ensamblaje modular | Paneles modulares escalables, encajables y repetitivos | 5 | La superficie de anclaje tiene lateralmente muescas permitiendo la repetitividad de cada módulo en la superficie |

TOTAL 41

Nota. Fuente propia

10.4. Cumplimiento De Los Objetivos del Proyecto

El objetivo principal del proyecto es el facilitar la instalación de un sistema de jardín vertical modular en espacios interiores y como objetivos específicos simplificar la estructura de soporte del sistema del jardín vertical modular, así como también el mejoramiento a nivel ergonómico, adaptar la estructura del sistema modular al espacio interior para su instalación y disminuir los pasos para la instalación del sistema para el jardín vertical modular.

Se comparan los pasos que existen actualmente en la categoría modular de jardines verticales del mercado, así como también la complejidad de los mismos, de esta manera se determina cual es el proceso facilita al usuario la instalación del jardín.

Tabla 13. *Comparación pasos de instalación – Jardin vertical.*

| Jardines verticales existentes | Jardín vertical modular planty home |
|--|--|
| 1. marcar los orificios de perforacion | 1. Perforacion de la pared |
| 2. montaje de carriles <ul style="list-style-type: none"> • 4 puntos de perforación • 4 carriles para fijación con tornillos | <ul style="list-style-type: none"> • Atornillar el gancho en la pared 2. Montaje superficie de soporte al gacho de pared. |
| 3. montaje módulo de soporte <ul style="list-style-type: none"> • encajar y sostener el módulo en la parte inferior. • 2 puntos laterales de sujeción mediante tornillos. | 3. Acoplamiento de cada módulo encajado en la superficie de soporte. <ul style="list-style-type: none"> • 4 Acoplamientos |
| 4. montaje de los conectores para la sujeción del módulo. <ul style="list-style-type: none"> • 2 puntos laterales de sujecion en la parte superior de conector del módulo de plantación | 4. Introducción en cada módulo sustrato y Plantas <ul style="list-style-type: none"> • 4 módulos a rellenar |
| 5. plantación de los módulos. <ul style="list-style-type: none"> • taladrar un orificio en la parte inferior del módulo para el drenaje del agua. • rellenar los 16 orificios con sustrato | 5. Contenedores de agua. <ul style="list-style-type: none"> • Introducción de agua en los contenedores. |

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• plantación de cada planta. <p>6. montaje de los módulos plantados en la estructura metálica</p> <ul style="list-style-type: none">• colocar el módulo de plantación sobre el soporte inferior y atornillar a los laterales• bajar los 2 conectores laterales superiores y encaje con los módulos para luego proceder a atornillarlos. <p>total de pasos : 21</p> | <ul style="list-style-type: none">• Acoplar los contenedores en la parte superior. <p>Total de pasos: 13</p> |
|---|--|

Nota. Fuente propia

Según la tabla de comparación de pasos se puede evidenciar que mejoro considerablemente el proceso de instalación anterior al actual, dando al usuario una estructura de soporte sencilla y la disminución de pasos para la facilidad de instalación del jardín vertical modular en un espacio interior.

10.5. Comprobación Ergonómica

Mediante un análisis ergonómico de diferentes áreas que tienen que ver con la repetitividad de cada paso, las cargas y la valoración general de los índices ergonómicos, el cual permitió comprobar el nivel de mejoras en el actual diseño comparado con los riesgos presentados en el diagnóstico inicial, todo el análisis está profundizado en el factor humano del presente proyecto.

En la ilustración 50 se muestra la evaluación aplicada inicialmente sobre los índices de adecuación ergonómica antes del diseño final de este proyecto, es decir aplicada al jardín vertical de tipo modular existente en el mercado.

| | | INDICES DE ADECUACIÓN ERGONOMICA | | | | | | | | | | | | | | | | VALORACIÓN FAE |
|-----------------------------------|-------------------|---|---|---|---|----|----|---|---|----|----|----|----|----|----|---|---|-------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5A | 5B | 6 | 7 | 8A | 8B | 8C | 8D | 8E | 8F | | | |
| FACTORES DE ADECUACIÓN ERGONOMICA | INIDENCIA IAE | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | D |
| | USABILIDAD | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▼ | ▼ | ▲ | ▲ | ▲ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | R |
| | BIENESTAR | ▼ | ▲ | ▲ | ▼ | ▼ | ▼ | ▲ | ▲ | ▲ | ▼ | ▼ | ▼ | ▲ | ▼ | ▼ | ▼ | R |
| | IMPACTO AMBIENTAL | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▲ | R |
| | APREHENSIÓN | ▲ | ▲ | ▲ | ▼ | ▼ | ▼ | ▲ | ▲ | ▲ | ▼ | ▼ | ▼ | ▲ | ▼ | ▼ | ▼ | D |
| | SOCIOCULTURAL | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | ▼ | R |
| | MANTENIMIENTO | ▲ | ▲ | ▲ | ▼ | ▼ | ▼ | ▲ | ▲ | ▲ | ▼ | ▼ | ▼ | ▲ | ▼ | ▼ | ▼ | D |
| VALORACIÓN (1) | | A | A | A | B | B | A | A | A | B | B | B | A | B | B | | | |
| VALORACIÓN (2) | | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | | |
| VALORACIÓN (2) | | Se mantiene igual que al inicio | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| | | Cambió durante el desarrollo del proyecto | | | | | | | | | | | | | | ✗ | | |

Ilustración 50. Indices de adecuación ergonomica. Fuente propia

La anterior evaluación de índices de adecuación ergonomica, es el complemento de la aplicación del metodo Rula, el cual se aplicó para evaluar el proceso de instalación del jardin vertical modular del proyecto, desde el punto de vista ergonomico se mostró el mejoramiento de la instalacón, por lo tanto la ilustración 51 se evidencia parte del estudio con el resultado final, el cual es profundizado en el punto de factor humano.



Ilustración 51. Parte del análisis ergonomico de factor humano. Fuente propia

10.6. Conclusiones De Las Comprobaciones

Por medio de difetentes estudios realizados para poder comprobar que el producto diseñado cumplio con los requerimientos iniciales del proyecto , como lo fueron el prototipo hecho en mdf del mismo grosor del material por el cual se proyecta el producto (PE) , siendo de 5mm la superficie de soporte y de 3mm el grosor de los módulos, ya que con ese prototipo se pudo comprobar que efectivamente se encajaban los modulos con la superficie como tambien que podia soportar el peso del modulo con sustrato anclado a la pared , este arrojó que se debia cambiar el la superficie de anclaje ya que no armonizaba con la forma de los módulos, pero este se modifíco con el mismo principio de anclaje por sustracciones, ya no por la parte trasera de los módulos sino que se modifíco para que el anclaje fuera por los laterales de los módulos.

En cuanto al aspecto ergonomico se concluye que el diseño mejoro considerablemente respecto al primer diagnostico , disminuyendo las repeticiones de cada paso de instalacion y asi el riesgo fisico del usuario. Asi como tambien para poder comprobar que el diseño final soportaria la tensión y deformación se realizó el análisis en solodworks, el cual arrojó como resultado que el producto es resistente cada módulo con el peso aproximado aplicado en cada uno.

CAPITULO 4 DE ANÁLISIS DE FACTORES

11. Factor Producto

11.1. Configuración Formal

La proporción de cada módulo se basa en la modulación y geometrización de una figura básica, dando como resultado una figura orgánica de bordes redondeados que cumple con una simetría especular de un módulo con el otro, es decir que el módulo 2 es el reflejo del módulo 1 (Ver ilustración 48).

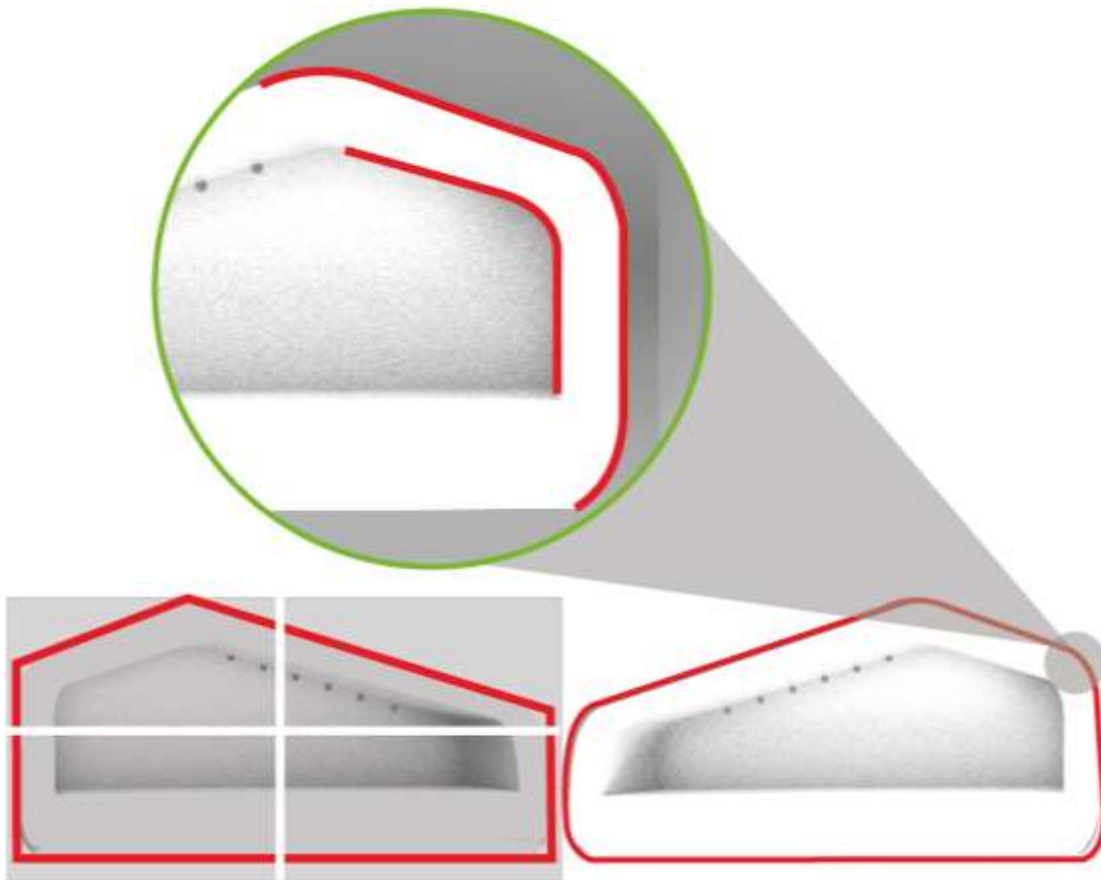


Ilustración 52. Configuración formal módulo - diseño final. Fuente propia.

En cuanto a la proporción de la superficie de anclaje de los módulos, este se basó en la geometización de una figura rectangular donde posteriormente se realizó un corte central, para así obtener una simetría bilateral que quiere decir la distribución equilibrada tanto en la parte izquierda como derecha, para lograr la forma final de la superficie, se realizaron diferentes sustracciones laterales e inclinadas para que cada módulo encaje horizontalmente con la superficie.

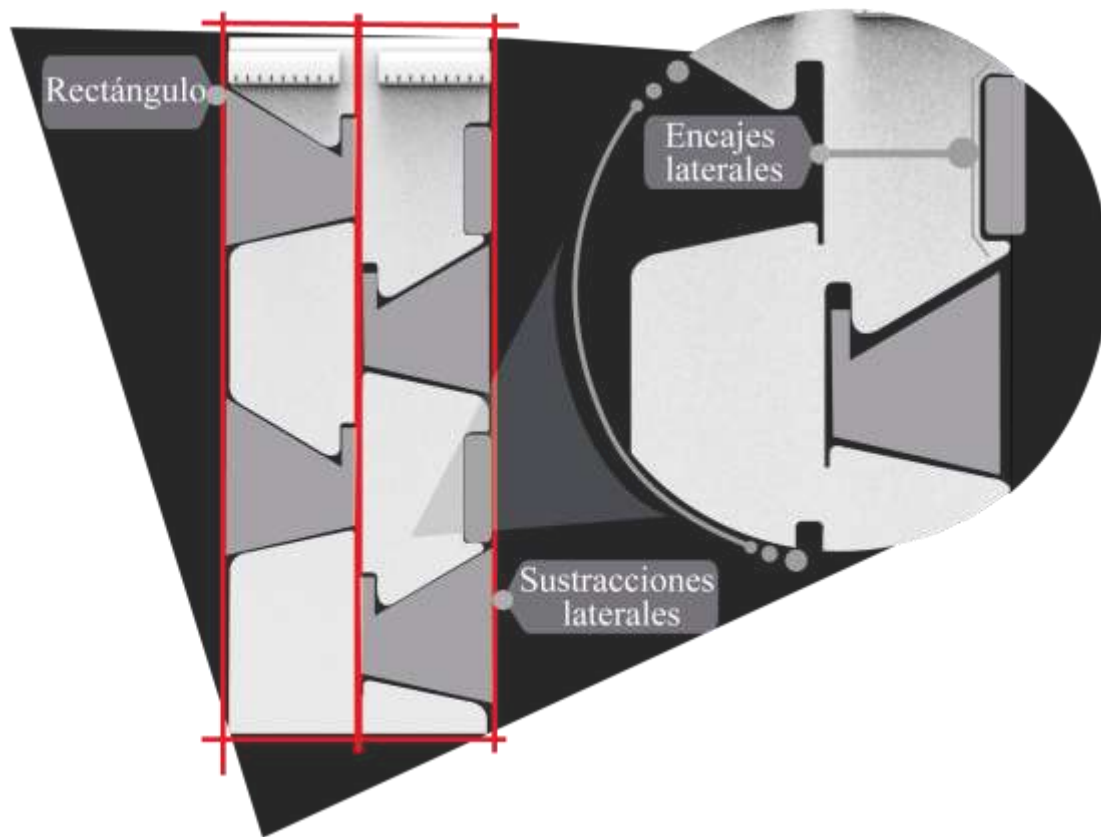


Ilustración 53. Configuración formal superficie de anclaje - diseño final. Fuente propia.

Los módulos poseen orificios dentro de la parte inferior del módulo con el fin de que el sistema de goteo de agua hidrate la planta desde el primer modulo de arriba hacia abajo hasta llegar por gravedad a todos los módulos inferiores al primero (Ver ilustración 49)

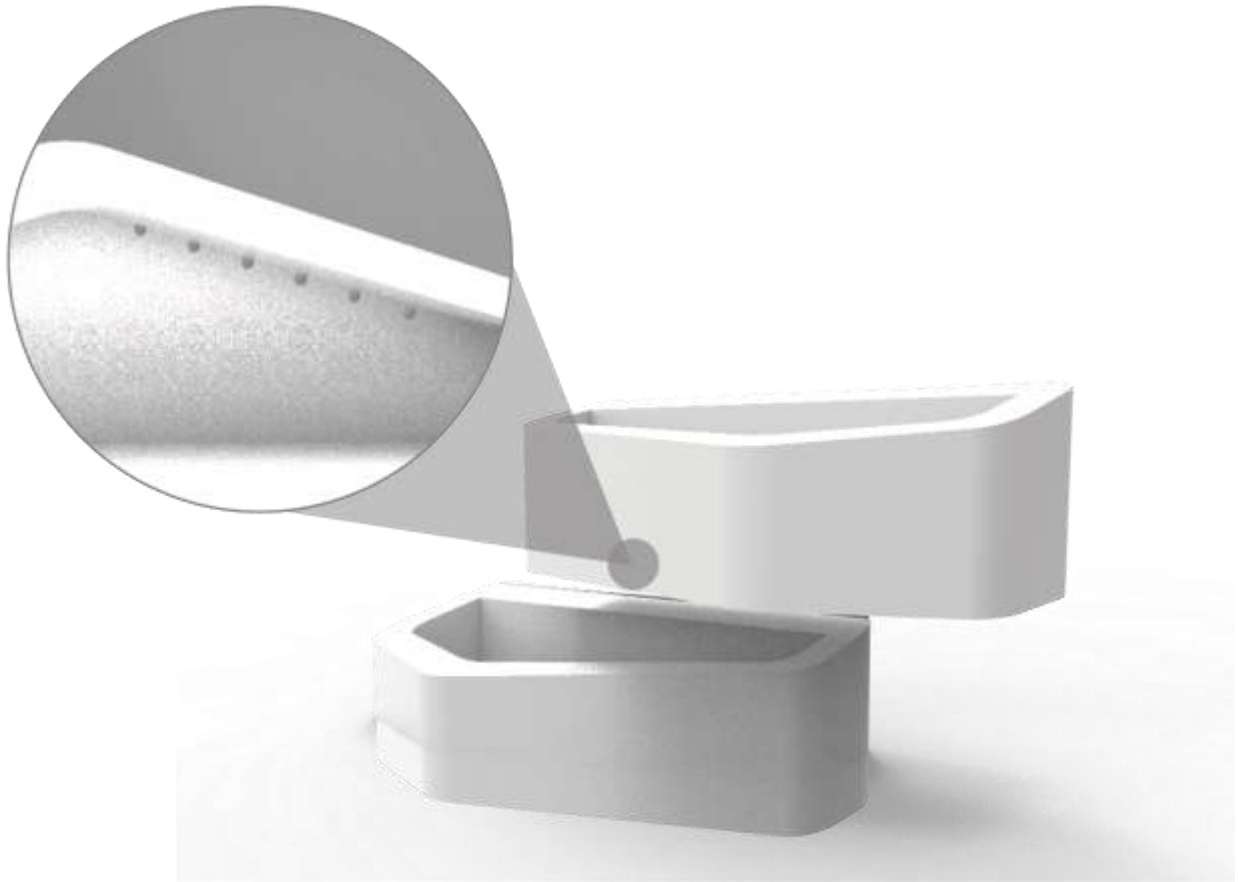


Ilustración 54. Módulos de plantación y sistema de hidratación. Fuente propia.

Anteriormente se mostró la evolución final del diseño (ver ilustración 39) la cual muestra como la primera estructura usada en el primer prototipo no cumplía con la replicabilidad modular del diseño y convirtiéndose en una estructura similar que se anclaja no en la parte trasera de los módulos sino que se se anclan en la parte lateral derecha o izquierda del módulo, ampliada para que así cumpliera con ese requisito y con relación a ello se evidenció el desarrollo de la superficie vertical para el anclaje de cada módulo, dando como resultado una sola estructura con sustracciones laterales que permiten el encaje horizontal de cada módulo.

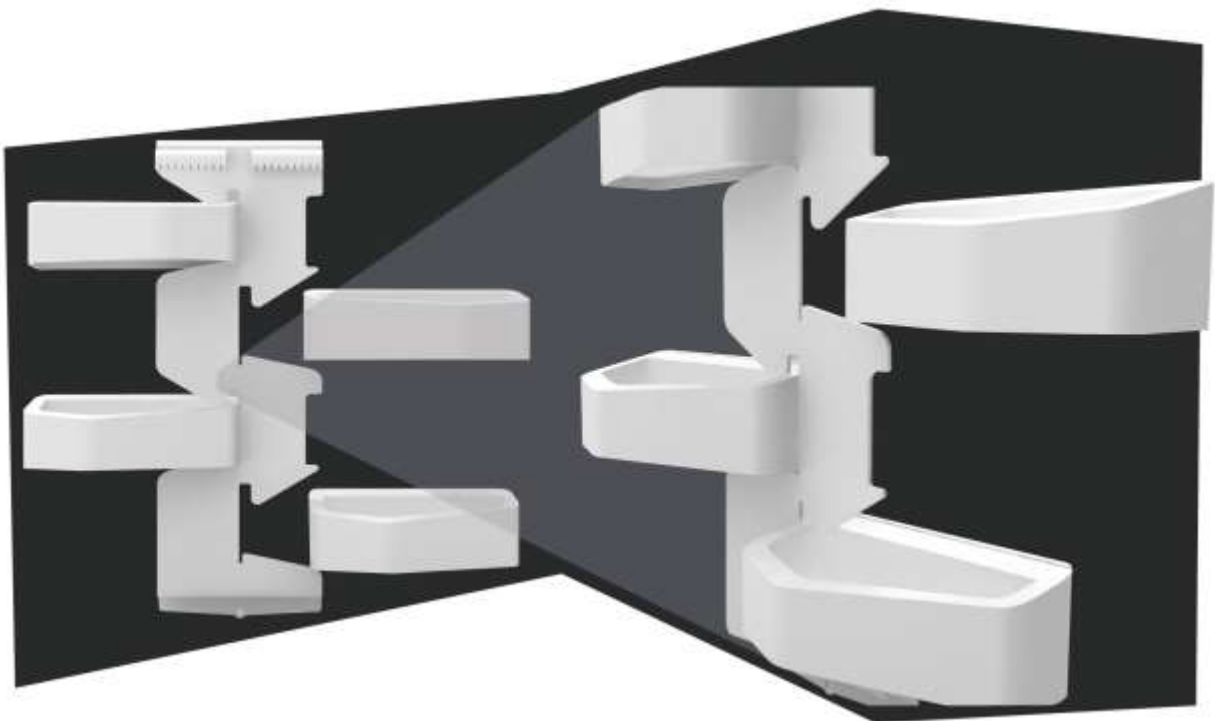


Ilustración 55. Anclaje de módulos a la superficie vertical. Fuente propia.

En cuanto al sistema de anclaje vertical este se basa en una coherencia intra e interfigural del elemento desarrollado, dado que los bordes redondeados que se tomaron en cuenta de los módulos son las mismas que se reflejan en la estructura y a su vez son las mismas que se identifican en la vista isométrica del diseño, con el fin de seguir esa continuidad formal y orgánica de los módulos aplicada a la estructura de anclaje.



Ilustración 56. Vista isométrica del diseño final. Fuente propia

11.2. Significado y aplicación de color

El mundo es de colores, donde hay luz, hay color. La percepción de la forma, profundidad o claroscuro está estrechamente ligada a la percepción de los colores. El color es un atributo que percibimos de los objetos cuando hay luz, la cual es constituida por ondas electromagnéticas que se propagan a unos 300.000 kilómetros por segundo. Esto significa que nuestros ojos reaccionan a la incidencia de la energía y no a la materia en sí. (Padilla, s.f, p.1)

En cuanto al significado del color blanco por el cual esta compuesto el producto, se expresa como un color que transmite paz y plenitud, es el de mayor sencibilidad frente a la luz, como tambien la suma de todos los colores, el simbolo de lo adsoluto, de la unidad y pureza (Padilla, s.f).

El color blanco es neutro y es asociado al minimalismo por su simplicidad, como tambien es asociado con la limpieza, en este caso el color blanco permite que se resalten los demas colores como la pigmentacion verde de las plantas u otros colores florales.

11.3. Textura

La textura es la calidad de una superficie, es la piel de las cosas, los dedos nos permiten a través del tacto a percibir la superficie de los objetos, pero existe otro sentido tal vez más importante en la percepción de las cosas; la visión, sin necesidad de recurrir al tacto podemos conocer cómo es la superficie de un objeto, esto es la textura visual.(Ortiz & Velázquez, s.f, p.26)

Considerando lo anterior y teniendo en cuenta la textura visual del material polietileno de alta densidad por el cual esta hecho el producto, es de una textura lisa y brillante, que trasmite una sensacion de limpieza lo que favorece el producto por ser un elemento que contiene plantas vegetales, tambien transmite elegancia el cual se complementa con el color blanco de todo el sistema.

12. Factor Humano

12.1. Guia De Instalación

El jardín vertical modular planty home está compuesto de

- 1 Sustrato
- 2 Plantas
- 3 Módulos de plantación
- 4 Superficie de soporte
- 5 Contenedores de agua
- 6 Gancho de pared con chazo



Ilustración 57. Componentes del jardín vertical modular-Planty home. Fuente propia

1. Se realiza el orificio con ayuda de un taladro para la introducción del chazo a la pared y luego se atornilla el gancho de pared con tornillo en el chazo.

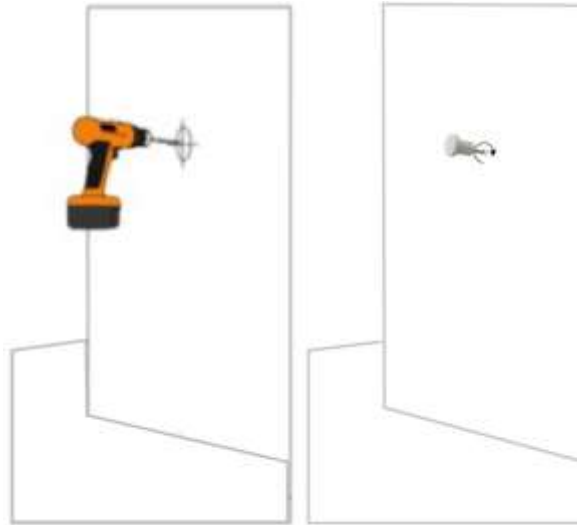


Ilustración 58. Proceso n° 1 guía de instalación. Fuente propia

2. Montaje de la superficie de soporte de los módulos al gancho de pared que previamente está atornillado.

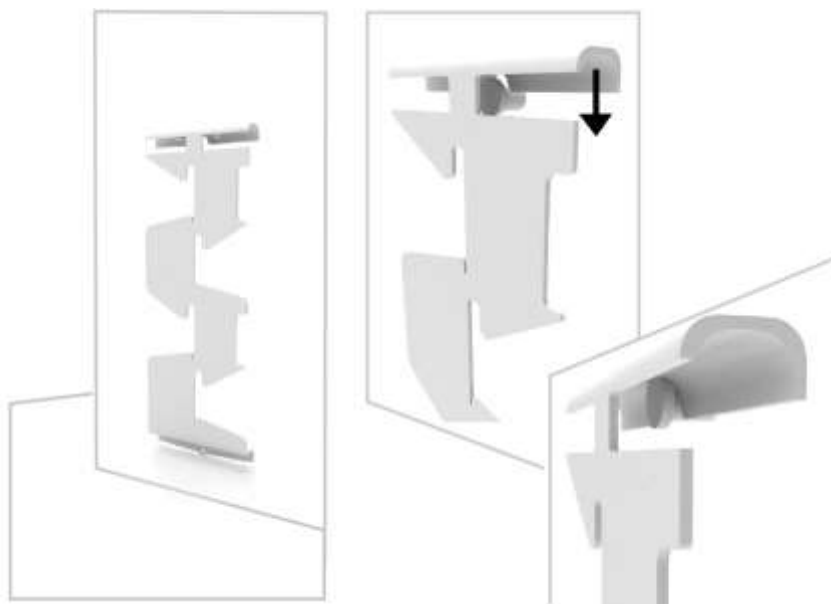


Ilustración 59. Proceso n° 2 guía de instalación. Fuente propia

3. Acoplamiento de cada módulo en cada abertura de la superficie propuesta para los módulos.

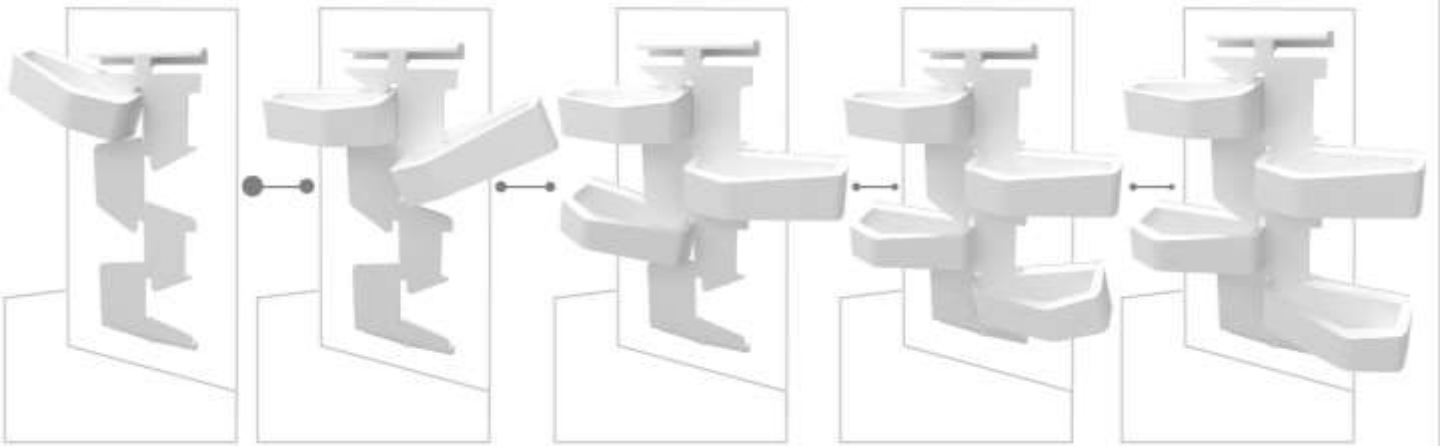


Ilustración 60. Proceso n° 3 guía de instalación. Fuente propia

4. Introducir en cada módulo sustrato y plantas.



Ilustración 61. Proceso n° 4 guía de instalación. Fuente propia

5. Llenar los contenedores de agua y acoplarlos en la parte superior del sistema en sus aberturas propuestas para ello.

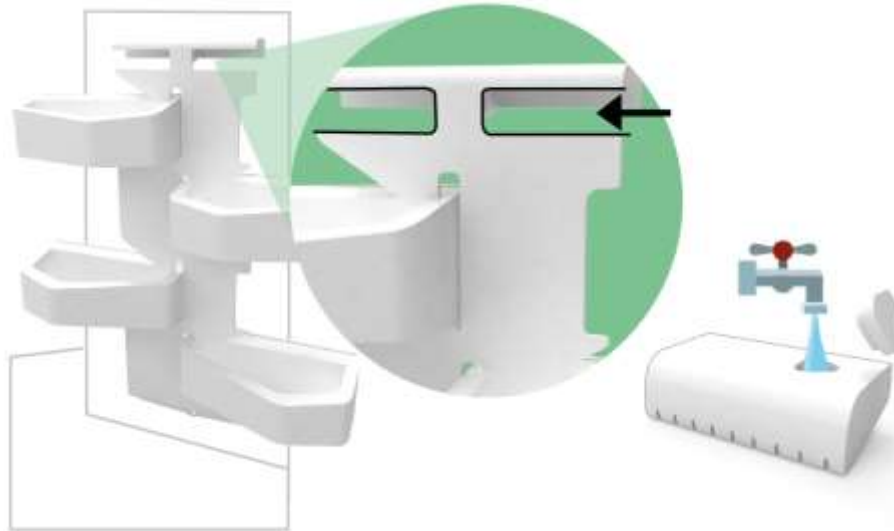


Ilustración 62. Proceso n° 5 guía de instalación. Fuente propia

12.2. Ergonomía

La ergonomía es la disciplina responsable de diseñar lugares de trabajo, herramientas y tareas que se ajusten a las características y habilidades físicas, anatómicas y psicológicas de los trabajadores que participarán .

Anteriormente se realizó un diagnóstico ergonómico con el fin de evaluar el riesgo que toma la tarea de instalación de jardines verticales existentes actualmente, ya que la tarea requería una serie de pasos y cada uno con subpasos, dando un total de 20 pasos aproximadamente, lo cual genera un riesgo ergonómico inaceptable, de acuerdo al resultado anterior del diagnóstico ergonómico inicial (ver ilustración 3).

Por lo tanto para este proyecto fue importante realizar un analisis ergonomico para comprobar que el producto diseñado se ajuste a los parametros ergonomicos y dentro de esta se considero la ergonomía física que se ocupa de las características anatómicas, antropométricas, fisiológicas y biomecánicas del usuario, las cuales se relacionan con la actividad física que incluyen posturas de trabajo, sobreesfuerzo, manejo manual de materiales y movimientos repetitivos.

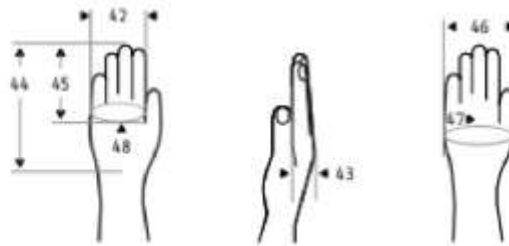
12.2.1. Antropometria de mano. Considerando la importancia de la antropometría para la adaptabilidad ergonómica, esta reside en buscar que la mayoría de las personas se beneficien del diseño de varias máquinas y entornos a su alrededor, se minimizan los problemas de tamaño, que no solo causan errores o accidentes, sino también a desórdenes músculo-esqueléticos y fatiga (Cubillos, Medina, 2010).

Para realizar tareas manuales específicas, se requieren múltiples factores para realizarlo mejor como la agilidad, precisión, factores psicomotores, control de fuerza y controlar los movimientos de la mano, son algunos de esos factores, esto establece la relación entre la eficiencia, eficacia, comodidad y salud de las tareas manuales, especialmente cuando se trata de manipulación de herramientas.

Para este proyecto se considera diversas medidas importantes en donde se involucra las medidas antropométricas básicas de la mano, ya que es un objeto que requiere de agarre y manipulación.

Población general

COLOMBIA



| Dimensiones | n = 250 | | | |
|------------------------------|---------|-------------|-------|-------|
| | D.E. | Percentiles | | |
| | | 5 | 50 | 95 |
| 42 Anchura palmar | 0.67 | 7.50 | 8.40 | 9.70 |
| 43 Espesor palmar | 0.30 | 2.60 | 3.00 | 3.90 |
| 44 Longitud de la mano | 1.12 | 15.40 | 17.00 | 19.00 |
| 45 Longitud de los dedos | 0.90 | 9.80 | 11.20 | 12.79 |
| 46 Anchura de la mano | 0.74 | 8.60 | 9.50 | 11.09 |
| 47 Circunferencia de la mano | 1.63 | 21.30 | 23.35 | 26.60 |
| 48 Circunferencia palmar | 1.57 | 18.60 | 20.50 | 23.70 |

Ilustración 63. Antropometría de mano. Fuente Ávila, Prado y Gonzáles, 2007

12.2.2. Medidas antropométricas población Colombiana. Para determinar y conocer las medidas de las partes del cuerpo en las que está enfocado el producto, se toma en cuenta las tablas antropométricas de la población colombiana, de esta manera el proceso de diseño se mejora siendo una guía en las características que el producto tiene para poder tener una mayor adaptabilidad al usuario.

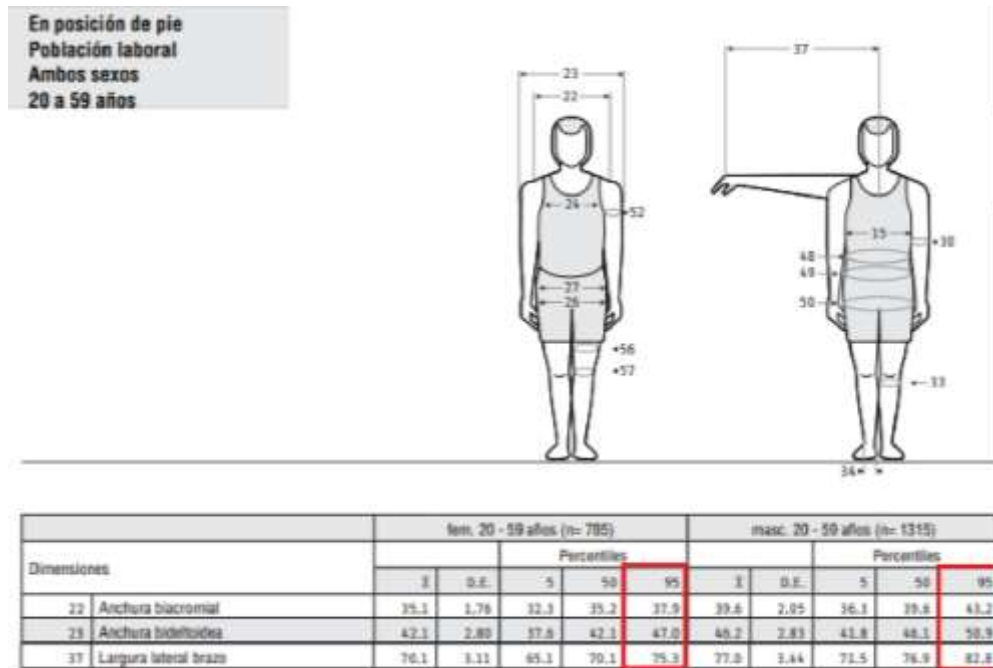


Ilustración 64. Medidas antropométricas ambos sexos – 20 a 59 años. Fuente Ávila, Prado y Gonzáles, 2007

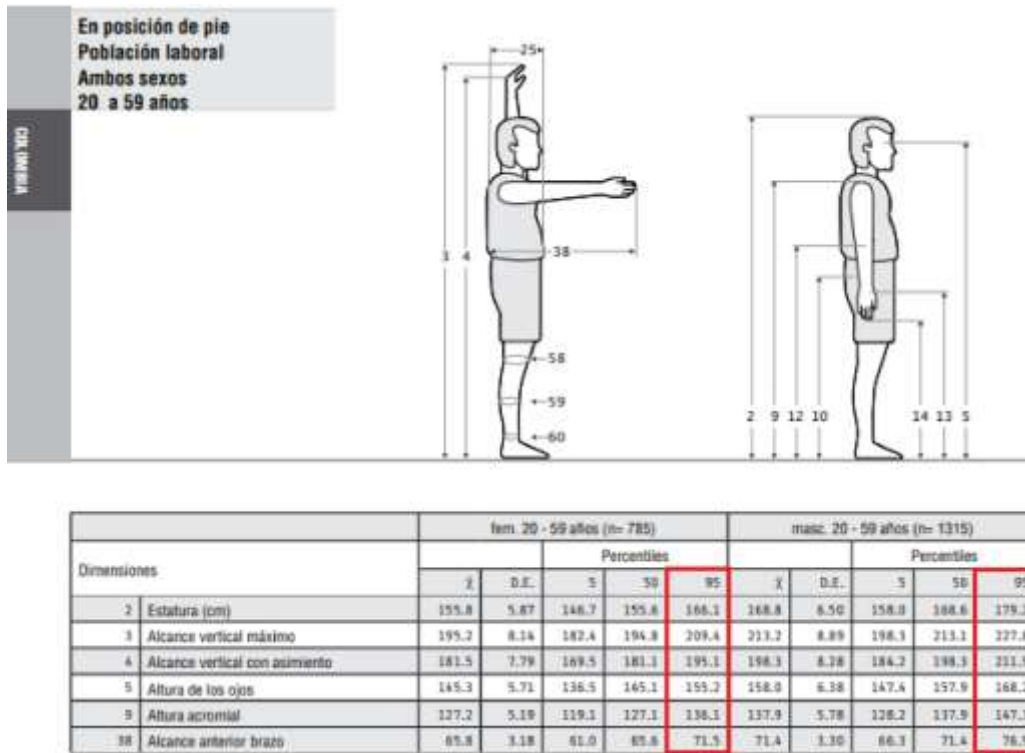


Ilustración 65. Medidas antropométricas ambos sexos – 20 a 59 años. Fuente Ávila, Prado y Gonzáles, 2007

12.2.3. Análisis ergonómico. El análisis ergonómico a nivel físico se realizó a partir de una representación del elemento que permitió experimentar cada posición de la mano y muñeca, para este análisis se tomaron fotografías para identificar el agarre del módulo, como también las posturas tomadas.

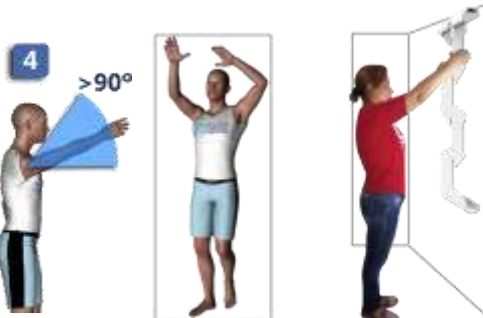


Ilustración 66. Mano, posición intermedia. Fuente propia

Por otra parte la valoración de la carga física obtenida de las posturas físicas adoptadas durante la realización de cada paso de instalación, la cual se partió desde la observación de las diferentes posturas del usuario entre cada cambio de tarea, como la duración y frecuencia de esta y las fuerzas ejercidas cuando se mantiene. El método RULA distingue entre los factores de riesgo que se originan para cada postura, estableciendo un nivel determinado de actuación este indicara si es aceptable o se debe aplicar acciones correctivas.

Brazo :

Posición del brazo: El brazo está entre > 90 grados de flexión. El brazo está abducido.



Puntuación: 4

Ilustración 67. Posición del brazo. Fuente propia

Antebrazo:

Posición del antebrazo: El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.



Puntuación: 2

Ilustración 68. Posición del antebrazo. Fuente propia

Muñeca:

Posición de la muñeca: La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.



Puntuación: 1

Ilustración 69. Posición de la muñeca. Fuente propia

Giro de muñeca:

Giro de la muñeca: La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango extremo.

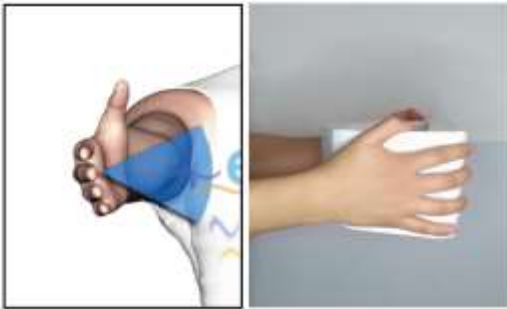
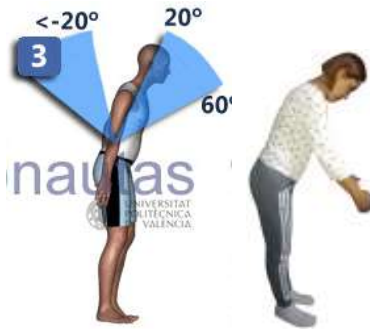


Ilustración 70. Giro de la muñeca. Fuente propia

Puntuación del Grupo A : 5

Tronco:

Posición del tronco: El tronco está flexionado entre 21 y 60 grados.



Puntuación del Tronco: 3

Ilustración 71. Posición del tronco. Fuente propia

Cuello:

Posición del cuello: El cuello está flexionado por encima de 20 grados.



Puntuación del Cuello: 3

Ilustración 72. Posición del cuello. Fuente propia

Piernas:

Posición de las piernas: El trabajador está de pie con las piernas y pies bien apoyados.



Puntuación de las Piernas: 1

Ilustración 73. Posición de las piernas. Fuente propia

Puntuación del GRUPO B: 4

Puntuación final, riesgo y nivel de actuación:



Ilustración 74. Resultados método ergonómico. Fuente propia

De acuerdo al resultado arrojado por el análisis ergonómico se registra una puntuación 3 con un nivel de actuación de 2, el cual recomienda una actuación sobre la postura evaluada, que podría requerirse de cambios en la tarea

12.2.4. Comparación a nivel ergonómico. Inicialmente se realizó un diagnóstico ergonómico del sistema que existe actualmente para la instalación de un jardín vertical, con el fin de evidenciar el riesgo ergonómico que se tiene para el usuario que lleve a cabo la instalación, este es comparado con la evaluación ergonómica hecha anteriormente del diseño final y así mostrar el mejoramiento en el proceso de instalación, para ello se muestra los resultados de cada uno.

El diagnóstico inicial de la evaluación del riesgo asociado a movimientos repetitivos de los miembros superiores, así como también para las acciones de levantamiento, el descenso, el empuje, el arrastre y el transporte de cargas, en ambos días como resultado: **RIESGO INACEPTABLE ALTO – MEJORA DEL PUESTO, SUPERVISIÓN MÉDICA Y ENTRENAMIENTO.**

Este resultado mejoró considerablemente por la reducción de pasos y movimientos repetitivos el cual inicialmente eran 5 pasos generales y más de 30 subpasos cada uno, comparándolo con el diseño final dio como resultado un nivel de actuación 2, que se refiere a que puede requerirse cambios, disminuyendo el riesgo inicial.

12.2.5. Matriz de valoración general. Se presenta la matriz diligenciada donde se evaluaron los índices con los factores de adecuación ergonómica y su nivel de incidencia, se aplicó la matriz con la actividad inicial de la instalación del jardín vertical modular existente en el mercado, luego se aplicó la misma matriz con el diseño final del proyecto, comprobando que mejoró la incidencia ergonómica.

Esta matriz se aplicó previamente al proceso de instalación del jardín vertical modular existente en el mercado, como se puede observar en la siguiente tabla 16, donde se evaluaron los factores de adecuación ergonómica y su incidencia, dando como resultado una valoración alta y determinante en la mitad de los factores.

Tabla 14. Evaluación previa de la instalación de un jardín vertical modular

| | | INDICES DE ADECUACIÓN ERGONOMICA | | | | | | | | | | | | | | | | TOTALES | VALORACIÓN FAE | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------|----------------------------------|----|---|----|------------|----|---|---|----------------|----|----------------|----|----|----|---------------|----|---------|----------------|----------------|---|-----------------------|----|---|----|--------------------|---|---|----|--|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5A | 5B | 6 | 7 | 8A | 8B | 8C | 8D | 8E | 8F | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FACTORES DE ADECUACIÓN ERGONOMICA | INICIENCIA IAE | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | 29 | D | | | | | | | | |
| | USABILIDAD | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | 26 | R | | | | | | | |
| | BIENESTAR | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | 16 | R | | | | | | | |
| | IMPACTO AMBIENTAL | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | 30 | D | | | | | | | |
| | APREHENSIÓN | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | 14 | R | | | | | | | |
| | SOCIOCULTURAL | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | 32 | D | | | | | | | |
| | MANTENIMIENTO | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | | | | | | | | | |
| PARCIALES | 9 | 3 | 12 | 2 | 12 | 2 | 0 | 6 | 0 | 6 | 12 | 2 | 12 | 2 | 12 | 2 | 6 | 4 | 0 | 6 | 0 | 6 | 9 | 3 | 0 | 6 | 6 | 4 | | | |
| TOTALES | 12 | | 14 | | 14 | | 6 | | 6 | | 14 | | 14 | | 14 | | 10 | | 6 | | 6 | | 6 | | 12 | | 6 | | 10 | | |
| VALORACIÓN IAE | A | | A | | A | | B | | B | | A | | A | | A | | B | | B | | B | | B | | A | | B | | B | | |
| INCIDENCIA IAE | | ALTA= 3 PT | | A | | BAJA= 1 PT | | B | | VALORACIÓN IAE | | ALTA= 12-18 PT | | A | | BAJA= 6-10 PT | | B | | VALORACIÓN FAE | | DETERMINANTE= 28-42 > | | D | | RELEVANTE= 14-26 > | | R | | | |

Nota. Fuente propia

Posteriormente se aplicó la misma matriz en el jardín vertical modular diseñado en el presente proyecto, considerando los resultados de la anterior matriz se pudo observar que el diseño final mejoro considerablemente la incidencia de los factores ergonómicos, en la siguiente tabla 17 se evidencia el resultado de la valoración 2 donde cambió durante el desarrollo del proyecto.

Tabla 15. Evaluación posterior de la instalación del jardín vertical modular planty home

| | | INDICES DE ADECUACIÓN ERGONOMICA | | | | | | | | | | | | | | | | TOTALES | VALORACIÓN FAE | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---|----------------------------------|---|---|---|----|----|---|---|----|----|----|----|----|----|---|---|---------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5A | 5B | 6 | 7 | 8A | 8B | 8C | 8D | 8E | 8F | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FACTORES DE ADECUACIÓN ERGONOMICA | INICIENCIA IAE | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | 29 | D | |
| | USABILIDAD | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | 26 | R |
| | BIENESTAR | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | 16 | R |
| | IMPACTO AMBIENTAL | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | 30 | D |
| | APREHENSIÓN | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | 14 | R |
| | SOCIOCULTURAL | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | 32 | D |
| | MANTENIMIENTO | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | ▲ | | |
| VALORACIÓN (1) | A | | A | | A | | B | | B | | A | | A | | A | | B | | B | | B | | B | | A | | B | | B | | | |
| VALORACIÓN (2) | B | | B | | B | | B | | B | | B | | B | | B | | B | | B | | B | | B | | B | | B | | B | | | |
| VALORACIÓN (2) | Se mantiene igual que al inicio | | | | | | | | | | | | | | | | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Cambió durante el desarrollo del proyecto | | | | | | | | | | | | | | | | ✗ | | | | | | | | | | | | | | | |

Nota. Fuente propia

13. Factor Producción

Cuando se habla de procesos de transformación de plásticos rígidos, existen dos opciones: el proceso de inyección y el de termoformado. Los dos procesos son altamente productivos, más sin embargo el proceso de termoformado no es calificable para realizar la fabricación del producto ya que reduciría considerablemente el espesor de la superficie de anclaje ocasionando un menor soporte de los módulos, por lo tanto el proceso de inyección es el más viable ya que por este se pueden realizar todas las piezas geométricas y con uniformidad en el espesor de pared del producto.

De acuerdo a las tablas de costos descritas en el análisis de factor costos que se encuentran mas adelante, donde el costo unitario de producción es de \$ 154.856,657 para un aproximado de 500 unds.

13.1. Inyección De Plástico

Consiste en introducir el plástico granulado dentro de un cilindro, donde se calienta. En el interior del cilindro hay un tornillo sinfín que actúa de igual manera que el émbolo de una jeringuilla. Cuando el plástico se reblandece lo suficiente, el tornillo sinfín lo inyecta a alta presión en el interior de un molde de acero para darle forma. (Escuela colombiana de ingenierías, 2007)

Para el moldeo por inyección de plástico se requieren presiones y temperaturas más elevadas que en cualquier otro proceso de transformación, pero este proceso garantiza que se obtendrá un producto final con características idóneas, como superficies lisas, obteniendo resultados óptimos y adecuados (Martínez, 2017, p.25).

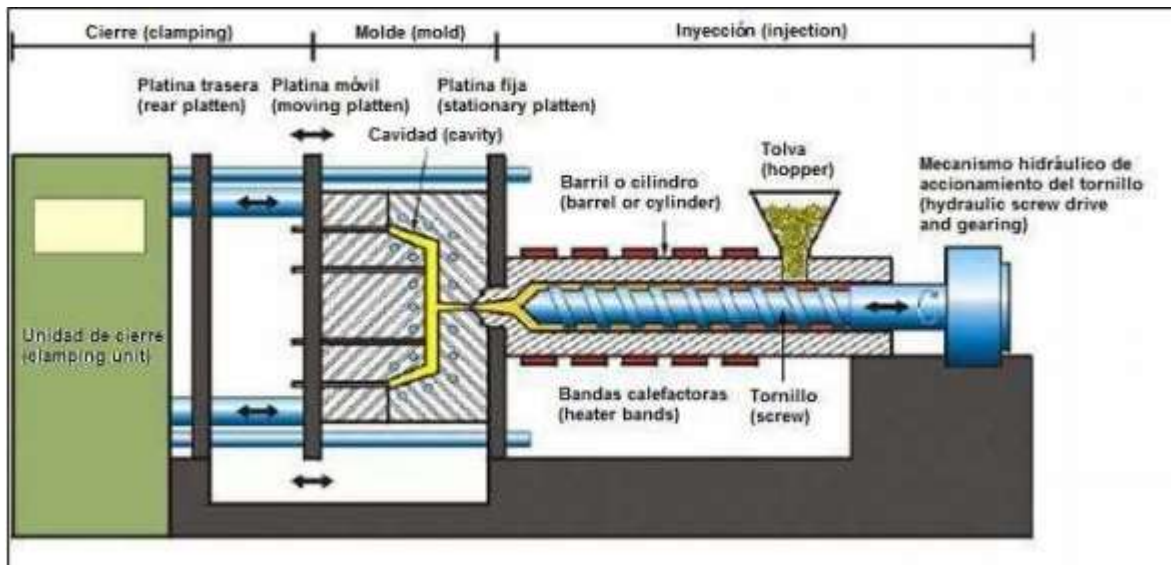


Ilustración 75. Proceso de moldeo por inyección. Fuente Martínez, 2017

13.2. Materialidad Del Producto

El polietileno de alta densidad (HDPE) es uno de los polímeros más consumidos a nivel mundial, esto se debe a su uso principal como materia prima en diferentes productos plásticos y al bajo costo comparado con sus buenas propiedades mecánicas y químicas, principalmente en los procesos de inyección, ya que sus características lo convierten en un material idóneo para la fabricación de variedad de productos (Cárdenas, Rojas, Gálviz, 2019).

Dentro de sus propiedades mecánicas se encuentra la rigidez, dureza y resistencia a la tensión, el polietileno se incrementa con la densidad, ya que si esta aumenta es un indicador de que el material es más cristalino, y por lo tanto será más resistente ante la misma magnitud de fuerza aplicada. El polietileno es muy tenaz, de esta manera demuestra alta resistencia a los impactos aun a bajas temperaturas, pues es capaz de absorber parte de la energía proveniente de los impactos mediante deformaciones (Roca,2005).

Al realizar anteriormente el prototipo de comprobación de forma y funcionalidad, hecho en material de MDF de 3mm permitiendo llegar a un acercamiento del producto final y así también a definir el material indicado para la realización del producto real en cuanto a su producción y manufactura, por lo cual es indicado el material polietileno para la inyección de plástico viendo que sus características descritas se adaptan a la viabilidad del producto para su completo funcionamiento y forma.

13.3. Tabla De Procesos De Manufactura Para El Jardín Vertical

Lo que se describió anteriormente es el proceso de manufactura que se tiene en cuenta para el desarrollo de este proyecto, más adelante se explica por medio de una tabla de procesos de manufactura del proceso productivo.

La siguiente tabla de proceso nos enseña cada paso que se debe realizar para conformar el producto final del jardín vertical (Aplica para las 5 piezas de moldeo por inyección) estos

procesos se definen mediante símbolos, el cuadro es equivalente a inspección y el círculo a operación.

Tabla 16. *Procesos de manufactura del Jardín Vertical modular PH*
Producto Jardín vertical modular planty home

| Material | Poliétileno de alta densidad | | |
|-----------------|---|--|---|
| N° Pieza | 1,2 y 3 | | |
| Proceso | Moldeo por inyección de plástico | | |
| N° | Proceso | Especificación | |
| 1 | Recepción materia prima segundo orden | El material es llevado a la zona de inyección | x |
| 2 | Preparación máquina de inyección | Se enciende la máquina y se prepara para el proceso de inyección | x |
| 3 | configuración de parámetros de inyección | se definen los valores que tomaran las variables críticas del proceso para empezar la producción | x |
| 4 | Ajuste del molde para inyección | Se prepara y se coloca el molde asegurándolo para el proceso de inyección | x |
| 5 | Mezcla del material con tinte blanco | En un tanque para mezcla se realiza la coloración del material hasta llegar a la pigmentación deseada | x |
| 6 | Vertimiento del material en la máquina de inyección | se procede a agregar el material a la tolva e iniciar la producción | x |
| 7 | Calentamiento y transformación del material | transformación del material de estado plástico a líquido para ser introducido al molde | x |
| 8 | Inyección | Mediante presión y fuerza se introduce el líquido plástico al molde y tome la forma de la pieza | x |
| 9 | Inspección y eliminación de rebaba | Según los criterios de calidad, la pieza es inspeccionada para asegurarse de que no tenga defectos y luego se procede a la eliminación de residuos de material | x |
| 10 | Enfriamiento de la pieza | Aplicación de agua o enfriamiento al clima de la pieza | x |
| 11 | Control de calidad | Revisión y aprobación final de la pieza | x |
| 12 | Transporte a material terminado | La pieza es llevada a la zona de embalaje | x |
| 13 | Embalaje y distribución del producto | proceso final en donde las piezas con embaladas y aseguradas para su distribución | x |

Nota. Fuente propia

13.3.1. Diagrama de flujo.



Ilustración 76. Diagrama de flujo del proceso por inyección. Fuente propia

13.4. Planos Tecnicos

A continuación se presenta el plano general de explosión del diseño final y en el anexo 5 se encuentra el plano técnico de cada pieza junto con las fichas técnicas de producción.

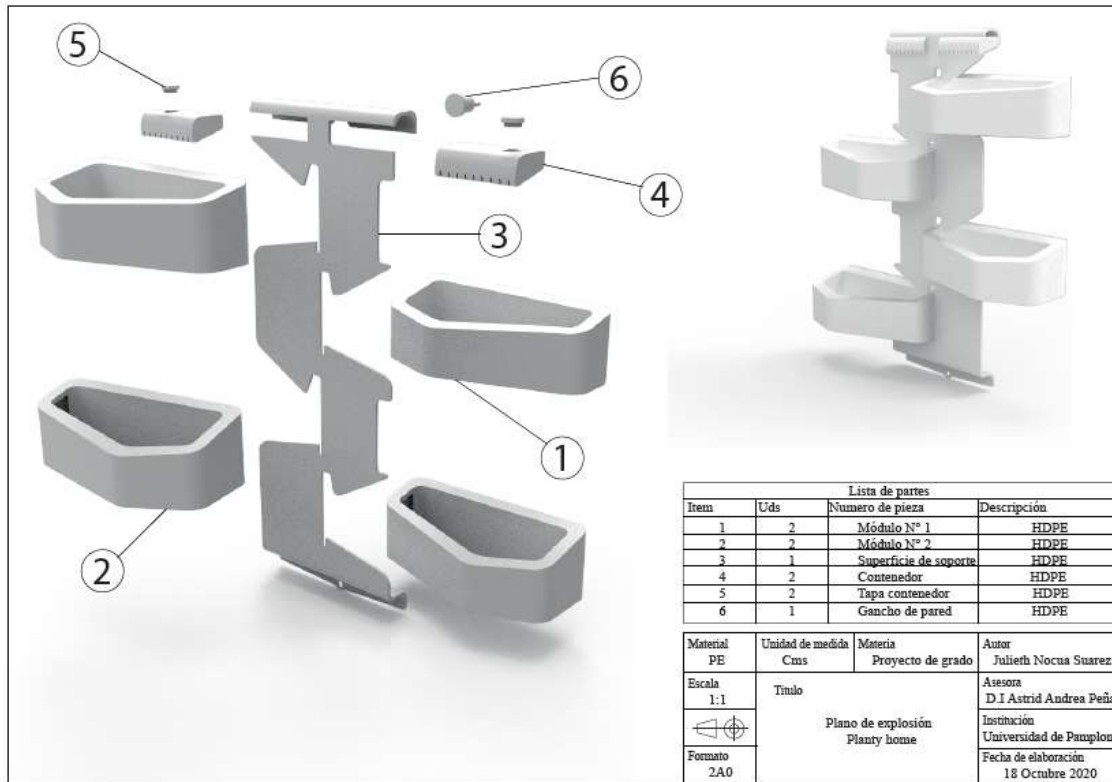


Ilustración 77. Plano de explosión. Fuente propia

14. Factor Mercadeo

14.1. Estudio De Mercado

Este estudio es de suma importancia para el proyecto , ya que su objetivo es lograr consolidar la viabilidad comercial, asi como tambien plantear una respuesta clara en cuanto al número de consumidores que quierean adquirir el producto, en qué espacio se desarrollaría el negocio, durante cuánto tiempo y qué precio se pagaría por conseguirlo.

14.2. Segmentacion De Mercado

El producto de planty home esta dirigido para publico en general que quiera adquirir el producto, que tambien tenga poder adquisitivo y recomendado para un rango de edad de 17 a 50 años aproximadamente. Tambien este producto se comercializara en un segmento demografico inicialmente a nivel nacional con la poblacion colombiana , mas especificamente habitantes urbanos, los cuales no cuentan con la posibilidad de estar rodeados de la naturaleza y un ambiente limpio.

14.3. Producto

El producto de planty home - Jardín vertical modular proporciona al cliente un ambiente natural dentro de su casa u oficina proporcionando la purificación del ambiente y cause bienestar en los habitantes del lugar interior de instalación del producto.

Este producto está compuesto por cuatro módulos que portan el sustrato y la planta, una superficie de anclaje a la pared, dos contenedores para el agua y el gancho de pared para la sujeción de la superficie a la pared por medio de chazo, este sistema en conjunto proporciona al cliente mayor facilidad para la instalación ya que la sujeción de los módulos encajan con la superficie vertical sin necesidad de tornillos o elementos externos.

Primeramente está propuesto para un solo punto de sujeción en la parte superior de la superficie vertical con chazo, pero para mayor seguridad se le recomienda al cliente ajustarlo con otro chazo en la parte inferior de la superficie, el valor añadido de este sistema es que permite al cliente poder replicar este sistema para abarcar una dimensión más grande de la pared de acuerdo a lo que desee, ya que el sistema de anclaje tiene en sus laterales la posibilidad de ajuste de otro sistema igual por medio de los módulos y su forma de anclaje a la pared sería igual al primer sistema.

Sus formas redondeadas de todo el sistema y cada uno de sus niveles da un concepto orgánico dando concordancia con el propósito del producto que es proporcionar un ambiente natural y limpio para los habitantes del lugar interior donde se instalara el producto.

14.3.1. Definición De Marca

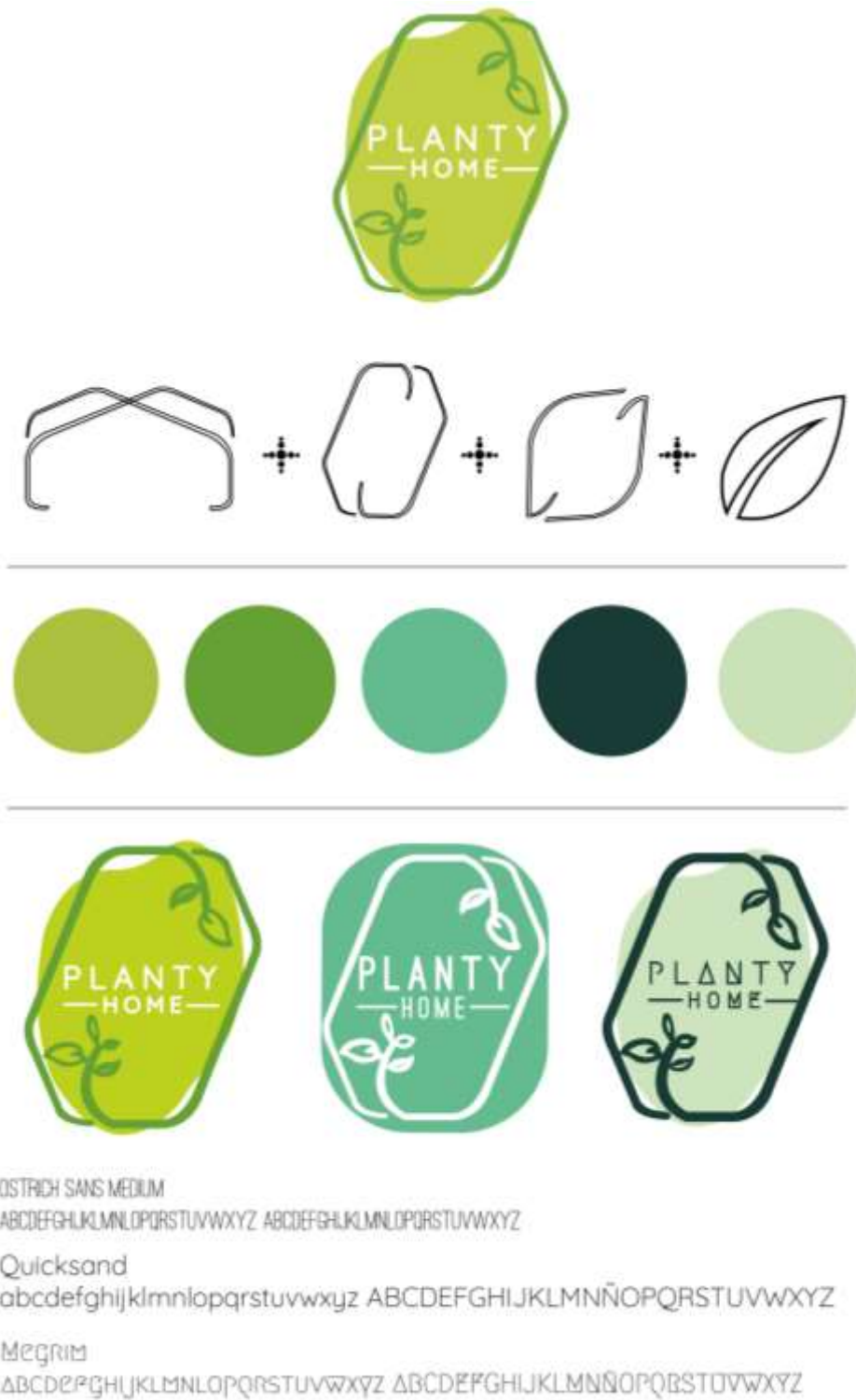


Ilustración 78. Definición marca. Fuente propia

14.3.2. Empaque Y Embalaje

El tipo de embalaje del producto es secundario, que es el que funciona como envoltura externa que agrupa todas las piezas protegidas por divisiones y envueltas por carton, asi como tambien como empaque como caja plegable con las especificaciones del producto, su marca y contenido. El contenido de la caja es de 1 superficie de soporte , 4 módulos de plantación, 1 gancho tornillo y 2 contenedores , con un total de 8 piezas.



Ilustración 79. Empaque y embalaje del producto Planty Home. Fuente propia

14.4. Ciclo De Vida Del Producto

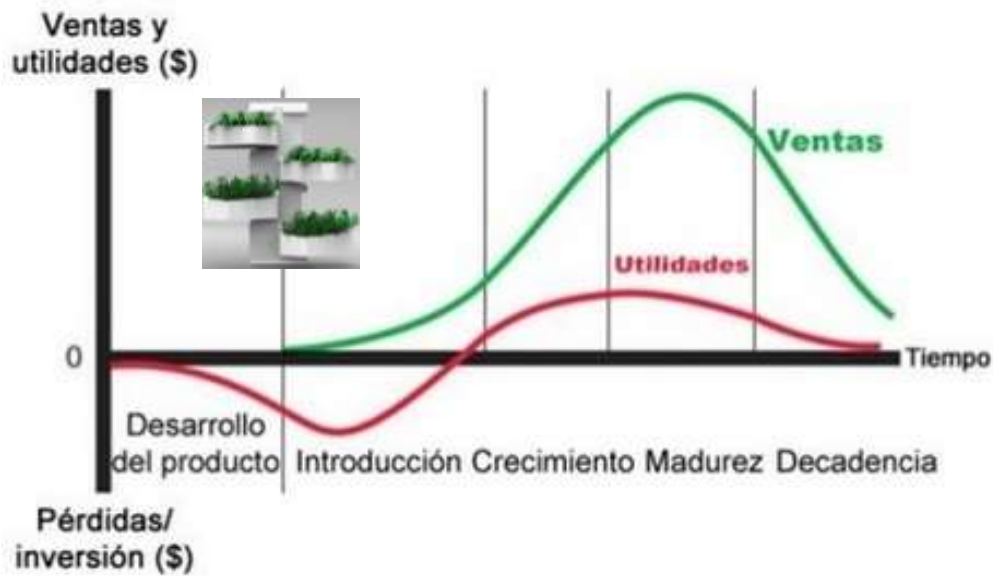


Ilustración 80. Posición en el mercado CVP. Fuente mena, 2017

De acuerdo a la grafica anterior el ciclo de vida del producto a nivel de ventas y mercado está en la fase de introducción, en donde se espera que el producto tenga un alto crecimiento y que este genere utilidades.

14.5. Precio

El limite inferior del precio del producto es de \$ 154.856,657, el cual no hay utilidades por debajo de ese precio y el limite superior de los precios entre los \$ 200.000 - \$500.000 Cop, los cuales es la relacion de precios de las percepciones de valor del consumidor y en donde no hay demanda por encima de este precio comparado con los precios de la competencia entre los mas bajos y altos que se asemejan al producto de planty home.

Tabla 17. *Determinación precio de venta*

Determinación del Precio de Venta

| Producto | Costo Unitario de Producción (CUP) | Cto. Unit. Operativo (CUO) | Cto. Total de Venta(CTV) | Utilidad | Precio de Venta Sin IVA | Precio de Venta Con IVA |
|----------------------------|------------------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------|-------------------------|-------------------------|
| Jardin vertical modular PH | \$ 173.611,99 | \$ 1.028,28 | \$ 174.640,28 | \$ 57.631,29 | \$ 232.271,57 | \$ 276.403,17 |

Porcentaje de utilidad 33%

IVA 19%

Nota. Fuente propia

De acuerdo al calculo de los costos de la empresa se determino el precio de venta a los clientes, el cual sera de \$ 276.403,17 COP redondeando el precio cerrado a \$ 300.000 COP para mayor rentabilidad.

14.6. Plaza

La empresa planty home es el que se encargara de realizar el envio directo del producto al consumidor final, asi como tambien el uso de canal indirecto por empresas o tiendas de cadena de toda Colombia el cual adquiere el producto a mayor escala o mayorista y distribuirlo al cliente.

En cuanto al costo de envio para la entrega del producto por medio de canal directo al consumidor, este asumira el precio del envio y para la distribucion del producto a empresas o tiendas de cadena mayorista, la empresas planty home asume el precio del envio por contratacion de empresa externa especializada en envios.

14.7. Promoción

Para dar a conocer el producto planty home la empresa tendra un plan de manejo de medios como publicidad BTL como videos en youtube exhibiendo las características del producto, redes sociales con anuncios que direccionen al posible cliente directo a la pagina de venta del producto y la empresa tambien tendra sus redes sociales donde mostrata el producto e interaccion con los clientes.



Ilustración 81. Marca, producto – Planty home. Fuente propia

14.8. Competencia

Actualmente existen una gran variedad de Jardines verticales en el mercado, tanto para interiores como para exteriores, pero en este caso nos centramos en jardines verticales modulares para interiores, para realizar un estudio de la competencia se tomaron en cuenta sitios web

sobresalientes en Colombia que proporcionan la venta como proveedores de estos productos, tales como Homecenter, Mercado libre y Easy.

También existen diferentes empresas privadas especializadas en la instalación de jardines verticales en Colombia como vertin vertical y Ecotelhado Helecho entre otras, pero para acceder a los productos de estas empresas solo es posible por contratación de dichas compañías o pedidos de jardines verticales que sobrepasen los 15m², más sin embargo en la siguiente tabla se hace la comparación de diferentes sistemas de los sitios web y los de empresas privadas.

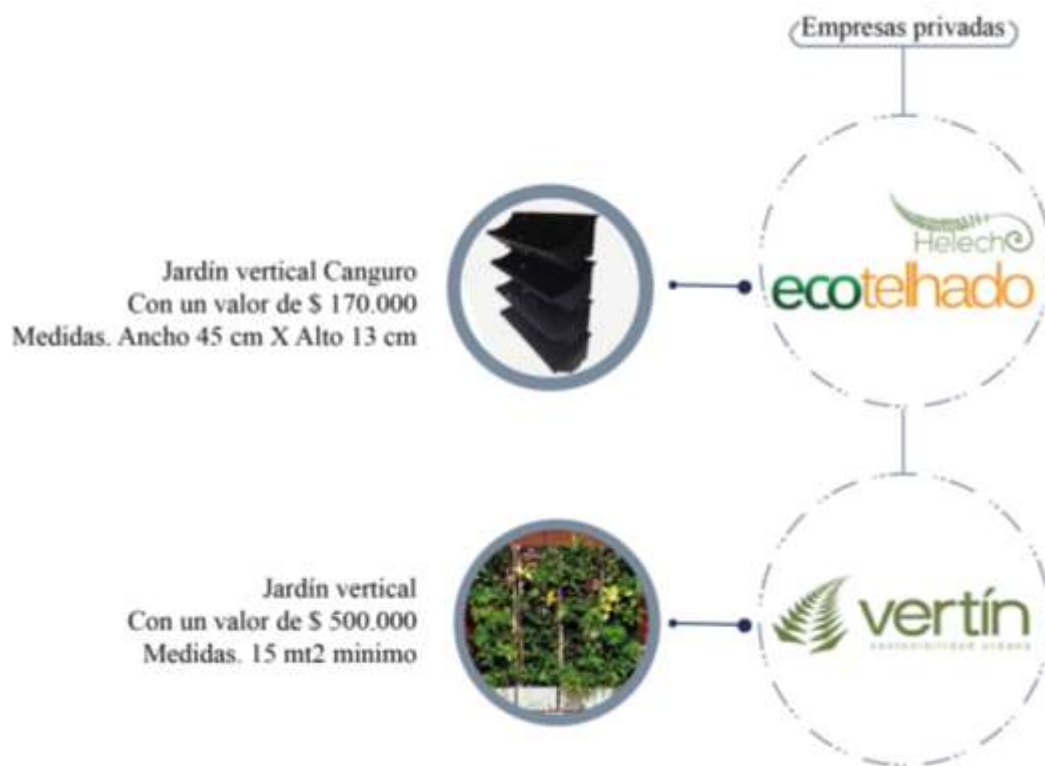


Ilustración 82. Estudio de competencia-empresas privadas. Fuente propia



Ilustración 83. Estudio de competencia-sitios web. Fuente propia

Conclusiones a partir del análisis de la competencia

Se identificó gran similitud en los jardines verticales de acceso para todo público en sitios web, básicamente se trata del sistema más usado que es el de bolsillos de material geotextil que se instala con una estructura metálica fijada a la pared y también de material plástico en sus bolsillos, junto con las empresas privadas que ofrecen jardines verticales con la misma similitud pero con dimensiones mayores a los 15mt², por lo tanto el nivel de innovación es bajo y no ofrecen mayor variedad de lo mostrado.

15. Factor Gestión

15.1. Modelo De Negocios

El modelo de negocio está basado en el modelo de negocios canvas, el cual es una herramienta para analizar y crear modelos de negocio de forma simplificada, su visión global se divide en los principales aspectos relacionados con el negocio y gira entorno a la propuesta de valor aportada.

15.1.1. Propuesta de valor. Jardín vertical modular planty home, diseñado para facilitar la instalación de un jardín dentro de un espacio sin necesidad de operarios, con posibilidad de ser replicado a mayor escala en una superficie más grande por medio de la modularidad reticular del producto, satisfaciendo la necesidad de un ambiente limpio y natural dentro del espacio del cliente, este es un tipo de producto de consumo innovador por su factor diferenciador en la forma de los módulos y el acople de cada uno.

15.1.2. Mercado.

- **Clientes:** tiendas de cadena y minoristas y consumidor final
- **Usuarios:** publico en general que quiera adquirir el producto recomendado para un rango de edad de 17 a 50 años aproximadamente.

15.1.3. Canales de distribución.

- **Directo :** Productor hasta el consumidor final.
- **Indirecto:** contratacion de empresas externas con necesidad de adquirir el producto a mayor escala. Productor, mayorista, minorista y consumidor

15.1.4. Actividades clave.

- Contratacion de una empresa encargada del proceso de produccion por inyeccion.
- Proceso de embalaje y distribución del producto.
- Manejo de plan de medios (Publicidad ATL y BTL).
- Garantía del producto.

15.1.5. Socios clave.

- Tiendas de cadena
- Constructoras
- Vendedores independientes minoristas
- Empresa especializada en inyección de plástico
- Proveedores de material para empaquetado del producto
- Empresa de envío y transporte del producto.
- Empresa de publicidad

16. Factor Costos

El tiempo de inyeccion de la pieza N° 1 y 2 son de 8 minutos y 40 segundos aproximadamente, en donde el costo por minuto es de 420 pesos, en cuanto a la cantidad de material de inyeccion para la piezas son de 460.555 gramos y el costo por gramo es de 8 pesos (amplásticos, 2018, como se citó en Florez, 2019).

Tabla 18. *Costos de producción – Piezas N° 1 y 2*

| | | | | |
|-------------------------------|---------------------------------------|----------|----------------|-------------|
| Piezas | 1 y 2 | | | |
| Material | PE | | | |
| Dimensiones | Frente 31cm, Ancho 15cm, Alto 10.5 cm | | | |
| Descripción | Unidad de medida | Cantidad | Valor unitario | Total |
| Polietileno de alta densidad | Gramos | 460.555 | \$ 8,00 | \$ 3.684,44 |
| Inyección de plastico | Minutos | 8 y 40s | \$ 420,0 | \$ 3.640 |
| Valor total de la pieza 1 y 2 | | | | \$ 7.324,44 |

Nota. Fuente propia

El tiempo de inyeccion de la pieza N°1 son de 13 minutos y 2 segundos aproximadamente, en cuanto a la cantidad de material de inyeccion para la piezas son de 662.56 gramos.

Tabla 19. *Costos de producción – pieza N°3*

| | | | | |
|------------------------------|--|----------|----------------|--------------|
| Pieza N° | 3 | | | |
| Material | PE | | | |
| Dimensiones | Frente 25.02 cm, Ancho 0.5 mm, Alto 72.94 cm | | | |
| Descripción | Unidad de medida | Cantidad | Valor unitario | Total |
| Polietileno de alta densidad | Gramos | 662.56 | \$ 8,00 | \$ 5.300,48 |
| Inyección de plastico | Minutos | 13 y 2s | \$ 420,0 | \$ 5.474 |
| Valor total de la pieza N°3 | | | | \$ 10.774,48 |

Nota. Fuente propia

El tiempo de inyección de la pieza N°4 son de 1 minuto y 21 segundos aproximadamente, en donde el costo por minuto es de 420 pesos, en cuanto a la cantidad de material de inyección para la piezas son de 71.39 gramos y el costo por gramo es de 8 pesos.

En cuanto al tiempo de inyección de la pieza N°6 es de menos de 2 segundos aproximadamente, en donde el costo por segundo es de 7 pesos, en cuanto a la cantidad de material de inyección para la piezas son de 10.13 gramos.

Tabla 20. *Tabla 18. Costos de producción – Pieza N°4*

| | | | | |
|------------------------------|--|----------|----------------|-------------|
| Pieza N° | 4 | | | |
| Material | PE | | | |
| Dimensiones | Frente 10.65 cm, Ancho 5.60 cm, Alto 3.23 cm | | | |
| Descripción | Unidad de medida | Cantidad | Valor unitario | Total |
| Polietileno de alta densidad | Gramos | 71.39 | \$ 8,00 | \$ 571,12 |
| Inyección de plástico | Minutos | 1 y 21s | \$ 420,0 | \$ 567 |
| Valor total de la pieza N° 4 | | | | \$ 1.138,12 |

Nota. Fuente propia

Tabla 21. *Costos de producción – Pieza N° 5*

| | | | | |
|------------------------------|------------------------------|----------|----------------|-----------|
| Pieza N° | 5 | | | |
| Material | PE | | | |
| Dimensiones | Radio 2 cm, Profundidad 4 cm | | | |
| Descripción | Unidad de medida | Cantidad | Valor unitario | Total |
| Polietileno de alta densidad | Gramos | 20.93 | \$ 8,00 | \$ 167,44 |
| Inyección de plástico | Segundos | 24 | \$ 7,00 | \$ 168 |
| Valor total de la pieza N° 5 | | | | \$ 335,44 |

Nota. Fuente propia

Tabla 22. *Costos de producción – Pieza N° 6*

| | | | | |
|------------------------------|------------------------------------|----------|----------------|----------|
| Pieza N° | 6 | | | |
| Material | PE | | | |
| Dimensiones | Frente 3 cm, Ancho 3 cm, Alto 2 cm | | | |
| Descripción | Unidad de medida | Cantidad | Valor unitario | Total |
| Polietileno de alta densidad | Gramos | 10.13 | \$ 8,00 | \$ 81,04 |
| Inyección de plástico | Segundos | 2 | \$ 7,00 | \$ 14 |
| Valor total de la pieza N° 6 | | | | \$ 95,04 |

Nota. Fuente propia

Para poder calcular el precio del molde de cada pieza se realizó la cotización con empresas que se dedican a la realización de moldes, toamando en cuenta las dimensiones de cada pieza y el peso necesario para las piezas de este proyecto.

Tabla 23. *Costos de moldes de inyección*

| | | | | |
|-------------------------|------------------|----------|-----------------|------------------|
| Moldes | | | | |
| Material | Acero inoxidable | | | |
| Dimensiones | Cm3 | | | |
| Descripción | Unidad de medida | Cantidad | Valor unitario | Total |
| Molde pieza N° 1 y 2 | Global | 2 | \$ 2.916.331,52 | \$ 5.832.663,04 |
| Molde pieza N° 3 | Global | 1 | \$ 3.646.241,90 | \$ 3.646.241,90 |
| Molde pieza N° 4, 5 y 6 | Global | 3 | \$ 1.778.962,23 | \$ 5.336.886,69 |
| Valor total | | | | \$ 14.815.791,63 |

Nota. Fuente propia

16.1. Costo Unitario de Producción

De acuerdo al costo del proceso de inyección, se realiza una tabla final con la especificación de cada valor descrito anteriormente para el resultado total del costo del producto y así calcular el margen de utilidad para la venta.

Tabla 24. *Costo unitario de producción*

| Producto: Jardín vertical modular – Planty Home | | | | |
|--|---|----------|----------------|----------------|
| Material | PE | | | |
| Dimensiones | Frente 62,35 cm, Ancho 15 cm, Alto 72,92 cm | | | |
| Descripción | Unidad de medida | Cantidad | Valor unitario | Total |
| Pieza N°1 y 2 | Unidad | 2 | \$ 7.324,44 | \$ 14.648,88 |
| Pieza N° 3 | Unidad | 1 | \$ 10.774,48 | \$ 10.774,48 |
| Pieza N° 4 | Unidad | 2 | \$ 1.138,12 | \$ 2.276,24 |
| Pieza N° 5 | Unidad | 1 | \$ 335,44 | \$ 335,44 |
| Pieza N° 6 | Unidad | 2 | \$ 95,04 | \$ 190,08 |
| Valor total | | | | \$ 125.225,12 |
| Valor total + Costo moldes / 500 unds del producto | | | | \$ 29.631,645 |
| ----- | | | | ----- |
| Valor total final | | | | \$ 154.856,657 |

Nota. Fuente propia

El costo total del producto junto con el precio de producción de inyección es de \$ 154.856,657 Pesos Colombianos, este precio es para la producción industrializada de 500 unidades.

16.2. Costos Operativos

los costos de operación son todos aquellos gastos que la empresa tiene que cancelar durante el periodo posterior del lanzamiento del producto, el resultado se obtiene a partir de la valorización monetaria de los bienes y servicios que la empresa debe adquirir para mantenerse operando junto con los beneficios que esta genera en la empresa.

A partir del de la determinación de los costos de producción se calculan los costos operativos de la empresa para llevar a cabo toda la actividad económica.

Tabla 25. *Determinación del costo de producción*

| | |
|---------------------|-------------------------------------|
| Producto | Jardin vertical modular planty home |
| Unidades producidas | 500 |

| Cantidad | Unidad de medida | Elementos del Costo | Precio | Costo Fijo | Costo Variable |
|----------|------------------|----------------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|
| 500 | Kilogramo | Polietileno alta densidad | \$ 2.650,00 | | \$ 1.327.650,00 |
| 500 | Unidades | Proceso de inyección de plástico | \$ 154.856,66 | | \$ 77.583.186,66 |
| 500 | Unidades | Empaque y embalaje | \$ 2.700,00 | | \$ 1.352.700,00 |
| 50 | Unidades | Envío y transporte del producto | \$ 28.200,00 | | \$ 1.438.200,00 |
| 30 | Días | Alquiler local | \$ 20.000,00 | \$ 600.000,00 | |
| 30 | Días | Plan de medios | \$ 144.142,00 | \$ 4.324.260,00 | |
| 30 | Días | Servicios públicos | \$ 6.000,00 | \$ 180.000,00 | |
| | | Totales | \$ 358.548,66 | \$ 5.104.260,00 | \$ 81.701.736,66 |

| Costo por unidad | Costo |
|---------------------------|----------------------|
| Costo Fijo Unitario = | \$ 10.208,52 |
| Costo Variable Unitario = | \$ 163.403,47 |
| Costo Total Unitario = | \$ 173.611,99 |

Nota. Fuente propia

Tabla 26. *Costo total operativo*

Determinacion del Costo Total Operativo

Determinacion del Costo de Comercialización CC

| | | |
|--|-----------|-------------------|
| Plan de medios | \$ | 144.142,00 |
| Comisiones | \$ | 20.000,00 |
| Pagos extras | \$ | 50.000,00 |
| Embalaje y envío | \$ | 100.000,00 |
| | \$ | - |
| | \$ | - |
| | \$ | - |
| Costo Total de Comercialización | \$ | 314.142,00 |

Determinacion del Costo de Administración C A

| | | |
|--------------------------------------|-----------|-------------------|
| Gastos de oficina | \$ | 50.000,00 |
| Impresión Documentos Comerciales | \$ | 50.000,00 |
| Diseño e Impresión Logotipo | \$ | 100.000,00 |
| | \$ | - |
| | \$ | - |
| | \$ | - |
| | \$ | - |
| Costo Total de Administración | \$ | 200.000,00 |

Determinacion del Costo Total Operativo (CC +CA)

| | | | | | | | | |
|---|----|------------|---|-----|------------|----|----------|------------|
| Costo Total Operativo (CTO)= | \$ | 314.142,00 | + | \$ | 200.000,00 | = | \$ | 514.142,00 |
| Costo Unitario Operativo (CTO/Unid. Prod.)= | \$ | 514.142,00 | / | 500 | = | \$ | 1.028,28 | |

Nota. Fuente propia

17. Factor Innovación

Se considera que el producto de planty home es una innovación incremental ya que la propuesta desarrollada parte de un punto base que es la limitación que tiene el cliente para encontrar un jardín vertical que pueda instalar por si mismo sin contratación de empresa privada o de personal de instalación, también de lo novedosa de su forma orgánica y gradual de los módulos de plantación, su practicidad diferencial en su acoplamiento de los módulos con el sistema de anclaje le da un plus al producto que normalmente no se encuentran en las tipologías que ofrece el mercado, mejorando considerablemente el aspecto visual de un jardín vertical.

En cuanto a innovación de posición este producto efectivamente no cambia sustancialmente a comparación de lo que se encuentra en el mercado, ya que su forma básica parte de un elemento que contenga la planta con el sustrato y este ser anclado en la pared verticalmente, pero en este caso es posible introducirlo en un nuevo nicho de mercado que satisfaga otras necesidades diferentes a las que originalmente fue orientado.

El impacto positivo que genera este producto en un espacio interior, rompe paradigmas con su configuración formal ya que los productos de la competencia son similares y no cambian en su forma, en cambio este producto se distribuye con sus módulos lateralmente y su acople es distinto, además de disminuir los pasos de instalación y su posibilidad de replicarse en dimensiones que van desde 1mt2 hasta poder cubrir un muro de 2mt de alto y 3 mt de ancho aproximadamente, de acuerdo a las medidas del espacio interior en que se vaya a instalar.

18. Analisis De Impactos

18.1. Impacto Social

En cuanto al mercado de Jardines Verticales su crecimiento ha ido en aumento de manera que es posible que este producto sea de alta demanda haciendo necesario diferentes servicios, empresas y personal para la producción, distribución y venta del producto, lo cual generaría cierto número de empleos que aumentarían considerablemente con la productividad del producto.

Por otra parte la responsabilidad social corporativa se compromete con el medio ambiente y este a su vez tiene como objetivo mejorar la situación competitiva, valorativa y el valor añadido del producto, además de ser una de las normas o leyes de las cuales se exige su cumplimiento y por lo cual será implementada progresivamente en la empresa, haciéndose responsable con el impacto ambiental que el producto pueda provocar.

En relación con lo anterior, el material del cual está hecho el producto es de polietileno el cual es un material totalmente reciclable lo cual no tendría ningún efecto contaminante a largo plazo y en cuanto a la tecnología de producción usada para la transformación de este material es la de menor impacto ambiental como lo es la inyección de plástico.

18.2. Impacto Económico

De acuerdo al análisis de la competencia hecha anteriormente muestra que el precio que ofrecen es relativamente asequible en sitios web o tiendas de cadena que esta entre \$100.000 COP y \$ 500.000 COP, estos precios varían entre las dimensiones de m^2 o menos, en donde se ofrecen elementos básicos como macetas pequeñas y para estos los precios son bajos, entre los productos de jardines verticales que son instalados por empresas privadas de alta calidad, en donde sus precios dependen de las dimensiones del jardín vertical, generalmente mayores del m^2 y que además su venta es limitada por contrato, sus precios son mayores a los \$ 500.000 COP.

El producto de planty home ofrece facilidad de instalación y que además el producto por su forma orgánica embellece el interior de un lugar, impactando positivamente a la vista por ser un producto diferente formalmente a los que existen en el mercado, así que el precio esta justamente en el medio del precio de la competencia, ya que ofrece calidad como los de empresas privadas y un precio asequible como los de sitios web o tiendas de cadena, que está proyectado entre los \$ 200.000 COP y \$ 300.000.

Este producto es para todo público, en donde se pueda adquirir tanto virtualmente como en tiendas de cadena, así que se realizó una encuesta para todo público (ver anexo 6), 22 personas respondieron la encuesta, dando como resultado los siguientes porcentajes:

77, 3% Estarían dispuestos a obtener el producto.

85,7% Consideran el producto novedoso.

De acuerdo a lo anterior se puede proyectar un nivel de aceptación de un 70 a 90% del producto. Se espera que el producto el cual es nuevo en el mercado sea de impacto y que genere una gran demanda, haciéndolo más provocativo para los inversionistas y así quieran seguir invirtiendo en el proyecto que de cada vez más ganancias.

Ya que la materialidad del producto es de bajo costo, que también es reciclable y reutilizable disminuyendo el costo del producto, siendo un producto económicamente viable rentable para la empresa, así como también el proceso de inyección que aunque el precio de cada molde es grande al producir mínimo 500 unidades inicialmente, se espera ir aumentando y así el costo de producción de inyección sea más bajo.

18.3. Impacto Medioambiental (Ecológico)

Para que el producto ayude al medio ambiente se plantea el uso de material polietileno el cual es reciclable para que así la empresa pueda usar ese mismo material y llevar a cabo un proceso productivo eco amigable y sustentable, como también el residuo que este se genere puede ser utilizado para fabricar bolsas de residuos, caños, madera plástica para postes, marcos, film para agricultura, etc.

Todo esto depende del correcto desecho del producto, se recomienda que el usuario este informado de los diferentes métodos de reciclaje de cada ciudad de Colombia (Ver ilustración 84), como lo es separar cada desecho de acuerdo a su materialidad, en este caso es un producto

Hecho de plástico (PE) reciclable, en donde cada residuo plástico contienen energía comparable con la de los combustibles fósiles, de ahí de constituyen como una buena alternativa para que se usen como combustible o producción de energía.



Ilustración 84. Guía práctica de reciclaje. Fuente propia

18.3.1. Análisis ambiental del producto.

18.3.1.1 Ciclo de vida circular.



Ilustración 85. Ciclo de vida útil del producto. Fuente propia

Se estima que La vida útil del material en el cual está hecho el producto (PE) es de 50 años y se proyecta que la utilidad del producto estaría entre los 5 y 10 años dependiendo del uso y cuidado que el cliente le asigne. Para el proceso del ciclo de vida desde el diseño hasta el desecho y reciclaje del producto se plantea bajo el método cíclico que consiste en reutilizar nuevamente el material y evitar introducir material nuevo en el proceso de producción que contribuye a una economía circular amigable con el medio ambiente.

En primer lugar esta la concepcion del producto desde el punto de vista de diseño del elemento, en donde basicamente se lleva a cabo todo el proceso creativo del producto hasta llegar al diseño definitivo, para que posteriormente se fabrique y sea distribuido.

En segundo lugar esta todo el proceso de produccion del elemento, el cual esta definido dentro del proceso de fabricacion por inyeccion de polietileno de alta densidad, donde sus propiedades son las correctas para un producto de alta calidad.

El tercer proceso es la distribucion del producto, el cual estará enfocado por diferentes canales directas e indirectas que aseguran la obtencion del producto a cualquier persona con poder adquisitivo.

El cuarto proceso es la usabilidad del producto, el cual esta hecho de un material que proporciona un alto nivel en cuanto a su resistencia, proyectando un periodo extenso en el uso del producto.

Por ultimo el quinto proceso, en donde el producto es desechado para luego reciclarlo y utilizarlo de nuevo en la fabricacion de un nuevo producto, sera proyectado por medio de un detallado proceso de recoleccion cada 2 años del producto desechado y tambien del mismo material.

18.4. Impacto Humano

Este producto está hecho para afectar de manera positiva al ser humano porque otorga al cliente un espacio natural y a su vez facilita la instalación del jardín vertical dentro del espacio que la persona desee colocarlo, Además está comprobado que los jardines verticales en lugares interiores aportan energía, dan vitalidad, cambian el humor, dan un toque armónico al lugar y aporta energía positiva, favoreciendo en gran manera al ser humano.

Continuando con lo anterior cabe resaltar que este producto es un portador de plantas que son las principales otorgadoras de los anteriores y más beneficios que da al ser humano, en cuanto a las consecuencias físicas que el objeto es si podría verse implicado es reducido al máximo, ya que una de las razones por las cuales este producto se llevó a cabo es para darle al cliente facilidad en la instalación y disminuir considerablemente los pasos, comparados con los jardines Tradicionales que existen en el mercado, su nivel de complejidad es bajo para que el cliente físicamente pueda acoplar cada pieza e instalarlo por sí mismo en casa.

18.5. Impacto Cultural

Actualmente la implementación de Jardines verticales en espacios interiores o exteriores está ascendiendo en Colombia, tomando fuerza como una corriente ambiental que ayuda a la limpieza del aire de cada lugar, por lo mismo se entiende que a nivel cultural se ha estado observando cada vez más estos productos en lugares públicos haciendo que las personas estén más

Familiarizadas, así que este producto no haría un choque, al contrario mostraría una opción diferente a las demás y novedosa.

Aunque este producto se ve cada vez más en el mercado este afectaría las costumbres del cliente y por consiguiente las personas que también frecuentan o habitan el lugar interior en el que estaría instalado, ya que posiblemente los nuevos clientes que estarían dispuestos en obtener este producto para que así dependiendo del tipo de plantas que adquieran para el producto tendrían que acoplarse a una nueva costumbre que implica el cuidado de las mismas.

Por otro lado dicha costumbre sería una afectación positiva en el cliente tomando en cuenta los beneficios que este producto ofrece, las cuales son dadas desde la instalación y a largo plazo para el espacio y el cliente.

18.6. Impacto Tecnológico

Uno de los puntos más resaltados en el proyecto es que a nivel de variedad existente en el mercado, este tipo de producto es diferente a los existentes, así que al dar a conocer este producto podría estimular que exista una competencia y a nivel nacional también estimularía la competitividad existente por este nuevo producto que sería insertado en el mercado.

Con respecto al nivel profesional este producto fue desarrollado desde el diseño industrial y para la producción del mismo sería necesario de empresas especializadas y profesionales en el manejo de máquinas de alto rendimiento como la máquina de inyección de plástico, lo cual haría parte de una cadena productiva impulsando los sectores secundario, terciario y cuaternario.

18.7. Impacto Ético

Para la empresa planty home es importante ser guiada por valores y moral, ofreciendo a clientes una transparencia, compromiso y respeto por la humanidad, así como también se compromete a dar oportunidades de empleo, ofreciendo un medio de sostenimiento económico dentro de la sociedad.

19. Conclusiones

Dentro de los puntos que se consideraron con más importancia dentro del proyecto es detectar la necesidad real de las personas , en este caso el poder acceder a un producto de calidad y que permita ser instalado fácilmente por cualquier persona , así como también este proyecto contribuye de manera informativa para la implementación de jardines verticales en espacios interiores, dejando cabida al mejoramiento continuo de este tema para incentivar a la obtención de estos productos y que las personas sean beneficiadas en la limpieza del ambiente dentro de los espacios.

En el caso de este proyecto se enfocó directamente con los jardines verticales modulares , ya que estos son los más usados y por lo tanto los que más cantidad de pasos tienen para su instalación, junto con sus atributos de dar la posibilidad de replicarlo en dimensiones mayores a 1m², sin embargo el resultado del producto diseñado en este proyecto permitió dar una solución mejorada de este sistema actual , quedando la posibilidad de seguir perfeccionando el sistema para que sea mucho mejor el proceso de instalación y llevar a cabo un análisis detallado e incrementar los beneficios a largo plazo.

El jardín vertical modular Planty Home logro cumplir los objetivos planteados en el presente proyecto, arrojando resultados favorables como el mejoramiento de la instalación del jardín con el menor de pasos posibles, ayudando al usuario a disminuir los riesgos ergonómicos que antes se presentaban en el diagnóstico inicial.

Las piezas individuales que posee el sistema del jardín se acoplan entre sí de manera sencilla y versátil para el usuario, así como también cumplió con el aspecto modular escalable que permite ser replicado en superficies superiores al m^2 , además da un toque decorativo dentro del espacio interior propuesto para su instalación.

A pesar de las dificultades para la comprobación del producto real causadas por la crisis mundial del COVID-19, se usaron otros medios para lograr comprobar que el producto cumplía con las condiciones del diseño propuestas, aunque la relación directa con el usuario no fue completa, se pudo realizar con el prototipo inicial que permitió comprobar los aspectos ergonómicos.

El resultado final del proyecto fue satisfactorio, la evolución que se presentó desde las alternativas hasta la definición del diseño final, logro evidenciar un producto diferente e innovador a los existentes en el mercado, siendo factible su introducción y aceptación en un nuevo nicho de mercado.

Referencias Bibliográficas

- Alcaldía Municipal De Pamplona. (2015). *Modificación excepcional del Plan Básico De Ordenamiento Territorial Del Municipio De Pamplona, Norte De Santander Proyecto de acuerdo N° 0034*. Recuperado de <http://pamplona-nortedesantander.gov.co/>
- Alcaldía Mayor De Bogotá D.C. (2011). *Techos verdes y jardines verticales*. Recuperado de <http://www.ambientebogota.gov.co/>
- Ayuso, H. (2016). *Evaluación del comportamiento hídrico de un jardín vertical de interior*. Colombia: Universidad Politécnica De Cartagena.
- Conejero., Martínez., Ayala., & Fernández, (2012). *El diseño del modelo y prototipo. Herramientas para la comunicación y evaluación*. España: Instituto de Diseño y Fabricación.
- Carrera, A. (2011). *Sistemas vegetales verticales: estudio de los efectos de la integración arquitectónica de sistemas vegetales verticales y propuestas de uso como técnica pasiva de ahorro de energía en el clima continental mediterráneo*. España: Universidad Politécnica De Madrid Escuela Universitaria De Arquitectura Técnica.
- Dagovett, A., Romero, A., & Uribe, G. (2017). *Estudio de prefactibilidad para el montaje de una empresa de diseño, construcción y mantenimiento de jardines verticales y cubiertas verdes en Bogotá*. Colombia: Escuela Colombiana De Ingeniería Julio Garavito.
- Galeana, C. (2008). *La tipología en la vivienda como precedente sustentable*. México: Universidad de Guadalajara.

- Martínez, S. (2017). *Estudio y aplicación de las fachadas verdes para mejorar la eficiencia energética en edificación*. España: Universidad Jaime I.
- Poza, C. (2017). *Acondicionamiento bioclimático. Jardines verticales. Aplicaciones y caso práctico en la escuela de arquitectura de Valladolid*. España: Universidad de Valladolid.
- Pedraza, O. (2015). *La biodepuración del aire con plantas purificantes y ornamentales, como alternativa ambiental en el siglo XXI*. Colombia: Universidad Distrital Francisco José De Caldas.
- Paisaje Vertical. (2014). *Jardín vertical: montaje sistema Naturpanel*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=4eCgiZ7Fas&list=PLX0F6wLyG12U7kfV7JmyquCqgcM884hO-&index=1>
- Rincón, G. (2007). *Hombre y espacio Otto Friedrich Bollnow*. Colombia: Universidad de Los Andes.
- Rodríguez, M. (1983). *Manual de Diseño Industrial*. México: Coordinación de Extensión Universitaria, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.
- Sánchez, L., Gelviz G., S.M., & Solano Ortega, F. (2007). *Plantas con flores de la reserva el Volcán, Vereda Alto Grande Pamplona, Norte de Santander*. Colombia: Universidad de Pamplona.
- Salazar, C. (2017). *Diseño de jardines verticales en el interior de viviendas y la calidad de vida de los habitantes de la parroquia La Merced*. Ecuador: Universidad Técnica De Ambato.

- Terapia Urbana. (2016). *Jardín vertical en Sevilla: Vivienda privada*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=rSpA9ijQhNQ&list=PLX0F6wLyG12U7kfV7Jmyq uCqgcM884hO-&index=3&t=0s>.
- Tandazo, C. (2015). *Implementación de un prototipo de jardín vertical para mejorar las condiciones ambientales en ambientes cerrados*. Ecuador: Universidad Nacional De Chimborazo.
- Vintimilla, P. (2013). *Uso de materiales para jardines verticales en espacios interiores*. Ecuador: Universidad Del Azuay.

Bibliografía

- Camargo, Contreras, García, Molina & Sepúlveda. (2007). *Hombre y espacio Otto Friedrich Bollnow (1969) (análisis crítico)*. Venezuela: Universidad de Los Andes.
- Castro, C. (2016). *Estudio de fachada vegetal, para el edificio terminal terrestre Dr. Jaime Roldós Aguilera, en la ciudad de Guayaquil, provincia del guayas, zona 8*. Ecuador: Universidad De Guayaquil
- Díaz, C. (2016). *Propuesta para la implementación de edificios verdes en la empresa Unipinturas Ltda*. Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Galeana, C. (2008). *La tipología en la vivienda como precedente sustentable*. México: Universidad de Guadalajara.
- López, R. (2016). *Estudio comparativo de sustratos de cultivos sostenibles en sistemas de naturación urbana: jardinería vertical y cubierta vegetal*. España: Universidad Politécnica De Madrid.
- López, B. (s.f). *Jardines verticales*. España: Universidad Politécnica de Valencia.
- María, L., Montoya, R., Patricia, M., Zapata, S. y Mauricio, A. (2012). *Contaminación ambiental por PM10 dentro y fuera del domicilio y capacidad respiratoria en Puerto Nare*. Colombia: Universidad de Antioquia.
- Mier, J. (2017). *Investigación y diseño de un jardín vertical en la ciudad de quito para la fachada de la universidad de las américas sede colón*. Ecuador: universidad de las américas sede colón.

Navarro, P. (2013). *Los jardines verticales en la edificación*. España: Universidad Politécnica de Valencia.

Pérez, M. (2013). *Fachadas como membranas interactivas: características técnicas, diseño y construcción*. Colombia: Universidad De Medellín.

Redondo, P. (2014). *Beneficios socio ambientales de las infraestructuras verdes urbanas y su aplicación en la construcción y planificación urbanística en la ciudad de Bucaramanga*. Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana.

Ruiz, G. (2011). *El jardín como elemento integrador del hombre en la metrópoli*. España: Universidad Complutense de Madrid.

Salazar, C. (2017). *Diseño de jardines verticales en el interior de viviendas y la calidad de vida de los habitantes de la parroquia La Merced*. Ecuador: Universidad Técnica De Ambato.

Saravia, P. (2006). *Ergonomía de concepción, Su aplicación al diseño y otros procesos proyectuales*. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.