



UNIVERSIDAD  
DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Diseño de sistemas hidropónicos modulares para los  
hogares de la ciudad de Piura**

Trabajo de Investigación

**Ariana Paola Bazan Cock  
Gina Lisbeth Carranza Vasquez  
Stefano Dellepiane Rzewuski  
Johnny Jaime Obregón Ruiz  
Joyce Azucena Pupuche Yarleque**

Asesor(es):  
Dr. Ing. Dante Guerrero Chanduví

Piura, junio de 2021



## Resumen

En la actualidad, se ha incrementado el número de personas interesadas en cultivar dentro del hogar y mantener una alimentación saludable que contribuya con el medio ambiente. Es por ello que surge la idea de diseñar sistemas hidropónicos modulares, con un diseño estético, de fácil uso y adaptables a cualquier espacio dentro del hogar. Además, estos sistemas son acompañados con los complementos necesarios para garantizar el éxito de la cosecha.

En este estudio se detalla el origen de la técnica hidropónica y cómo ha ido evolucionando en el tiempo. Además, se explica la situación actual de la hidroponía en el mundo, en el Perú y en Piura. También, se describen los conceptos básicos y metodologías empleadas para la realización del proyecto.

Dentro de la ingeniería del proyecto se incluye un estudio de mercado para determinar el público objetivo, conocer a los competidores, precios de venta y canales de distribución. Asimismo, se detalla un plan estratégico, un plan comercial, y se realiza el diseño del proceso productivo, en el cual se describen cada uno de los procesos, se determina la capacidad y la materia prima e insumos necesarios en cada una de las etapas. En la disposición en planta y localización, se determina la distribución física y se elige una ubicación estratégica para la preparación de las soluciones y realización de los kits hidropónicos. En la estructura organizacional, se detalla la jerarquización de la empresa a través de un organigrama y se especifica las funciones, habilidades y requisitos del personal en cada puesto de trabajo. Finalmente, a través de un análisis económico-financiero, se detalla la obtención del capital, presupuesto y rentabilidad del proyecto.



## Tabla de contenido

Introducción .....	17
Capítulo 1 Antecedentes .....	19
1.1 Origen y evolución de la hidroponía.....	19
1.2 Descripción del sector .....	22
Capítulo 2 Situación actual.....	23
2.1 Situación actual de la hidroponía .....	23
2.1.1 Hidroponía en el mundo .....	24
2.1.2 Hidroponía en el Perú .....	25
2.2 Sistemas hidropónicos.....	27
2.2.1 Tecnología de los sistemas hidropónicos. ....	29
2.3 Soluciones nutritivas.....	30
2.4 Empresas representativas .....	32
2.5 Cultivo hidropónico en el hogar .....	32
Capítulo 3 Marco teórico.....	35
3.1 Hidroponía .....	35
3.1.1 Características.....	35
3.1.2 Metodologías .....	36
3.1.3 Procedimientos .....	37
3.1.4 Beneficios del cultivo hidropónico.....	38
3.2 Sistemas hidropónicos.....	39
3.2.1 Características.....	39
3.2.2 Tipos de sistemas hidropónicos .....	39
3.2.3 Tecnología en sistemas hidropónicos .....	41

3.2.4 Sistemas hidropónicos para interiores .....	42
3.3 Soluciones nutritivas.....	42
3.3.1 Características .....	42
3.3.2 Tipos de soluciones .....	43
3.3.3 Procedimiento de preparación .....	44
3.4 Legislaciones generales del proyecto .....	44
Capítulo 4 Metodología.....	47
4.1 Planteamiento del problema y oportunidad.....	47
4.2 Objetivo general del proyecto .....	47
4.3 Objetivos específicos del proyecto .....	47
4.4 Justificación del proyecto .....	48
4.5 Herramientas y técnicas .....	49
4.5.1 Brainstorming.....	49
4.5.2 Ms Project .....	49
4.5.3 Lucidchart.....	49
4.5.4 Microsoft Office .....	49
4.5.5 Teams .....	49
4.5.6 AutoCAD.....	50
4.5.7 Canva.....	50
4.5.8 Adobe Illustrator .....	50
4.5.9 Google forms.....	50
4.6 Descripción de las metodologías .....	50
4.6.1 Metodología de estudio de mercado .....	50
4.6.2 Metodología de planeamiento estratégico .....	51
4.6.3 Metodología de planeamiento comercial.....	52
4.6.4 Metodología de diseño del proceso productivo.....	53
4.6.5 Metodología de disposición en planta y localización .....	53
4.6.6 Metodología de estructura organizacional.....	59
4.6.7 Metodología de análisis económico-financiero.....	60

Capítulo 5 Investigación de mercado .....	63
5.1 Objetivo del estudio de mercado .....	63
5.2 Técnica de recolección de datos.....	63
5.3 Análisis de resultados .....	65
5.3.1 Determinación del público objetivo .....	65
5.3.2 Oferta y demanda .....	67
5.3.3 Competidores.....	68
5.3.4 Precios en el mercado.....	68
5.3.5 Canales de distribución .....	68
Capítulo 6 Plan estratégico.....	71
6.1 Visión, misión y valores .....	71
6.2 Análisis FODA.....	72
6.3 Estrategia competitiva.....	73
6.4 Objetivos estratégicos .....	73
Capítulo 7 Plan comercial.....	75
7.1 Producto .....	75
7.1.1 Diseño del sistema hidropónico.....	75
7.1.2 Complementos.....	78
7.1.3 Packing .....	81
7.1.4 Manual de uso.....	82
7.2 Precio .....	85
7.3 Plaza.....	87
7.4 Promoción.....	87
Capítulo 8 Diseño del proceso productivo .....	89
8.1 Descripción general del proceso .....	89
8.2 Capacidad de producción .....	91
8.3 Materia prima e insumos.....	92
8.4 Maquinaria y equipos .....	94
8.5 Mano de obra .....	97
Capítulo 9 Disposición en planta y localización.....	99

9.1 Diagrama de operaciones .....	99
9.2 Diagrama de relaciones operacionales.....	101
9.3 Dimensionamiento de áreas.....	105
9.4 Diagrama de bloques .....	118
9.5 Layouts.....	120
9.6 Diagramas de flujo .....	122
9.7 Localización.....	124
9.7.1 Macro localización .....	124
9.7.2 Micro localización. ....	125
Capítulo 10 Estructura organizacional .....	127
10.1 Organigrama .....	127
10.2 Manual de organización y funciones .....	127
Capítulo 11 Análisis económico financiero .....	133
11.1 Presupuestos .....	133
11.1.1 Presupuesto de inversión .....	133
11.1.2 Presupuesto de ingresos.....	134
11.1.3 Presupuesto de costos y gastos .....	136
11.2 Punto de equilibrio .....	138
11.3 Flujo de caja económico .....	138
11.4 Evaluación económica y financiera .....	140
11.4.1 Valor actual neto (VAN) .....	140
11.4.2 Tasa de interés de retorno (TIR) .....	140
11.4.3 Periodo de recuperación.....	140
11.5. Análisis de sensibilidad .....	140
11.5.1 Tasa de descuento .....	140
11.5.2 Demanda de los sistemas hidropónicos .....	141
11.5.3 Precio de los sistemas hidropónicos.....	142
Conclusiones.....	145
Referencias bibliográficas.....	147

## Lista de tablas

Tabla 1. Rangos comunes de nutrientes en las soluciones hidropónicas .....	31
Tabla 2. Simbología ASME. ....	54
Tabla 3. Código de proximidad.....	54
Tabla 4. Motivos de interrelacionamiento de las secciones funcionales. ....	55
Tabla 5. Dimensiones predeterminadas para oficinas. ....	58
Tabla 6. Dimensiones predeterminadas para servicios higiénicos. ....	58
Tabla 7. Cálculo del mercado objetivo. ....	64
Tabla 8. Cálculo del público objetivo. ....	65
Tabla 9. Precios del competidor identificado.....	68
Tabla 10. Cuadro Resumen diagrama de operaciones.....	101
Tabla 11. Motivos de proximidad entre las áreas funcionales. ....	102
Tabla 12. Representación de las áreas para el diagrama de interrelaciones. ....	103
Tabla 13. Materias primas e insumos necesarios en el proceso productivo. ....	105
Tabla 14. Elementos fijos y móviles del área de ensamblaje.....	109
Tabla 15. Superficie estática y de gravitación elementos fijos. ....	110
Tabla 16. Superficie estática y de gravitación elementos móviles. ....	110
Tabla 17. Superficie total de los elementos fijos área de ensamblaje.....	111
Tabla 18. Superficie total de los elementos móviles del área de ensamblaje.....	111
Tabla 19. Elementos fijos y móviles del área de preparación.....	111
Tabla 20. Superficie total de los elementos fijos área de preparación.....	112
Tabla 21. Superficie total de los elementos móviles del área de preparación.....	112
Tabla 22. Elementos fijos y móviles para el área de empaque.....	112

Tabla 23. Superficie total de los elementos fijos área de empaque. ....	113
Tabla 24. Superficie total de los elementos móviles en el área de empaque. ....	113
Tabla 25. Área requerida para las oficinas administrativas. ....	115
Tabla 26. Equipos higiénicos. ....	115
Tabla 27. Superficie estática, gravitacional y evolución. ....	116
Tabla 28. Superficie estática, gravitacional y evolución. ....	116
Tabla 29. Área de elementos fijos y móviles para los baños. ....	116
Tabla 30. Superficie estática de los elementos móviles para el patio de maniobras. ....	117
Tabla 31. Área total de las secciones ....	118
Tabla 32. Referencias de números para cada sección funcional. ....	118
Tabla 33. Evaluación multicriterio. ....	122
Tabla 34. Alternativas de localización. ....	124
Tabla 35. Evaluación multicriterio para la macro localización. ....	124
Tabla 36. Micro localización. ....	125
Tabla 37. MOF Gerente general. ....	128
Tabla 38. MOF Jefe de producción. ....	129
Tabla 39. MOF Operario de preparación de soluciones. ....	129
Tabla 40. MOF Operario de producción. ....	130
Tabla 41. MOF Jefe de logística. ....	130
Tabla 42. MOF Almacenero. ....	131
Tabla 43. MOF Vigilancia. ....	131
Tabla 44. Inversión inicial. ....	134
Tabla 45. Cantidad de productos a vender en el primer año. ....	135
Tabla 46. Precios de los productos. ....	135
Tabla 47. Presupuestos de ingresos. ....	135
Tabla 48. Gastos preoperativos. ....	136
Tabla 49. Costos y gastos mensuales. ....	137
Tabla 50. Punto de equilibrio de los productos. ....	138
Tabla 51. Flujo de caja económico. ....	139

Tabla 52. Flujo de caja económico (Demanda de los sistemas hidropónicos).....	141
Tabla 53. Flujo de caja económico (Precio de los sistemas). .....	143



## Lista de figuras

Figura 1. Jardines colgantes de Babilonia. ....	19
Figura 2. Huerto hidropónico en refugio durante la segunda guerra mundial.....	21
Figura 3. Pabellón La Tierra Epcot Center. ....	21
Figura 4. Evolución de la superficie aproximada de cultivo sin suelo en el sudeste español..	25
Figura 5. Sistema hidropónico por goteo.....	28
Figura 6. Sistema hidropónico NFT. ....	28
Figura 7. Sistema hidropónico raíz flotante. ....	29
Figura 8. Sistema aeropónico.....	29
Figura 9. Tipos de sistemas hidropónicos. ....	40
Figura 10. Sistemas hidropónicos para interiores.....	42
Figura 11. Soluciones nutritivas .....	44
Figura 12. Simbología ANSI para diagramas de flujo. ....	53
Figura 13. Tabla de interrelaciones. ....	55
Figura 14. Relaciones entre las actividades. ....	56
Figura 15. Simbología diagrama de operaciones. ....	56
Figura 16. Diagrama de interrelaciones. ....	57
Figura 17. Ejemplo de organigrama estructural.....	59
Figura 18. Ejemplo de organigrama matricial de una subdirección médica.....	60
Figura 19. Interés en alimentos orgánicos. ....	66
Figura 20. Interés en cultivo en el hogar.....	66
Figura 21. Interés por el cultivar de manera hidropónica.....	67
Figura 22. Pisos extra por sistema hidropónico. ....	67

Figura 23. Precios obtenidos de la encuesta.....	68
Figura 24. Distribución del público objetivo. ....	69
Figura 25. Análisis FODA.....	72
Figura 26. Ejemplo de la realización del sistema hidropónico.....	76
Figura 27. Kit hidropónico de 1 piso.....	76
Figura 28. Diseño del sistema hidropónico modular. ....	77
Figura 29. Soluciones A y B.....	78
Figura 30. Sustrato turba rubia. ....	79
Figura 31. Ejemplo de plantilla de semillas. ....	80
Figura 32. Complementos del sistema hidropónico ....	80
Figura 33. Empaque para kit de 1 piso.....	81
Figura 34. Empaque para kit de 2 pisos. ....	81
Figura 35. Empaque para kit de 3 pisos. ....	82
Figura 36. Etiqueta de soluciones A y B. ....	82
Figura 37. Manual de uso - Pág. 1 .....	83
Figura 38. Manual de uso - Pág.2 .....	83
Figura 39. Manual de uso - Pág.3 .....	84
Figura 40. Manual de uso - Pág.4 .....	84
Figura 41. Manual de uso - Pág. 5 .....	85
Figura 42. Manual de uso - Pág. 6 .....	85
Figura 43. Interfaz de la página web. ....	87
Figura 44. Diagrama de proceso productivo. ....	90
Figura 45. Diagrama del proceso productivo soluciones. ....	91
Figura 46. Bomba sumergible.....	92
Figura 47. Timer.....	92
Figura 48. Manguera espaguete.....	93
Figura 49. Sustrato turba rubia. ....	93
Figura 50. Semillas.....	94
Figura 51. Canastillas.....	94

Figura 52. Etiquetadora.....	95
Figura 53. Termómetro. ....	96
Figura 54. Montacarga. ....	97
Figura 55. Diagrama de operaciones.....	100
Figura 56. Tabla de interrelaciones. ....	103
Figura 57. Diagramas de interrelaciones alternativa 1. ....	104
Figura 58. Diagrama de interrelaciones alternativa 2.....	105
Figura 59. Pallet para el almacén. ....	106
Figura 60. Estante de almacén. ....	107
Figura 61. Representación del almacén de materiales. ....	109
Figura 62. Representación del área de productos terminados.....	114
Figura 63. Motocarguera para patio de maniobras. ....	117
Figura 64. Diagrama de bloque a partir del diagrama de interrelación 1.....	119
Figura 65. Diagrama de bloque a partir del diagrama de interrelación 2.....	119
Figura 66. Layout alternativa 1.....	120
Figura 67. Layout alternativa 2.....	121
Figura 68. Diagrama de flujo de las etapas del proceso en planta. ....	123
Figura 69. Ubicación elegida. ....	125
Figura 70. Organigrama.....	127



## **Introducción**

El trabajo de investigación tiene como objetivo presentar el “Diseño de sistemas hidropónicos modulares en la ciudad de Piura”, se divide en 11 capítulos para el desarrollo y entendimiento del proyecto.

En el capítulo 1 se desarrolla el origen y evolución de la hidroponía, además, se expone la descripción del sector económico en el que se encuentra el proyecto. Del mismo modo, en el capítulo 2 se explica la situación actual de la hidroponía en el mundo, en el Perú y principalmente en Piura.

En cuanto al capítulo 3 se definen los conceptos básicos de la hidroponía, mencionando sus características, metodologías, procedimientos y beneficios. También, se exponen los tipos y tecnologías de los sistemas hidropónicos. Además de ello, se mencionan las características principales de las soluciones nutritivas, y se detallan las legislaciones legales.

En el capítulo 4 se exponen las metodologías, herramientas y técnicas utilizadas en la realización del proyecto, además se detalla la oportunidad encontrada. Por otro lado, en el capítulo 5 se especifica la herramienta utilizada para el estudio de mercado, y se exponen los resultados obtenidos de la encuesta en base a mercado objetivo, competidores, precio y canales de distribución.

El capítulo 6 define la misión, visión y valores de la empresa, especifica la ventaja competitiva y objetivos estratégicos. Asimismo, en el capítulo 7 se expone el plan comercial en el que se detallan las características de los kits hidropónicos para uno, dos y tres pisos. También, se fija el precio de venta en base a los costos, se define los canales de venta y promoción.

El capítulo 8 describe el proceso productivo, define la capacidad de producción, mano de obra y describe las características de las maquinarias y equipos.

Dentro del capítulo 9 se realiza la disposición en planta, para la cual se define las áreas funcionales, con su respectivo dimensionamiento. Además, se realiza un estudio de la micro y macro localización.

En el capítulo 10 se especifica la estructura interna de la organización y a través del manual de organización y funciones, se detalla el perfil, habilidades, conocimientos y funciones que debe tener el personal para su puesto de trabajo en el proyecto

Por último, en el capítulo 11 se evalúa la rentabilidad de la empresa a través de una evaluación económica-financiera para un horizonte de 5 años.



## Capítulo 1

### Antecedentes

En este capítulo se desarrollará el origen de la hidroponía y como esta técnica ha ido evolucionando en el transcurso del tiempo. Además, abarcará la descripción del sector económico en el que se encuentra el proyecto.

#### 1.1 Origen y evolución de la hidroponía

La hidroponía no es una moda que se ha originado en la actualidad, más bien es una técnica que viene siendo utilizada hace muchos siglos, específicamente se estima que el estudio de la hidroponía se inició desde el año 382 a.C. Sin embargo, la primera evidencia de hidroponía en la historia apareció en el transcurso del año 600 a.C, cuando el rey de Babilonia Nabucodonosor II mandó a construir los Jardines Colgantes de Babilonia, considerados como los primeros cultivos hidropónicos de la historia. La decisión tomada por el rey de la construcción de estos míticos jardines fue por la tristeza de su amada, ya que la reina Amytis extrañaba su tierra natal, la cual estaba llena de montañas y plantas donde pasó la mayoría de su infancia. Además, estos míticos jardines son considerados como una de las siete maravillas del Mundo Antiguo (Beltrano & Gimenez, 2015).



**Figura 1. Jardines colgantes de Babilonia.**

***Fuente: Tomado de Beltrano & Gimenez (2015).***

Más adelante, en el año 1600, Jan van Helmont realizó experimentos sobre la obtención de sustancias nutritivas de agua, el cual fue el primer registro documentado en la historia de la hidroponía. Su experimento principal consistió en la siembra de un sauce retoño en un recipiente de 90 kg de tierra seca aislada del polvo, el cual su riego por un horizonte de tiempo de 5 años fue con el agua de lluvia. Al finalizar los 5 años, pudo observar que el pequeño sauce había aumentado considerablemente su peso como también su altura. Gracias a esta evidencia el químico Jan van Helmont pudo concluir que las plantas obtienen sustancias nutritivas a través del agua (Beltrano & Gimenez, 2015).

Luego de 27 años, el científico Francisco Bacon publicó por primera vez el estudio sobre el crecimiento de las plantas sin suelo. Este suceso, determinó un antes y un después en la historia de la hidroponía, ya que se popularizó la técnica más usada hasta el momento de este tipo de cultivo de plantas. En 1804, De Saussure experimentó con el cultivo de plantas en la superficie, donde pudo demostrar que las plantas absorbían elementos químicos del suelo, agua y aire. Además, demostró que las plantas necesitaban del CO<sub>2</sub> para poder vivir, el cual se absorbía a través de la luz solar para poder así liberar oxígeno (Beltrano & Gimenez, 2015).

En el año 1929, el profesor William Frederick Gericke, quien trabajaba en la Universidad de California en Berkeley, a este tipo de cultivo le dio como nombre "Hidroponía", donde definió el proceso como "agua que trabaja". Gracias a las investigaciones, el profesor William Frederick pudo sugerir que este tipo de cultivo sea aplicado para la producción vegetal agrícola. Posteriormente en 1940, se convirtió en el autor del libro Complete Guide to Soilless Gardening (Guía Completa del Cultivo sin Suelo), donde pudo públicamente exponer a la hidroponía como una nueva técnica de cultivo comercial. Sobre todo, se refirió al éxito que tuvo en los cultivos de tomates, lechugas, verduras, remolachas, rábanos y papas. Con esta publicación, desde 1950 el número de plantaciones hidropónicas aumentaron significativamente al rededor del mundo. Sobre todo, se pudo empezar a utilizar esta técnica masivamente en lugares donde era imposible desarrollar la agricultura común como, en los desiertos, en zonas contaminadas y en zonas donde hay escasez de agua.

La primera aplicación exitosa de la hidroponía en la historia fue en la Segunda Guerra Mundial, la cual tuvo como protagonistas a las tropas de Estados Unidos, quienes al estar varados en islas del Océano Pacífico no tenían fuente de alimentos, sobre todo de hortalizas, por lo cual, los soldados tuvieron la necesidad de aplicar la hidroponía para cosechar hortalizas para su consumo. Además, gracias a esta técnica se pudo ahorrar mucho dinero, por los altos costos de transporte (Beltrano & Gimenez, 2015).



**Figura 2. Huerto hidropónico en refugio durante la segunda guerra mundial.**

***Fuente: Tomado de Beltrano & Gimenez (2015).***

En 1982, se incrementó el comercio masivo de hidroponía por la creación e instalación del Pabellón de la Tierra en Epcot Center, este parque tiene varios tipos de cultivos hidropónicos lo que le da una imagen verde y eco-amigable para sus visitantes. Este pabellón mostró un sistema hidropónico donde las lechugas podían ser cosechadas en 21 días, gracias a esto, en muchos años adelante se tomará como prototipo para los viajes espaciales (De la Rosa & Herrera, 2015).



**Figura 3. Pabellón La Tierra Epcot Center.**

***Fuente: Tomado de Beltrano & Gimenez (2015).***

Otra de las aplicaciones más exitosas que tuvo la hidroponía se dio en el año 2015, en el cual el cultivo hidropónico saldría del planeta Tierra gracias a los avances tecnológicos, donde el astronauta Scott Kelly y su equipo consumieron una tanda de lechugas romanas nacidas en el exterior, todo un hito en la historia de los viajes espaciales. La NASA ha encontrado como una necesidad poder equipar estos sistemas de cultivo hidropónico a las naves espaciales, ya que los viajes espaciales duran de 6 meses a 1 año. (De la Rosa & Herrera, 2015).

## 1.2 Descripción del sector

En la actualidad, la hidroponía es vista como una de las más fascinantes ramas de la ciencia agronómica y es responsable de la alimentación y la generación de ingresos para millones de personas alrededor del mundo. En el periodo del 2013 al 2018, se pronosticó un crecimiento de 6.5% en el consumo de productos saludables cultivados por hidroponía (Ponce Gamarra M. A., 2019).

En el año 2012, el mercado mundial de alimentos hidropónicos se valorizaba en \$ 4.2 billones, los productos alimenticios frescos y los agrícolas formaron un porcentaje de 52.6% y el resto fueron los productos envasados. Data monitor, importante proveedor de información financiera a nivel mundial estimó que los alimentos alcancen un TCAC (Tasa de crecimiento anual compuesto) de 4.4% para el 2012 al 2017\_(Ponce Gamarra M. A., 2019).

En los últimos años, el área mundial destinada a la producción hidropónica se ha incrementado considerablemente (Beltrano & Gimenez, 2015).



## **Capítulo 2**

### **Situación actual**

El presente capítulo tiene por objetivo describir la situación actual de la hidroponía en el mundo, en Perú y Piura. Así como también, especificar el desarrollo de las tecnologías existentes de los sistemas hidropónicos y dar a conocer las empresas representativas del sector. Por último, se describe la situación del cultivo hidropónico en el hogar.

#### **2.1 Situación actual de la hidroponía**

Actualmente, el uso de la hidroponía ha alcanzado un alto grado de sofisticación en países del primer mundo (Beltrano & Gimenez, 2015). El desarrollo tecnológico en áreas como la electrónica, la informática (hardware y software) y los crecientes avances en comunicación e información han hecho posible la automatización del cultivo hidropónico, así como la integración de este hacia nuevos campos que incluyen el uso de energías renovables (por ejemplo: solar, termo solar, cogeneración con biomasa y geotermia), la iluminación artificial y las técnicas de Machine Learning.

Hoy en día la hidroponía es vista como una solución al decrecimiento de regiones agrícolas debido a la contaminación, el calentamiento global, la desertización, incremento de la población, el crecimiento desproporcionado de las superficies urbanas y uso desmesurado de productos agroquímicos en las hortalizas y frutas (Beltrano & Gimenez, 2015). Además, cabe resaltar que el desarrollo de esta técnica enmarca con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) trazados por las actuales políticas públicas, según los lineamientos de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y las metas de la agenda 2030 (Puerta, 2020).

A lo largo del desarrollo de la hidroponía han surgido varias razones del porque utilizar esta técnica, una de ella es el rendimiento productivo, ya que permite obtener mayor cantidad de plantas por unidad de área. Además, la facilidad de poder sembrar en cualquier espacio combinado con el ahorro de tiempo, dinero, y recursos naturales como el agua, han hecho que los beneficios de la utilización de esta técnica sean superiores en comparación con las tecnologías de cultivos tradicionales (utilización del suelo). Incluso, se afirma que esta práctica agrícola puede ayudar a alimentar a las

ciudades en el futuro, debido a que el crecimiento de la población mundial se proyecta a 10 000 millones de habitantes para el 2050 (Daley, 2019 ).

### **2.1.1 Hidroponía en el mundo**

La oportunidad de poder cosechar plantas sin uso del suelo se originó a mediados del ciclo pasado (1950), países como: Estado Unidos, Holanda, Japón, España, Italia y Alemania fueron los que tuvieron principal interés en el desarrollo de este tipo de cultivo. Por ello, en estos países de primer mundo esta técnica es una de las más desarrolladas (Beltrano & Gimenez, 2015).

Por otro lado, el éxito de esta ciencia se debe a los avances tecnológicos, el manejo del clima y el desarrollo del plástico, que permitió erradicar los constantes problemas de alteraciones en la solución y originó una disminución del coste de elaboración, ya que se erradicó el uso de estructuras de concreto y contenedores costosos y pesados. Además, el avance del conocimiento científico, tecnológico y la investigación por parte de los países de primer mundo, ha sido una de las razones fundamentales para propiciar el desarrollo de esta técnica. Los diferentes estudios sobre la hidroponía han sido guiados según los intereses de cada uno de los países, pero principalmente se ha utilizado para la producción de alimentos de pequeña y gran escala, en invernaderos, huertos e incluso pequeños espacios urbanos.

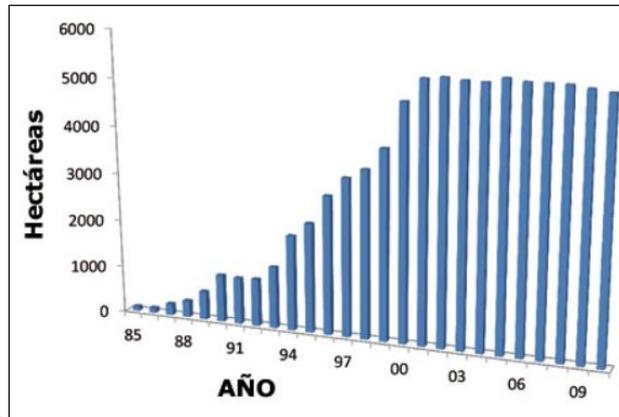
Debido a los problemas de sobrepoblación, carencias de suelo fértil y escasez de mano obra disponible para el campo, países como Japón han desarrollado avanzadas técnicas de hidroponía, que les permiten expandir su producción de verduras y frutas para abastecer a sus habitantes. Una de las técnicas más sorprendentes es la hidroponía vertical, en la cual la empresa “Mirai Group” es una de las pioneras y se estima que cosechan alrededor de 10000 lechugas por día. Incluso afirman que la productividad con estos sistemas es cien veces mayor en comparación con el método tradicional (Kamata, 2019).

Otra de las empresas representativas en el sector es “Spread.Co”, la cual cuenta con la granja vertical más sofisticada de Japón, incluso a partir del 2015 pensaban superar la producción de 10000 lechugas por día, por ello, debido a la alta productividad que presenta este tipo de técnica, se muestra como una alternativa viable para mantener el crecimiento y desarrollo sostenible de la población mundial.

En otros países, como Estados Unidos, los supermercados tienen plantaciones hidropónicas en sus techos, incluso sus clientes tienen la posibilidad de escoger directamente las hortalizas que llevarán. También, existen otros casos más excéntricos como el del restaurante Bell, Book & Candle del West Village, en Manhattan, el cual tiene un huerto en la azotea de su edificio y sus platos son cocinados exclusivamente con las hortalizas frescas obtenidas del cultivo hidropónico. Por otro lado, la ciudad de New York, cuenta con la mayor huerta urbana, ubicada en la azotea del antiguo almacén de la Armada en el sector neoyorkino

de Brooklyn y se espera que esta ciudad se convierta en una impulsadora de la iniciativa de huertas urbanas, para surtir a los supermercados (Greiffenstein, 2015).

En el continente europeo uno de los países con más desarrollo en hidroponía es España, específicamente en el sudeste, alrededor de la provincia de Almería, la cual en los últimos años ha realizado esfuerzos para analizar los diferentes sustratos evaluados en cultivos sin suelo. Además, a lo largo de los últimos años existe un desarrollo de la superficie aproximada de este cultivo en la región.



**Figura 4. Evolución de la superficie aproximada de cultivo sin suelo en el sudeste español.**

**Fuente: Elaborado por Urrestarazu (2012).**

En América, el caso de México es único, ya que presenta una proporción de crecimiento anual en la horticultura de un 15 a 20% (Castellano, 2010), inclusive hay grandes compañías productoras de más de 100 Ha. repartidas por toda la República Mexicana (Urrestarazu, 2012). Una de ellas es “Almerimex”, término originario de la combinación de las palabras Almería y México. Esta empresa desarrolló invernaderos de kis debinubadis Parral que se utilizaban inicialmente como un tipo de sustrato.

A nivel internacional, la producción hidropónica de cultivos es cada vez más popular y ya es muy común en Escandinavia, Países Bajos, el sudeste de Asia, Rusia, Brasil, Japón y Australia.

Alrededor del mundo el uso de la técnica hidropónica para la producción de cultivos es cada vez más creciente, incluso es muy común en países como Brasil, Rusia, Escandinavia, Países Bajos, el sudeste de Asia, Japón y Australia (Colomina, 2015).

### **2.1.2 Hidroponía en el Perú**

El Perú cuenta con programas de financiamiento de proyectos de innovación, como: Innóvate Perú y Concytec, que han propiciado la investigación y desarrollo de proyectos con el uso de la técnica hidropónica. Además, durante los últimos años se han establecidos ONG's

como “Pazperú”, que ha implantado centros de producción y capacitación en temas de agricultura orgánica e hidropónica. También, “Matisee-perú”, la cual ha desarrollado huertos hidropónicos con fines educativos.

A finales de la década de los noventa, en Lurín (Lima) surgió la empresa “Invernaderos Hidropónicos del Perú”, la cual contaba con 2500 metros cuadrados inicialmente, hoy en día cuenta con 5 hectáreas de cultivo de hortaliza y vegetales, lo que evidencia un crecimiento del cultivo hidropónico (Vegetales Don Miguel, s.f.). Actualmente, a un paso lento, crecen empresas dedicadas a la producción de lechugas, espinacas, tomates, pimientos, berenjenas e incluso se está introduciendo una nueva forma del cultivo de arándanos, prioritariamente para exportación. A pesar, que la mayor parte de cultivos están concentrados en la capital del país existe un desarrollo del cultivo en regiones como Cajamarca y Ayacucho (Redagrícola, 2017).

Una importante entidad sobre hidroponía es el Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral de la Universidad Nacional Agraria la Molina, el cual fue creado con el propósito de promover y difundir la técnica en todo el país, contribuyendo en el desarrollo agrícola y apoyando proyectos sociales para mejorar la calidad de vida de la población con menores ingresos. Actualmente, el centro brinda cursos de hidroponía a nivel nacional donde imparte conocimientos sobre definiciones, las ventajas, perspectivas, producción, sustratos, soluciones, tipos de sistemas, entre otros temas referentes a la técnica hidropónica (Universidad Nacional Agraria de la Molina, 2017).

Si bien, actualmente existen apenas 50 hectáreas de cultivos en el país, el director del Centro de Hidroponía y Nutrición Mineral de la Universidad Nacional de la Molina, proyecta que está práctica seguirá creciendo a buen ritmo de la mano con la exportación de los cultivos (Redagrícola, 2017).

- **Hidroponía en Piura**

En la región Piura, el uso de la técnica hidropónica fue desarrollada inicialmente por el Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA) en el año 1981, en el cual se firmó el acuerdo entre el CIPCA y el Departamento de Salud de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura, para realizar la investigación sobre cultivos hidropónicos. Este proyecto tuvo una duración de 10 años y se experimentaron con diferentes tipos de especies (camote, maíz, zapallo criollo, maní, lechuga). Uno de los promotores del proyecto de investigación fue el padre Vicente Santuc, quién desempeñó el papel de director del centro y gracias a su extraordinaria visión de futuro pudo sacar a adelante la investigación. Además, años más tarde, el centro construyó un invernadero conocido como “La Estancia” (Milicich, 2015).

Por otro lado, microempresarios piuranos, con el apoyo de CONCYTEC e Innóvate Perú vienen desarrollando distintos emprendimientos, los cuales están enfocados en la producción

y comercialización de hortalizas para la ciudad, uno de ellos es Natur Life, que inició sus operaciones en el distrito de Catacaos por el año 2015 y se encuentra actualmente enfocado en la producción y comercialización de los productos en supermercados y principales restaurantes de la ciudad (Impacto Empresarial oficial, 2015). También, en Mocará (Catacaos) se viene desarrollando un proyecto que tiene por fin realizar una línea de producción, el prototipo y software de control de los factores de calidad de los cultivos (pH, CE y Macronutrientes).

En los últimos años, los proyectos de cultivo hidropónico se vienen aplicando a la práctica escolar, en el 2018 el primer colegio en experimentar con este tipo de cultivos fue la Institución Educativa Jorge Chávez, en la cual, los escolares del nivel secundario llegaron a cosechar 1000 plantas de lechuga (Cosmos, 2018). Al año siguiente el colegio San Ignacio de Loyola, adoptó esta tendencia y los estudiantes de primero de secundaria crearon un sistema mecánico que permitió cosechar tomates, pimientos, entre otras hortalizas y verduras (Colegio San Ignacio de Loyola Jesuitas, 2019).

## 2.2 Sistemas hidropónicos

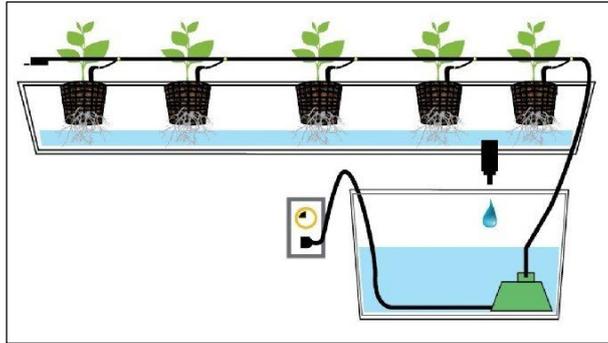
Actualmente, con el avance de la tecnología los tipos de sistemas hidropónicos se han diversificado. Sin embargo, existen 3 principales sistemas hidropónicos: el sistema por goteo, el cuál emplea sustratos orgánicos (10%), inorgánicos (20%) y lana de roca (60%). El sistema NFT y el sistema raíz flotante (Beltrano & Gimenez, 2015).

- **Sistema por goteo**

El sistema por goteo es parecido al sistema tradicional (riego gota a gota), quién tiene sus orígenes desde la invención de los aspersores en el año 1933 (Grandal Doce, 2014), la diferencia significativa entre ambos es la reutilización del agua, puesto que, el sistema hidropónico por goteo es automatizado, utiliza emisores para gotear la solución correcta de nutrientes en las plantas y permite controlar el pH.

En un inicio el objetivo principal de este sistema fue mejorar en los cultivos exteriores de Israel la utilización del agua, pero luego se adecuó a la hidroponía.

Este sistema es el más aceptado por los sectores comerciales, debido a que, es el óptimo para grandes cultivos, porque, utiliza una red de líneas de alimentación para entregar el agua a las plantas (Hidroponía, 2021).



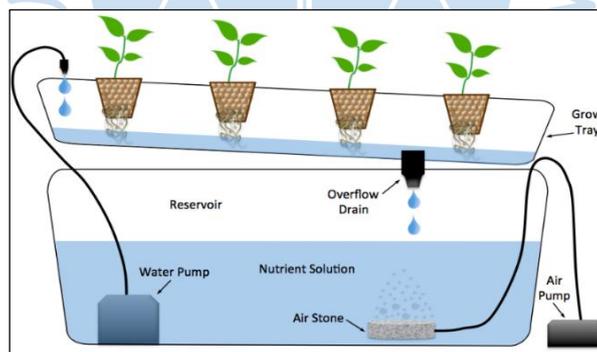
**Figura 5. Sistema hidropónico por goteo.**

**Fuente: Tomado de Hidroponía (2021).**

- **Sistema NFT**

El origen del sistema NFT se inició en la era de los 70, en donde su creador Allan Cooper realizó en Glasshouse Crop Research Institute de Inglaterra, un circuito de canales de concreto que funcionaba con dos bombas, las cuáles mantenían el flujo de la solución nutritiva. Tiempo después, este circuito se redujo a la utilización de una sola bomba (Carrasco & Izquierdo, 2015).

Hoy en día este sistema se realiza a través de caños o tuberías, por donde circula la solución nutritiva a cada canal con la ayuda de una bomba. Se debe considerar que, para la realización de este sistema es necesario que exista una pendiente que permita la reutilización de la solución nutritiva (Puerto Rico Farm Credit, 2021).



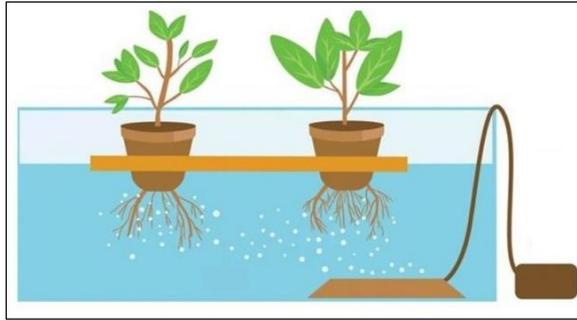
**Figura 6. Sistema hidropónico NFT.**

**Fuente: Tomado de GroHo (2021).**

- **Sistema Raíz flotante**

Las personas que practicaban este sistema de cultivo lo denominaron como raíz flotante porque, dentro de las soluciones nutritivas las raíces flotan y el tallo con las hojas son sostenidas sobre un medio inerte que no se sumerge.

Este sistema es utilizado para cosechas con mayor capacidad de rendimiento y las cuáles son recolectadas en el menor tiempo posible (Ramírez Guzmán, 2017).



**Figura 7. Sistema hidropónico raíz flotante.**

**Fuente: Tomado de Hidroponía (2021).**

- **Sistema Aeropónico**

Según el grupo de investigadores (Aeroponía - Historia, 2008), el sistema aeropónico aparece aproximadamente en el año 2008, el Dr. Franco Massantini de la Universidad de Pí-Italia, crea las “Columnas del Cultivo”, en la cual hace uso de los sistemas aeropónicos. Su prototipo consistía en un tubo de PVC perforado, colocado en forma vertical, por donde recorría toda la solución nutritiva debido a la baja presión. Se le denomina sistema aeropónico porque sus raíces pasan la mayor parte del tiempo expuestas al aire.



**Figura 8. Sistema aeropónico.**

**Fuente: Tomado de Hidroponía (2021).**

### **2.2.1 Tecnología de los sistemas hidropónicos.**

La tecnología es una ciencia que ha permitido contribuir en las soluciones de problemas a partir del diseño o creación de bienes. Esta revolución de la era tecnológica también ha impactado a la hidroponía.

- **Luces LED**

La calidad de luz influye en la productividad de las plantas. Por ejemplo, la luz roja es importante para estimular la floración de muchas plantas. La azul, regula a la apertura de

estomas, la orientación de la luz y es clave para los procesos de crecimiento (Malagamba Stiglich, 2015).

Es por ello, que el uso de luz artificial está obteniendo mayor acogida en la producción de plantas, ya que, permite controlar los procesos productivos y generar mayores ganancias.

Las luces LED trabajan sin mucha temperatura, por eso, tienen poco desgaste y mayor vida útil.

- **Bomba y Timer**

Debido al poco conocimiento de la realización de una cosecha hidropónica, los sistemas hidropónicos cuentan con una bomba y un timer para el desarrollo de un sistema de aireación automatizado.

Las bombas pueden tener una o más salidas, dependiendo del modelo del sistema hidropónico.

- **pH-metro**

Indispensable para verificar los elementos nutritivos en las soluciones nutritivas. El pH es medido diariamente para controlar que los parámetros de acidez se encuentren dentro del rango establecido (Inca Sánchez, 2013).

### **2.3 Soluciones nutritivas**

El éxito de la siembra en los sistemas hidropónicos depende de muchos factores, uno de ellos es la nutrición de las plantas. Esta se realiza a través de una solución disuelta en medio acuoso que alimenta las raíces de las plantas. La primera solución nutritiva se desarrolló en el año 1699 por el profesor de la Universidad de Cambridge, John Woodward, quien cultivó plantas de menta en agua que contenían varios tipos de tierra disuelta y observó que las plantas crecían mejor en el agua mezclada con suelo a comparación de solamente agua destilada.

Otros avances importantes en esta materia fueron desarrollados por científicos como Sprengel, Leibig, Sachs y Knop. Carl. S. Sprengel (1787-1859) y A. F. Wiegman (1771-1853), quienes definieron los 15 elementos químicos necesarios para el desarrollo de vegetales. La primera fórmula estándar fue creada por el profesor Julius Von Sachs en el año 1860 (Beltrano & Gimenez, 2015). Desde ese momento, surgieron muchas investigaciones acerca de las soluciones nutritivas y los nutrientes que contienen. Incluso, se creó una denominada "solución tipo", la cual, sigue sufriendo variaciones de acuerdo al fabricante, medio ambiente y tipo de cultivo.

**Tabla 1. Rangos comunes de nutrientes en las soluciones hidropónicas**

Elemento	Formas Iónicas Absorbidas por la planta	Rango Común (ppm=mg/l)
Nitrógeno	Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), Amonio ( $\text{NH}_4^+$ )	100-250
Fósforo	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{HPO}_4^{2-}$	30-50
Potasio	Potasio ( $\text{K}^+$ )	100-300
Calcio	Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )	80-140
Magnesio	Magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ )	30-70
Azufre	Sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	50-120
Hierro	$\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$	1.0-3.0
Cobre	Cobre ( $\text{Cu}^{2+}$ )	0.08-0.2
Manganeso	Manganeso ( $\text{Mn}^{2+}$ )	0.5-1.0
Zinc	Zinc ( $\text{Zn}^{2+}$ )	0.3-0.6
Molibdeno	Molibdato ( $\text{MoO}_4^{2-}$ )	0.04-0.08
Boro	$\text{BO}_3^{2-}$ , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$	0.2-0.5
Cloruro	Cloro ( $\text{Cl}^-$ )	<75
Sodio		<50

**Fuente: Adaptado de Smart Fertilizer Software (2020).**

Estos nutrientes cumplen funciones muy importantes para la correcta nutrición de las plantas. Por ejemplo (Agrotendencia,2019):

- Nitrógeno: Forma parte de los aminoácidos y proteínas.
- Cobre: Se involucra en la formación de la pared celular.
- Hierro: Encargado de la síntesis de la clorofila.
- Fósforo: Constituye enzimas, ácidos nucleicos y glucosa.
- Calcio: Regulador del transporte de carbohidratos.
- Cloro: Activador de enzimas.
- Azufre: Constituye aminoácidos y proteínas.

En el Perú, el Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral es la entidad más importante en cuanto a investigación de hidroponía se refiere. Este centro de investigación tiene su solución hidropónica denominada "Solución Hidropónica La Molina", la cual, fue obtenida después de muchos años de investigación, empezando aproximadamente en el año 1990 (CIHNM).

La concentración de nutrientes que presenta esta solución es la siguiente (Universidad Nacional Agraria La Molina, 2020): 210 ppm K, 190 ppm N, 150 ppm Ca, 70 ppm S, 45 ppm Mg, 35 ppm P, 1.00 ppm Fe, 0.50 ppm Mn, 0.50 ppm B, 0.15 ppm Zn, 0.10 ppm Cu, 0.05 ppm Mo.

## 2.4 Empresas representativas

En el mundo, se ha incrementado el número de empresas que se dedican a los cultivos hidropónicos. Debido a que, la población mundial se vuelve cada vez más consciente de los beneficios que esta forma de cultivo posee. Las empresas hidropónicas más representativas en el mundo son las siguientes:

- **Aero Farms:** Esta empresa es la más importante en América, está ubicada en Estados Unidos y produce 1.7 millones de kilogramos de verduras hidropónicas por año. Además, posee 9 invernaderos distribuidos a lo largo de los Estados Unidos (GroHo, 2019). En este país, las verduras hidropónicas más cultivadas son: lechuga, tomate, pepino, pimientos, fresas, entre otros.
- **Plenty.ag:** Ubicada en Silicon Valley, Plenty.ag es una empresa que viene creciendo mucho en los últimos años. Actualmente producen 4.5 millones de plantas cada año y están involucrados en proyectos en China y Medio Oriente (GroHo, 2019). Las plantas, las cuales son principalmente hojas verdes como la col y la mostaza, crecen en torres de 20 pies en paredes de vegetación nutridas por una solución correctamente balanceada.
- **Israel:** Se debe hacer una mención muy importante a este país debido a que los sistemas hidropónicos están muy desarrollados y las empresas y el área destinada a cultivos hidropónicos es muy grande. La empresa más representativa es Azrom. Su gerente de marketing internacional, Zviki Porat, manifiesta: “Comenzamos a exportar en 1979 a Grecia y desde entonces hemos realizado cerca de 1.500 proyectos en más de 70 países” (Huergo, Emiliano, 2018).

Las empresas hidropónicas llegaron al Perú a finales de los años noventa. La primera en llegar fue la empresa Invernaderos Hidropónicos del Perú. Posteriormente, se crearon más empresas dedicadas a los sistemas hidropónicos. En 1994 se creó el Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral con el objetivo de investigar esta técnica recién llegada al país y promoverla entre sus habitantes. Desde ese entonces, dicho centro se convirtió en el más importante del Perú y actualmente cuenta con cursos, videos y mucha información de utilidad en estos temas.

## 2.5 Cultivo hidropónico en el hogar

El futuro de la zona urbana es actualmente uno de los temas relevantes. Se dice que en el año 2050 el 80% de la población mundial residirá en centros urbanos, esto pone en duda el modelo de crecimiento actual, que no está pensado para satisfacer las nuevas necesidades de la población (Naciones Unidas, 2021).

El cultivar de manera hidropónica dentro del hogar se presenta como una alternativa para los ciudadanos, ya que al prescindir del suelo se incorporan a la producción grandes áreas urbanas de espacios reducidos (techos, patios, etc.). La producción por unidad de área es

mayor, más limpia y generalmente más sana; las plantas crecen y se desarrollan en un período de tiempo menor, son de buena calidad y se conservan más atractivas por más tiempo en el sistema.





## **Capítulo 3**

### **Marco teórico**

El presente capítulo tiene como objetivo exponer los conceptos básicos para familiarizar al lector con el contenido y los términos necesarios para la comprensión del proyecto, desde la hidroponía como ciencia de cultivo, características y procedimientos de la misma, hasta las tecnologías de los sistemas hidropónicos y composición de las soluciones nutritivas.

#### **3.1 Hidroponía**

La Hidroponía es el método del cultivo de plantas sin uso del suelo, el cual permite el desarrollo de sistemas simples o sofisticados para producir plantas mayormente del tipo herbáceo utilizando menos espacio en comparación al cultivo tradicional (Aguilera Morales, Hernández Sánchez, Mendieta Sánchez, & Herrera Fuentes, 2012). Por ello, esta técnica se viene desarrollando en ciudades grandes, en dónde inclusive se realiza el cultivo en las azoteas de los edificios, terrenos baldíos o invernaderos climatizados (Beltrano, 2015). Además, para favorecer el crecimiento de los cultivos hidropónicos es fundamental la aplicación de soluciones ricas en nutrientes, que aseguran la sanidad y la calidad de los mismos. Esta metodología también contempla la evaluación e inspección de parámetros como temperatura, humedad y el porcentaje de agua que contiene el cultivo a lo largo de su crecimiento, los cuales son factores fundamentales para su éxito.

La palabra hidroponía proviene del griego hydro (agua) y ponos (esfuerzo o trabajo), lo cual significa literalmente trabajo en agua (Díaz, 2010). Sin embargo, las tendencias actuales catalogan a esta ciencia como cultivo libre de tierra, esto último se ha difundido para aumentar el porcentaje de uso de la misma.

##### **3.1.1 Características**

La hidroponía no es una técnica de cultivo reciente, ya que en la antigüedad existió un gran número de culturas y civilizaciones que utilizaron la hidroponía como una fuente de sobrevivencia. Actualmente, esta ciencia se viene desarrollando a la vanguardia de la tecnología y se enfoca en la mínima ocupación de espacio, reducción del consumo de agua, máxima productividad y alta calidad. Todo ello hace que sea

reconocida como una técnica que contribuye al desarrollo sostenible y cuidado con el medio ambiente.

La característica más resaltante del uso de la hidroponía es la adaptabilidad, ya que permite realizar los cultivos en espacios pequeños, incluso en techos, paredes o terrazas. Por ello, esta técnica ha tenido gran acogida en los hogares de las ciudades desarrolladas donde pocas veces se dispone de un jardín para cultivar.

Asimismo, la hidroponía presenta otras características relevantes como:

- Importante reducción del consumo de agua en un 50 a 70 por ciento, ya que las tasas de evaporación, escurrimiento superficial y percolación son significativamente reducidas (Herrera, 2019).
- Productos 100 % orgánicos, ya a que, para en el proceso de cultivo no utiliza fertilizantes nitrogenados, lo cuales son unas de las principales causas de la eutrofización y contaminación de las aguas.
- Uso de soluciones orgánicas, que propicia el control absoluto sobre distintos factores que repercuten en el crecimiento de la planta, como la humedad, oxigenación y nutrición.
- Aumento de la productividad, debido a que los períodos de cultivos son más cortos que en la agricultura tradicional, porque las raíces se encuentran en contacto directo con las soluciones nutritivas que aceleran su crecimiento.
- La calidad de las hortalizas cosechadas con esta técnica es superior. Inclusive se obtiene mayor cantidad de plantas por área en comparación del cultivo tradicional.
- La cosecha de sus plantas necesita una mínima participación humana, pues, no es necesario el contacto con la tierra, por ello, este tipo de técnica es conocida como agricultura limpia.
- Las plantas se encuentran menos expuestas a plagas, debido al uso de nutrientes y monitoreo de las condiciones necesarias de cultivo.
- Técnica de fácil aprender y bajo costo de mantenimiento.

En general, el uso de la hidroponía tiene características importantes, entre las que resaltan el uso eficiente de los recursos energéticos, por lo que, contribuye de manera eficiente a la sostenibilidad social y ambiental (López, López, Mejía, & López, 2016).

### **3.1.2 Metodologías**

La hidroponía se desarrolla mediante una serie de metodologías que dependen del tipo de sistema elegido, entre lo más usados se encuentran:

### **Hidroponía en medio líquido**

Este tipo de metodología no hace uso de sustratos para el crecimiento de las plantas, sin embargo, utiliza soluciones nutritivas, las cuales, aportan los nutrientes necesarios para su éxito (Intagri, 2017). Algunos de los más representativos son:

- Sistema de raíz flotante: conocido de esta manera debido a que dentro de este sistema las raíces se encuentran suspendidas en el agua y en contacto directo con la solución nutritiva (Beltrano & Gimenez, 2015).
- Sistema NFT: conocido como “técnica de película nutritiva”, utilizado para producción a gran escala. Se utilizan canales para recircular el agua y mejorar la absorción de los nutrientes (Intagri, 2017).

### **Hidroponía con aireación**

La metodología consiste en airear la raíz del sistema, dentro de un contenedor que sirve de soporte para la aplicación de la solución nutritiva en forma de aerosol. Los riesgos de estos sistemas es que las raíces se pueden secar fácilmente si no se tiene una eficiente continuidad en los ciclos de recirculación del agua.

#### **3.1.3 Procedimientos**

Los procedimientos para utilizar varían según cada metodología de cultivo, pero dentro de los más representativos y comunes a todas las técnicas encontramos:

- Germinación: Es el proceso inicial de la hidroponía, normalmente se realiza con ayuda de sustratos como la espuma fenólica, lana de roca o fibra de coco, actualmente, el más recomendado es la espuma fenólica, por su practicidad e higiene (GroHo, 2019). Existen tres factores fundamentales para que la germinación sea exitosa, uno de ellos es la absorción de agua por la semilla, seguido del contenido de oxígeno y estado de la temperatura del ambiente. Una buena germinación garantiza el éxito del cultivo (Zárate Aquino, 2014).
- Aireación: En la aplicación de la técnica hidropónica es fundamental la recirculación de aire, por ello, existen dos maneras de oxigenar la solución, la primera y la más común por su facilidad de realización es la manual, para esto se debe destapar la bandeja y remover el agua con ayuda de algún instrumento como una batidora o algún utensilio, esta operación se debe realizar mínimo dos veces al día para que las plantas entren en perfecto contacto con la solución nutritiva y obtengan una correcta oxigenación. Asimismo, la segunda manera de oxigenar es la automática, la cual se realiza mediante el uso de componente como la bomba y timer, el tiempo de circulación depende de la programación, pero es recomendable que se realice en periodos de 15 minutos cada media hora (Universidad Nacional Agraria La Molina, s.f.).
- Nutrición: Es un proceso necesario y característico de la hidroponía, esta sustancia está

compuesta por un conjunto de sales inorgánicas que contiene los elementos nutritivos requeridos por las plantas, como: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Azufre (S), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Boro (B), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Molibdeno (Mo) y Cloro (Cl). Es fundamental una buena nutrición de para asegurar la calidad y productividad del cultivo.

- **Trasplante:** Esta actividad se realiza para aumentar la productividad del cultivo y depende del espacio (horizontal o vertical) disponible para la ocupación de la planta en el sistema. Usualmente se realiza el trasplante cuando la planta haya alcanzado los 10 centímetros de altura o presente mínimo cuatro hojas en condiciones óptimas a la vista (Zárate Aquino, 2014).
- **Automatización:** Este proceso comprende la recirculación del agua del contenedor del sistema, mediante el uso de componentes como la bomba y timer, este último es el encargado de realizar la programación y mandar las órdenes a la bomba. El tiempo de circulación depende de la programación, pero es recomendable que se realice en periodos de 15 minutos cada media hora, ello ocasiona una reducción significativa del 50% del consumo de electricidad (Universidad Nacional Agraria La Molina, s.f.).

#### **3.1.4 Beneficios del cultivo hidropónico**

El cultivo hidropónico se destaca por presentar varias ventajas sobre la agricultura ordinaria. Desde ventajas económicas, ambientales y sociales, como también, de calidad del tipo de cultivo sembrado, entre otros (Beltrano, 2015).

Específicamente, el cultivo hidropónico presenta beneficios muy notorios, entre los que destacan beneficios sociales y ambientales. Las ventajas que se destacan de los beneficios vienen desde la reducción de costos de operación del cultivo en transporte y producción hasta la acción eco amigable por la no utilización de insecticidas y fertilizantes químicos (Moreno & Reyes, 2016).

Las ventajas que se obtienen con la aplicación de este tipo de cultivo, se clasifican en mecánicas, ambientales y económicas (Moreno & Reyes, 2016):

##### **Beneficios mecánicos**

- Facilidad en su utilización por su posible sistematización o automatización.
- Mayor control de calidad del producto final.
- Se aumenta el número de cosechas por año.
- Responden eficientemente a la utilización de nutrientes y otros insumos.

##### **Beneficios ambientales**

- Papel eco amigable por la no utilización de pesticidas y fertilizantes químicos.

- Se utilizan subproductos o desechos orgánicos como sustratos.
- Alta eficiencia en el uso de suelos agrícolas.

#### Beneficios económicos

- Reducción de costos por ahorro de mano de obra.
- Bajo costos en control de plagas.
- Mayor precio por la buena calidad de los cultivos hidropónicos.

### 3.2 Sistemas hidropónicos

La utilización de la técnica hidropónica se aplica en los distintos los tipos de sistemas, los cuales, a lo largo del tiempo han evolucionado principalmente, en funcionalidad y tecnología utilizada.

#### 3.2.1 Características

Los sistemas hidropónicos adoptan las características de la hidroponía:

- Permiten una cosecha sin el uso del suelo.
- Se consideran sistemas limpios, porque, no son libres de pesticidas y químicos industriales.
- Son utilizados en reuniones donde la tierra no es fértil para el cultivo.
- Contribuyen con el medio ambiente, ya que reduce la huella de carbono generada por la contaminación.
- Utilizan menos porcentaje de agua, en comparación con el cultivo tradicional.
- Son adaptables a espacios pequeños.
- Permite el cultivo de hortalizas y verduras a pequeña y gran escala.

Estos sistemas requieren de la verificación de ciertos parámetros:

- La salubridad; debe encontrarse entre 6.2 y 6.5, de esa manera se garantiza que las cosechas sean frescas y de calidad. Este parámetro se mide con un pH metro con una frecuencia promedio de cada tres días (Guzmán, 2017).
- La concentración del oxígeno; depende del tipo de semilla, sin embargo, lo recomendable es de 5.8 ppm. Este parámetro es importante durante el periodo de crecimiento del cultivo (Intagri, 2017).

#### 3.2.2 Tipos de sistemas hidropónicos

Existen muchos tipos de sistemas hidropónicos desarrollados alrededor del mundo. La elección del tipo de sistema hidropónico a utilizar en el proyecto dependerá de los recursos disponibles, precio del sistema, complejidad para su instalación y funcionamiento. Los tipos de sistemas hidropónicos más comunes son los siguientes:



**Figura 9. Tipos de sistemas hidropónicos.**

**Fuente: Tomado de Generación Verde (2017).**

- Sistema hidropónico de mecha: Es la técnica hidropónica más sencilla, ya que no requiere ningún implemento como bomba o timer. Las plantas reciben la solución a través de mechas o pabilos que están en contacto con el sustrato. La desventaja de este tipo de sistema es que solo se puede utilizar para plantas que requieren poca agua y a pequeña escala (Ver Figura 9).
- Sistema hidropónico NFT: También conocida como técnica de película nutritiva, es la más usada en la industria hidropónica y consiste en un sistema de bombeo de la solución hidropónica hacia tubos de PVC, donde las raíces tienen contacto con la solución nutritiva. Su costo de instalación es más alto comparado con los sistemas de mecha y raíz flotante (Ver Figura 9).
- Sistema hidropónico de raíz flotante: Es uno de los sistemas más simples y con menor costo de instalación y es ideal para plantas pequeñas como lechugas y otras hortalizas. Las plantas se encuentran sobre una lámina o bandeja, en la que se encuentra la solución nutritiva. Esta solución es oxigenada mediante una bomba, preferentemente controlada por un timer (Ver Figura 9).
- Aeroponía: Técnica en la cual las raíces de las plantas se encuentran suspendidas en el aire y se rocían con solución nutritiva cada cierto tiempo. El medio tiene que ser completamente oscuro para evitar el desarrollo de microorganismos dañinos para la planta. Esta técnica utiliza menos agua que las demás técnicas hidropónicas, pero su costo de instalación y funcionamiento es mayor. Se debe tener mucho cuidado con el funcionamiento continuo del sistema, ya que las raíces se pueden secar rápidamente de no recibir los nutrientes que necesitan (Ver Figura 9).
- Sistema de flujo y reflujo: También conocido como técnica de inundación y drenaje, consiste en inundar temporalmente las bandejas donde están colocadas las plantas para que puedan absorber los nutrientes. Después de ello, la solución es drenada de vuelta al depósito. La gran ventaja de este sistema hidropónico es que permite el uso

de muchos sustratos. Se debe garantizar el funcionamiento continuo de la bomba (Ver Figura 9).

- Sistema hidropónico por goteo: Este tipo de sistemas utilizar una bomba y un timer, lo cual permite que las plantas reciban los nutrientes que necesitan a través de la técnica del goteo. La ventaja de este sistema es que se permite la recuperación de la solución nutritiva no absorbida por las plantas, la cual puede volver a ser utilizada. El inconveniente que presenta el sistema es la dificultad en la medición de los parámetros de la solución nutritiva, como el pH (Ver Figura 9).

### **3.2.3 Tecnología en sistemas hidropónicos**

La tecnología y los componentes del sistema hidropónico varían de acuerdo con el tipo de sistema que se elija. Los principales componentes que se usan en los sistemas hidropónicos son:

- Bomba: Es un elemento muy usado en los diversos tipos de sistemas hidropónicos y puede ser usada para mantener la recirculación del agua (NFT, por goteo y flujo y reflujo) o para la correcta oxigenación de las plantas en el sistema de raíz flotante. El precio de la bomba va a variar de acuerdo con la potencia eléctrica que posea y el caudal (cantidad de agua que la bomba puede mover, se mide en litros por hora). La elección de la bomba dependerá del tipo de sistema que se escoja y la cantidad de agua que deba mover.
- Timer: El timer o temporizador es un aparato muy usado en los diversos sistemas hidropónicos y permite automatizar el bombeo y la recirculación de la solución nutritiva, ahorrando así corriente eléctrica. En el sistema raíz flotante, se puede programar el timer para que se prenda durante 10 minutos dos o tres veces al día y la bomba oxigene la solución. Esto permitirá que la bomba se encienda solo 20 o 30 minutos durante el día. Por otro lado, en sistemas como goteo y aeroponía su uso es crucial, ya que, se deberá programar el timer para que las raíces de las plantas se alimenten cada cierto tiempo. Los precios del timer dependerán de la exactitud con la que se puedan programar.
- Medidor de pH: La medición del pH de la solución es una práctica muy recomendable en los sistemas hidropónicos, sobre todo a gran escala o escala industrial. Esto permite llevar un control de la solución nutritiva que alimentará las plantas. El valor normal de pH oscila entre 5.8 y 6.2 y se mide con un pH metro.
- Luces led: Cuando el sistema hidropónico se encuentra en un ambiente cerrado y no tiene exposición a la luz solar, será necesaria la implementación de luces led para su correcto funcionamiento. Es sabido que las plantas necesitan luz para su correcto desarrollo y los sistemas hidropónicos no son ajenos a ello.

### 3.2.4 Sistemas hidropónicos para interiores

El cultivo en interiores se ha incrementado en los últimos años. Las personas cada vez son más conscientes de los beneficios de los cultivos hidropónicos y la facilidad de poder cultivarlos en casa representa un aliciente para la industria hidropónica. Un diseño del sistema hidropónico modular permitirá que entre y encaje perfectamente en cualquier espacio del hogar, lo cual lo hace práctico y funcional.



**Figura 10. Sistemas hidropónicos para interiores.**  
**Fuente: Tomado de Ticbeat (2017).**

### 3.3 Soluciones nutritivas

Las plantas para crecer y desarrollarse necesitan tener fundamentalmente una nutrición equilibrada entre los macro y micronutrientes minerales.

Las soluciones nutritivas son un grupo de sales minerales disueltas en agua, varían de acuerdo con la especie que se cultiva y a la fase fenológica de la planta. La concentración de los recursos fundamentales es dependiente de la estación del año, calidad de agua y clima (Morales Ricardo, 2019).

En la etiqueta de una solución nutritiva generalmente se encuentran 3 cantidades, las cuales se conocen como el grupo NPK. Son cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio. Cuando uno de estos elementos no se encuentra presente en la solución su espacio será llenado con 00. El manual de hidroponía del Instituto de biología de México, menciona: "Si se tiene 0% de nitrógeno, 10% de fósforo y 20% de potasio, la etiqueta mostrará 00-10-20. Además, si la solución contiene otro elemento, se agrega al final de la fórmula separados con guiones" (Zárate Aquino, 2014, pág. 30).

#### 3.3.1 Características

Las soluciones nutritivas tienen las siguientes características (Benavides, Preciado, & Favela, 2014):

- Aportan elementos estructurales, aquellos que forman parte de las moléculas o de los compuestos orgánicos; elementos constituyentes de enzimas, aquellos que son

generalmente metales, y elementos activadores enzimáticos, los cuales son importantes para que las enzimas puedan cumplir su función.

- Los parámetros de las soluciones nutritivas son, las relaciones entre las cargas negativas y positivas, el pH y la presión osmótica.
- Son regidas por leyes químicas que reaccionan para la precipitación de iones.
- Las plantas no absorben los nutrientes de manera uniforme en los ciclos de producción.
- La presión osmótica depende de la cantidad de iones, a medida que esta presión aumenta, las plantas necesitarán mayor esfuerzo para adquirir sus nutrientes y agua que necesitan.
- Es importante que se analice periódicamente las soluciones nutritivas (Intagri, 2017).
- Los nutrientes en los sistemas de recirculación son variables, por lo que, se deben ajustar periódicamente.
- Se analizan los macros y micros nutrientes por el goteo y el drenaje de las soluciones.
- Ante los cambios no programados, se debe actuar de manera inmediata, por esto, es necesario que se revise de manera constante los cálculos de las mezclas para evitar un posible error futuro.

### **3.3.2 Tipos de soluciones**

Existen 3 tipos de soluciones nutritivas que son indispensables para el cultivo hidropónico:

- Solución nutritiva A: en esta solución se encuentra el macroelemento del nitrógeno (N), el cual forma parte de los aminoácidos y proteínas. Además, contiene fósforo (P) que constituye el ácido nucleico y los fosfolípidos, finalmente, contiene potasio (K), el cuál es activador de enzimas y síntesis de proteínas. En esta solución se debe tener mucho cuidado en la proporción de nitrógeno, ya que, en exceso puede ser perjudicial para las plantas.
- Solución nutritiva B: contiene el macroelemento magnesio (Mg), fundamental en la clorofila, azufre (S) que constituye los aminoácidos y proteínas, por último, contiene potasio (K). Por otro lado, contiene el microelemento de hierro (Fe), encargado de la síntesis de clorofila, asimismo, manganeso (Mn), boro (B), zinc (Zn), cobre (Cu) y molibdeno (Mo), indispensables para la producción fotosintética de oxígeno, formación del ácido indolacético, transporte de carbohidratos y formación de la pared celular.
- Solución nutritiva C: contiene los macroelementos nitrógeno (N) y calcio (Ca), que forman parte de los aminoácidos y proteínas, además, actúan como agente regulador

del transporte de carbohidratos.



**Figura 11. Soluciones nutritivas**

**Fuente: Tomado de Hidropónica (2021).**

### **3.3.3 Procedimiento de preparación**

A partir de las soluciones concentradas A y B, se realiza el proceso de preparación de las soluciones diluidas. La solución A presenta un aspecto incoloro, a diferencia de la solución B, la cual tiene un aspecto rojizo oscuro.

#### **Solución A**

- Se vierten 4 litros de agua en un recipiente graduado.
- Luego se extraen 20 ml de solución concentrada A y se vierten en el recipiente.
- Se procede a la mezcla y disolución de los componentes.

#### **Solución B**

- Se vierten 4 litros de agua en un recipiente graduado.
- Luego se extraen 8 ml de solución concentrada B y se vierten en el recipiente.
- Se procede a la mezcla y disolución de los componentes.

Durante la preparación de las soluciones, es indispensable el adecuado uso de las proporciones. Además, estas nunca se deben mezclar.

### **3.4 Legislaciones generales del proyecto**

Es necesario tener en cuenta las siguientes legislaciones para que la producción se lleve a cabo en un ambiente que cumpla con las normas sanitarias, y que los residuos sólidos no afecten al medio ambiente:

**Decreto Supremo N°029-65-DGS, Reglamento para la Apertura y Control Sanitario de Plantas Industriales**, que tiene como fin “establecer las Normas, en lo que a Saneamiento

concierno y los trámites a los que debe sujetarse una industria para conseguir su aprobación sanitaria” (Decreto Supremo N°029-65-DGS, 1965).





## **Capítulo 4**

### **Metodología**

#### **4.1 Planteamiento del problema y oportunidad**

La idea del proyecto se originó encontrando una oportunidad de negocio en la ciudad de Piura, debido a que en los últimos años se ha incrementado el número de personas que están interesadas en realizar cultivos dentro del hogar y a su vez mantener una alimentación saludable y sostenible que contribuya con el cuidado del medio ambiente. Según una encuesta realizada por la empresa IPSOS (IPSOS, 2019); para el 88% de los peruanos, un estilo de vida saludable es tener una buena alimentación y para el 49% de peruanos, una alimentación saludable es consumir vegetales y hortalizas. Por lo tanto, se puede afirmar que las personas son cada vez más conscientes de llevar una alimentación saludable, esto conlleva a elegir los cultivos hidropónicos por encima de los cultivos convencionales.

La idea de diseñar sistemas hidropónicos en Piura surgió por diferentes aspectos. Inicialmente, se tomó en cuenta que la hidroponía en la ciudad de Piura es una técnica de cultivo que se desarrolló desde 1987 por el CIPCA (Centro de Investigación y Promoción del Campesinado), el cual es probablemente considerado como la entidad precursora de este tipo de cultivos en el Perú. Además, en la actualidad, el desarrollo de la hidroponía está relacionado con la utilización de mínimo espacio, mínimo consumo de agua y máxima producción y calidad (Beltrano José, 2015). Esto representa una oportunidad debido a que actualmente no existen empresas de este tipo en el mercado piurano, pero si existe una población que cada vez se vuelve más consciente de las ventajas que poseen los alimentos hidropónicos.

#### **4.2 Objetivo general del proyecto**

Diseño del proceso productivo de sistemas hidropónicos modulares para los hogares de la ciudad de Piura, dentro de un presupuesto de S/1800, con fecha de inicio 10 de abril y fecha de finalización 19 de junio.

#### **4.3 Objetivos específicos del proyecto**

Los objetivos específicos planteados en el proyecto son

- Elaborar un análisis financiero en el plazo de 1 semana, para evaluar la factibilidad y rentabilidad del proyecto en un horizonte de tiempo de 5 años.
- Diseñar el proceso productivo mediante diagramas de flujo de forma detallada en un periodo de una semana.
- Realizar el diseño de la disposición de planta para determinar los el área y la ubicación necesaria que tendrá la planta, en un plazo de 1 semana.
- Elaborar una investigación de mercado mediante encuestas en “Google Forms” para captar al público objetivo, conocer sus necesidades y determinar la capacidad del proceso productivo, en el plazo de 1 semana.
- Desarrollar un plan estratégico para determinar la misión, visión, objetivos y ventajas competitivas que tendrá el proyecto en un plazo de 1 semana.
- Determinar la estructura organizacional y elaborar un Manual de organizaciones y funciones en un plazo de 5 días.
- Realizar un análisis de sensibilidad para estudiar el efecto que tendrá el proyecto evaluando el cambio de cantidad de productos a vender, un posible cambio del precio o demanda en un plazo de 1 semana.
- Elaborar una guía de usuario para facilitar la comprensión del uso del producto en 5 días.

#### **4.4 Justificación del proyecto**

El trabajo de investigación contribuye al cumplimiento del objetivo general, el cual consiste en diseñar un proceso productivo para la elaboración de sistemas hidropónicos modulares para los hogares de la ciudad de Piura. Una vez diseñada la línea de producción se procede a analizar y evaluar los aspectos comerciales, estratégicos, organizacionales y económicos-financieros que se implican en el desarrollo de la venta y producción de estos sistemas.

- **Justificación de la hipótesis**

El presente proyecto propone como hipótesis, la factibilidad de la realización del proceso productivo de sistemas hidropónicos modulares para los hogares de la ciudad de Piura.

Es decir, el proyecto pretende brindar a las personas la posibilidad de poder cultivar y por ende consumir alimentos como hortalizas y verduras, que contribuyan a una alimentación saludable y a su vez sostenible, ya que reduce el consumo de agua y maximiza la producción. Además, se espera que este sistema permita obtener alimentos de elevada calidad, debido a que se encuentran libres de fertilizantes o productos químicos.

Por último, contribuir con la introducción de los hogares a una cadena sostenible de alimentación y el uso de recursos naturales, debido al crecimiento mundial de la población. Además, con el diseño del sistema agregar un valor ornamental y estético al hogar.

## **4.5 Herramientas y técnicas**

Para la realización del proyecto, se utilizarán herramientas y técnicas que permitirán analizar el problema y oportunidad encontrada, además, de alcanzar los objetivos propuestos.

### **4.5.1 Brainstorming**

Esta herramienta sirvió para organizar las ideas de las alternativas de proyectos y oportunidades que se contemplaban en un inicio de la investigación.

### **4.5.2 Ms Project**

Esta herramienta se utilizó para gestionar el cronograma de las actividades del proyecto, monitoreando los siguientes aspectos:

- La ruta crítica; la cual permite evaluar las tareas, secuenciarlas y controlarlas para estimar la duración del proyecto.
- Control del proyecto; luego del establecimiento de la línea base del proyecto se procede al control de las actividades, en esta etapa se optimizan las tareas y recursos en base a los indicadores establecidos por el proyecto.

### **4.5.3 Lucidchart**

El uso de esta herramienta permitió realizar colaborativamente los diagramas de flujo, operacionales, ruta crítica y mapear la estructura de desglose del trabajo del proyecto. Según su creador esta herramienta ayuda a los usuarios a plasmar y compartir colaborativamente diagramas de flujo en el ámbito profesional, proporcionando diseños de todo tipo, desde procesos desde brainstorming hasta administración de proyectos (McKinnon, s.f.).

### **4.5.4 Microsoft Office**

Dentro de la variedad de herramientas que se puede encontrar en Office, las más utilizadas en el desarrollo del proyecto será Word, para la elaboración de los talleres, entregables e informes parciales, y Excel, para la realización de cuadros y cálculos para el análisis económico-financiero.

### **4.5.5 Teams**

Microsoft Teams es un software que se utiliza para la organización y orden del desarrollo del proyecto, integrando usuarios, información y herramientas para poder mejorar el compromiso y la eficacia del equipo (Microsoft, 2021).

En el presente proyecto se ha utilizado para la realización del trabajo colaborativo del equipo, creación de canales, comunicación, reuniones y establecimiento de tareas para cada uno de los integrantes del proyecto.

#### **4.5.6 AutoCAD**

AutoCAD es un programa de diseño por ordenador utilizado para crear bocetos en 2D y 3D, desde planos hasta dibujos industriales o mecánicos.

En el desarrollo del proyecto se ha utilizado para plasmar en diseño de la disposición en planta.

#### **4.5.7 Canva**

Es un software de herramientas para diseño gráfico simplificado, contiene plantillas y vectores que son amigables con el usuario. Se ha utilizado para la creación de diapositivas y elementos gráficos simples empleados en el desarrollo del proyecto.

#### **4.5.8 Adobe Illustrator**

Es un editor gráfico, que permite trabajar sobre un tablero y está destinado a la creación artística de dibujo y pintura para ilustración, también se emplea para crear y diseñar imágenes, editar, entre otras cosas.

En el desarrollo del proyecto se ha utilizado para el diseño y creación tanto del logotipo como del empaque seleccionado.

#### **4.5.9 Google forms**

Esta herramienta es utilizada para conocer las preferencias y expectativas del mercado objetivo, realizar preguntas claves y conocer mejor al cliente del proyecto. La información obtenida permite realizar un análisis para la toma de decisiones referentes a las herramientas de marketing mix del producto.

### **4.6 Descripción de las metodologías**

A continuación, se mostrarán las metodologías aplicadas durante cada capítulo a largo del proyecto

#### **4.6.1 Metodología de estudio de mercado**

El estudio de mercado es una investigación que permite determinar el público objetivo para el cual está dirigido el proyecto, conocer sus necesidades y expectativas, para que en base a ello se definan las características y las decisiones comerciales del producto (Fernandez F. , 2017).

Las etapas que comprende el estudio de mercado son:

- **Objetivos del estudio de mercado:** Consiste en definir la orientación que tendrá el estudio de mercado, determinar cuáles son los resultados que se desean adquirir, para en base a ello diseñar los lineamientos de la encuesta.
- **Técnica de recolección de datos:** Se define la herramienta a utilizar para el estudio de mercado, planteando cada una de las preguntas que son dirigidas a los encuestados.

Además, se determina la muestra significativa para el estudio:

Para una población mayor a 100 000, el cálculo del tamaño de la muestra se realizará de la siguiente manera:

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{e^2}$$

Donde:

$n$  = tamaño de la muestra

$Z$  = nivel de confianza

$p$  = probabilidad a favor

$q$  = probabilidad en contra

$e$  = error de la muestra

- **Análisis de datos:** En base a los datos recaudados en la encuesta realizada, se realiza un estudio de cada una de las preguntas. Estos se interpretan para determinar el segmento de mercado, la intención de compra, conocer a los competidores, referenciar el precio y definir los canales de distribución.

#### **4.6.2 Metodología de planeamiento estratégico**

El planeamiento estratégico es un proceso continuo que realizan las organizaciones para alcanzar objetivos propuestos. Para el diseño de este plan es indispensable conocer los siguientes conceptos:

- **Misión:** Define el para qué existe una empresa, después de realizar un análisis complejo en el cual se incluye un estudio interno y externo. Se define el bien o servicio que brinda la organización (Bastons Prat, 2012).
- **Visión:** Se define el camino hacia dónde quiere llegar una empresa en un plazo amplio, tomando en consideración distintos aspectos como, tecnología, clientes, competidores y necesidades. Sirve como base para enfocar la estrategia competitiva de la empresa, y dirigir a los directivos y trabajadores. Debe estar adaptada a la realidad, considerando las oportunidades y amenazas del entorno (Martínez Pedrós & Milla Gutiérrez, 2012).
- **Valores:** Son las características y convicciones que rigen la conducta de los miembros de una empresa para la resolución de problemas y toma de decisiones. A través de los valores se puede interpretar la forma en cómo los directivos ven la realidad (Toniut, y otros, 2017).
- **Análisis FODA:** Es una herramienta que permite realizar un análisis interno y externo de la empresa, a través de la identificación de fortalezas, oportunidades, debilidades

y amenazas. Este estudio permite conocer el panorama general de la situación estratégica de la empresa (Sarli, González, & Ayres, 2015).

- Estrategia competitiva: Es el valor que la empresa brinda a los clientes en comparación a la competencia, para lograr un posicionamiento y perdurar en el tiempo. Se define en base a las tres estrategias genéricas de Porter: liderazgo global en costos, diferenciación y enfoque o concentración. El liderazgo global en costos, se basa en la venta del bien o servicio a un precio menor que el de la competencia; la diferenciación, brinda una cualidad única del bien o servicio que agrega valor al producto, y el enfoque o concentración, se basa en el enfoque de un segmento de mercado específico, al cual se le brinda productos y servicios de acuerdo a sus necesidades (Porter, 2015).
- Objetivos estratégicos: Son objetivos a corto plazo, generalmente de 3 a 5 años. Son concretos, cuantificables y medibles, se obtienen generalmente del análisis FODA. Para su planteamiento requiere imaginación y análisis, estos objetivos son la base para el crecimiento de la empresa (Palacios Acero, 2011).

#### **4.6.3 Metodología de planeamiento comercial**

El planeamiento comercial es un aspecto fundamental en el proyecto, ya que se encarga de identificar y analizar las oportunidades y amenazas que el entorno representa para el proyecto, todo ello para crear propuestas que beneficien al proyecto, en base a los objetivos de marketing mix. Los cuales son:

- Producto; es un conjunto de características que define el bien o servicio que se brinda en el proyecto, se considera su forma, tamaño, color, envase y diseño.
- Precio; es el valor del producto, el cual, se fija en base a los objetivos de la empresa, valor del cliente y método basado en el costo. Para este último intervienen los costos fijos y variables, los cuales, se hallan de la siguiente manera:

$$CT = CV + CF / P$$

$$PV = CT + \text{margen}$$

Donde:

*CT: costo total*

*CV: costo variable*

*CF: costo fijo*

*P: producción*

*PV: precio de venta*

*Margen: margen de ganancia*

- Plaza; se define el medio por el cual se dará a conocer el producto y se especifican el canal de distribución.
- Promoción; se define la estrategia con la cual se atraerá al cliente.

#### 4.6.4 Metodología de diseño del proceso productivo

El proceso productivo involucra todas las etapas realizadas para la elaboración del producto. Además, se detalla el proceso de transformación de la materia prima e insumos a productos terminados.

- Descripción del proceso productivo: En esta etapa se definen el proceso, a través de diagramas de flujo, los cuales permiten facilitar la visualización de los procesos de fabricación del producto.

Para la representación del diagrama de flujo se utiliza la simbología ANSI (Instituto nacional Estadounidense de Estándares).

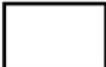
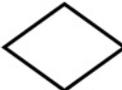
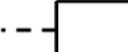
SÍMBOLO	REPRESENTA	SÍMBOLO	REPRESENTA
	Terminal. Indica el inicio o la terminación del flujo, puede ser acción o lugar; además se usa para indicar una unidad administrativa o persona que recibe o proporciona información.		Documento. Representa cualquier tipo de documento que entra, se utilice, se genere o salga del procedimiento.
	Disparador. Indica el inicio de un procedimiento, contiene el nombre de éste o el nombre de la unidad administrativa donde se da inicio.		Archivo. Representa un archivo común y corriente de oficina.
	Operación. Representa la realización de una operación o actividad relativas a un procedimiento.		Conector. Representa una conexión o enlace de una parte del diagrama de flujo con otra parte lejana del mismo.
	Decisión o alternativa. Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos.		Conector de página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente, en la que continúa el diagrama de flujo.
	Nota aclaratoria. No forma parte del diagrama de flujo, es un elemento que se adiciona a una operación o actividad para dar una explicación.		Línea de comunicación. Proporciona la transmisión de información de un lugar a otro mediante?

Figura 12. Simbología ANSI para diagramas de flujo.

Fuente: Tomado de (2017).

- Capacidad de producción: En esta etapa se determina la capacidad de producción, en base a los tiempos estimado para cada etapa del proceso productivo.
- Materia prima e insumos: Se especifica la materia prima y los insumos necesarios para la realización de las operaciones del proceso.
- Maquinaria y equipos: Se determinan todas las máquinas y equipos del bien o servicio.
- Mano de obra: Es el recurso humano que se emplea para desarrollo de las operaciones del proceso en planta, las cuales, requieren un esfuerzo físico y mental.

#### 4.6.5 Metodología de disposición en planta y localización

La disposición en planta permite determinar la óptima distribución de las secciones funcionales, considerando las operaciones, flujos de materiales, maquinaria y las herramientas utilizadas por los trabajadores.

Por otro lado, a través de un estudio criterial de macro y micro localización se establecen la ubicación geográfica adecuada para la realización de los procesos de la planta.

Las etapas para realizar el diseño en planta y localización son:

- Diagrama de operaciones: En esta etapa se detallan las secuencialidades de los procesos que se realizarán para obtener el producto, todo ello mediante un diagrama de operaciones, el cual permite plasmar de manera clara y precisa los procesos. La simbología utilizada para los diagramas es la ASME (American Society of Mechanical Engineers).

**Tabla 2. Simbología ASME.**

Símbolo	Nombre	Descripción
	Operación	Indica las operaciones del proceso.
	Inspección	Verifica la calidad, cantidad o parámetros en el proceso.
	Trasporte	Indica movimiento de materiales.
	Espera	Representa una pausa o demora entre dos operaciones.
	Almacenamiento	Indica depósito de los productos bajo un almacén.
	Combinada	Indica operación e inspección o actividades simultáneas.

**Fuente: Adaptado de Departamento de ingeniería (2013).**

- Diagrama de relaciones operacionales: En esta etapa se definen las secciones funcionales de la planta y mediante una tabla de interrelaciones se analiza la proximidad y los motivos de relacionamiento de las mismas. Todo ello, con el fin de obtener el diagrama de relaciones operacionales.

**Tabla 3. Código de proximidad.**

Código	Proximidad	Color	N.º de Líneas
A	Absolutamente necesario	Rojo	4 rectas
E	Especialmente necesario	Amarillo	3 rectas
I	Importante	Verde	2 rectas
O	Normal	Azul	1 recta
U	Sin importancia	-	-
X	No deseable	Plomo	1 línea punteada
XX	Altamente no deseable	Anaranjado	2 líneas punteada

**Fuente: Adaptado de SLP (Systematic Layout Planning) (2017).**

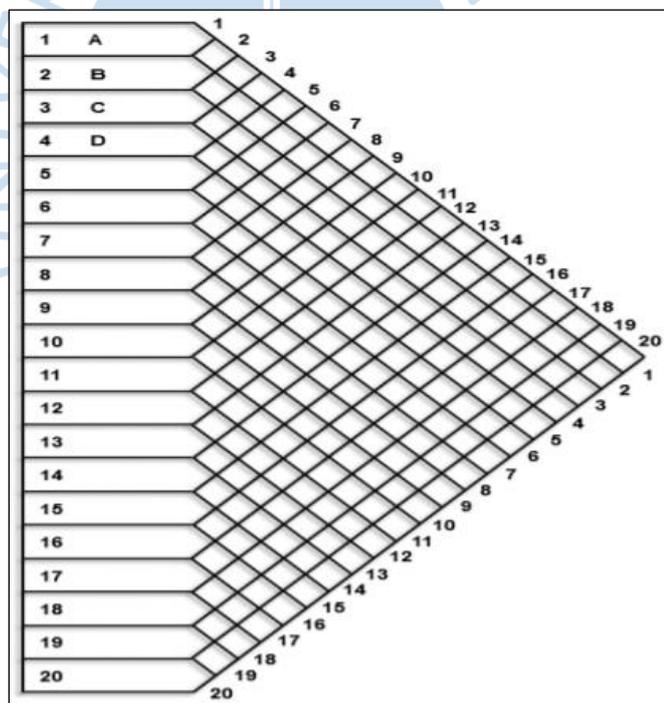
Los motivos de interrelacionamiento dependen de las características de los procesos que se realizan en planta, un ejemplo de ello son los que muestran a continuación:

**Tabla 4. Motivos de interrelacionamiento de las secciones funcionales.**

Número	Motivos
1	Supervisión o control de productos entrantes y salientes
2	Flujo de materiales
3	Actividades de consecutivas de producción
4	Control administrativo
5	Ruido
6	Mal olor generado por la preparación de las soluciones.

**Fuente: Adaptado de SLP (Systematic Layout Planning) (2017).**

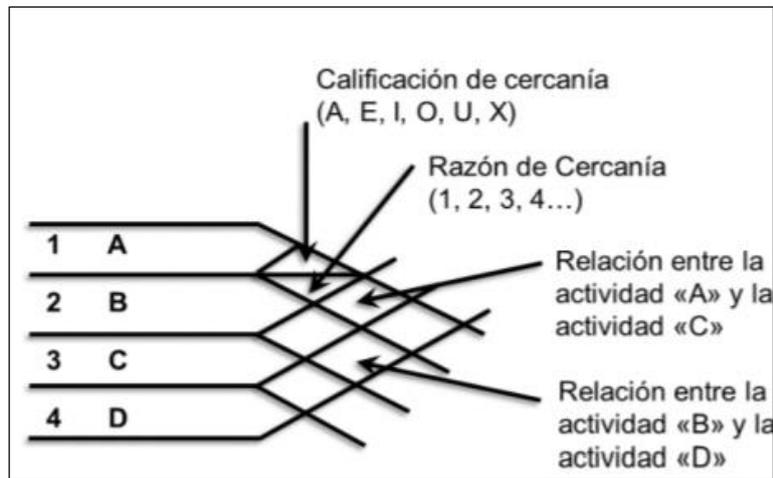
Luego de establecer el código de proximidad y los motivos de relacionamiento, se procede a realizar la tabla relacional, la cual es el último paso para que se elabore el diagrama de relaciones operacionales (Ver Figura 13 ).



**Figura 13. Tabla de interrelaciones.**

**Fuente: Tomado de D'Alessio de "Administración de las operaciones productivas". Un Enfoque en Procesos para la Gerencia (2018).**

Dentro de cada cuadrícula se indica el valor de proximidad y el número de motivo elegido para el interrelacionamiento (Ver Figura 14).



**Figura 14. Relaciones entre las actividades.**

**Fuente:** Tomado de *“Administración de las operaciones productivas”. Un Enfoque en Procesos para la Gerencia (2018)*.

A partir de la tabla de interrelaciones se puede elaborar el diagrama de interrelaciones, el cual, es representado por nodos unidos por líneas, según el tipo de relación existente entre ambos (A, E, I, O, U, X, XX). Además, las actividades son representadas de acuerdo a la simbología presentada en la Figura 15.

SIMBOLO	COLOR	ACTIVIDAD
○	Rojo	Operación (montaje o submontaje)
○	Verde	Operación, proceso o fabricación
→	Amarillo	Transporte
▽	Naranja	Almacenaje
□	Azul	Control
◐	Azul	Servicios
⤴	Pardo	Administración

**Figura 15. Simbología diagrama de operaciones.**

**Fuente:** Tomado de *D’Alessio de “Planeamiento y diseño en planta” (2018)*.

El diagrama de relaciones operacionales, puede presentar varias alternativas con el fin de optar por el que tenga menores cruces de líneas que representen fuertes relaciones (Fernandez, 2017) (Ver Figura 16).



El método Guerchet es utilizado para determinar las áreas de producción, sin embargo, para dimensionar el tamaño de las oficinas administrativas y servicios higiénicos, rige el método planteado por Dileep R. Sule en su libro “Instalaciones de Manufactura” publicado en el 2001, el cual dimensiona estas áreas de manera predeterminada (Ver Tabla 5).

**Tabla 5. Dimensiones predeterminadas para oficinas.**

Área	Dimensión	Unidad
Gerente	23 a 46	m <sup>2</sup>
Ejecutivo	18 a 37	m <sup>2</sup>
Mando Medio	7.5 a 14	m <sup>2</sup>
Oficinista	4.5 a 9	m <sup>2</sup>
Mínima Estación de trabajo	4.5	m <sup>2</sup>

**Fuente: Adaptado de Dileep R. Sule (2001).**

Para los baños la metodología presenta un dimensionamiento según el número de empleados (Ver Tabla 6).

**Tabla 6. Dimensiones predeterminadas para servicios higiénicos.**

Número de empleados	Número mínimo de retretes
1 a 15	1
16 a 35	2
36 a 55	3
56 a 80	4
81 a 110	5
110 a 150	6
Más de 150	1 adicional por cada 40 empleados más

**Fuente: Adaptado de Dileep R. Sule (2001).**

Para el dimensionamiento del almacén se debe determinar los siguientes criterios:

- Las cantidades de producto o material que se almacenarán.
- Las unidades de almacenamiento, por ejemplo, parihuelas de 1,2 por 1 metro.
- La cantidad de producto que se puede almacenar por parihuela.
- El número de parihuelas a utilizar.
- Tipo de almacenamiento.
- Diagrama de bloques: En base al área disponible total, se determina como distribuir cada uno de los espacios de la fábrica. Para ello, se toma en cuenta el diagrama de interrelaciones, evaluando los requerimientos y condiciones de la planta. No existe una

solución única en este diagrama, por ello, se debe determinar la más eficiente entre las diferentes opciones.

**Layouts:** Son alternativas de las distribuciones a más detalle y se realizan después la previa elaboración de sus respectivos diagramas de bloques. La elección de la óptima distribución se determina mediante una evaluación criterial, donde se les asignan pesos a los factores considerados influyente para la elección.

**Diagramas de flujo:** Se detalla la interacción de las personas en las distintas áreas de la planta, a lo largo del proceso productivo.

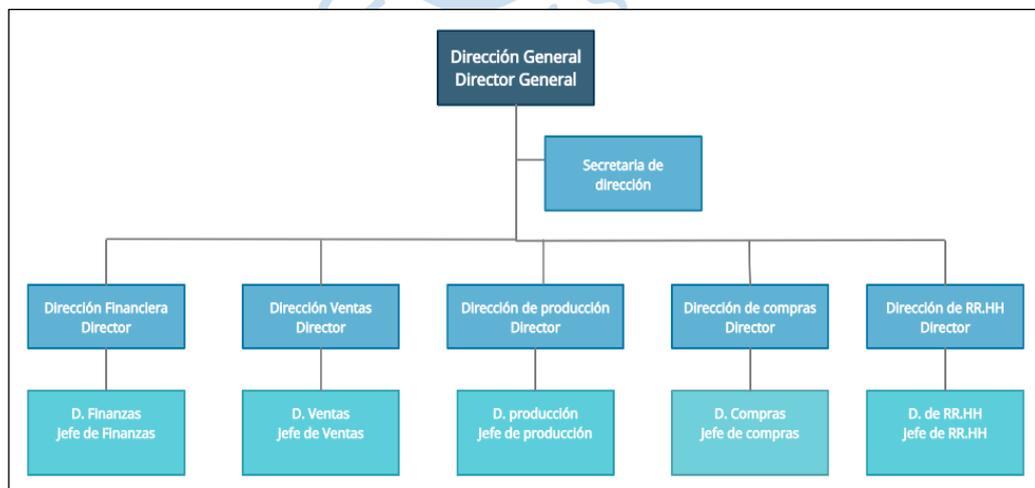
**Localización:** En esta etapa final se determina la ubicación de la planta de acuerdo a ciertos criterios de localización, en los que se evalúan distintos factores.

- Macro localización: Este tipo de localización elige una zona referencial general para la ubicación de la planta. Toma en cuenta las características físicas, comerciales y las exigencias o requerimientos que minimicen los costos de inversión y operativos del proyecto.
- Micro localización: Determina una ubicación exacta para la planta, para la elección se identifican algunos factores que son ponderados de acuerdo a una evaluación criterial.

#### 4.6.6 Metodología de estructura organizacional

La estructura organizacional define cuál será la organización y jerarquía de la empresa. Para la representación jerárquica de la estructura organizacional, se elabora un organigrama, el cuál puede clasificarse de la siguiente manera (Brume González, 2019):

- Organigrama estructural: Representación gráfica de la estructura de la empresa y relaciones entre las áreas de la organización.



**Figura 17. Ejemplo de organigrama estructural.**

**Fuente: Adaptado de Ruiz de Economipedia (2021).**

- Organigrama funcional: Identifica las áreas de la organización y describe las funciones vitales de cada una de ellas.
- Organigrama Matricial: No existe una unidad de mando, sino presenta una dualidad de autoridad.

Servicios / División	Cardiología	Urgencias Médicas	Ginecología	Perinatología y Neonatología	Oftalmología	Urología	Laboratorio de Análisis Clínicos
Medicina Interna							
Gineco Obstetricia							
Pediatría							
Cirugía							
Servicios Auxiliares de Diagnóstico y Tratamiento							
Servicios Paramédicos							

**Figura 18. Ejemplo de organigrama matricial de una subdirección médica.**

**Fuente: Tomado de Brume de "Estructura organizacional" (2019).**

Los organigramas permiten conocer de manera clara y objetiva a la empresa. A su vez, la realización de un Manual de Organización y funciones, establece el perfil, capacidades, funciones, y responsabilidades de cada puesto de trabajo.

#### **4.6.7 Metodología de análisis económico-financiero**

Para conocer la rentabilidad que se tiene del proyecto se realiza un análisis económico-financiero. Dicho análisis se elabora para un horizonte de tiempo de 5 años con sus respectivas proyecciones. Los procedimientos se detallan a continuación:

Presupuestos: se detallan los presupuestos de inversión, ingresos, de costos y gastos para poder determinar el flujo económico proyectado del proyecto.

- Presupuesto de inversión: en este punto se calcula la inversión inicial para que el proyecto pueda empezar sus operaciones. Se considera la cantidad y el precio de venta por la adquisición de los activos tangibles como la maquinaria, muebles, inmuebles, equipos y maquinaria.
- Presupuesto de ingresos: en este punto se considera la estacionalidad del producto y el precio obtenido por el estudio de mercado. Con los datos obtenidos, se calculan los ingresos mensuales estimados en el periodo de un año de funcionamiento.
- Presupuesto de costos y gastos: en este punto se detalla los gastos preoperativos para iniciar con las operaciones de la empresa. Estos gastos preoperativos abarcan licencias de funcionamiento como también los trámites a efectuarse. Además, se calcula los costos y gastos mensuales necesarios para la comercialización del producto. Se toman en cuenta los costos directos (materia prima y mano de obra directa) y los costos indirectos (mano de obra indirecta, gastos administrativos y gastos de ventas).

Punto de equilibrio: se realiza el cálculo de este parámetro para obtener la cantidad mínima que se tiene que vender por producto. Se calcula el porcentaje de participación de cada producto con respecto a los ingresos previstos. Para el cálculo de este parámetro, se halla el costo fijo total, precio de venta unitario y el costo variable unitario.

$$PE = \frac{CFT}{PVU - CVU}$$

Donde:

$CFT = \text{Costo fijo total}$

$PVU = \text{Precio de venta unitario}$

$CVU = \text{Costo variable unitario}$

Flujo económico: en este punto se calculan los flujos de caja económico para un horizonte de 5 años. Los flujos económicos son determinados anualmente. Además, se calculan los ingresos, costos directos, gastos administrativos y gastos de ventas. Sin embargo, para el año 1 se considera también los gastos preoperativos y el capital de trabajo a considerarse en el año 0. Finalmente, se considera los impuestos y se obtienen los flujos económicos anuales.

Evaluación económica y financiera: en este punto se analiza y se evalúa la rentabilidad y aceptabilidad del proyecto con los flujos económicos estimados, inversión y capital de trabajo mediante los siguientes parámetros: valor actual neto, tasa interna de retorno y el periodo de recuperación del capital.

- Valor actual neto (VAN): se calcula el VAN considerando todos los flujos de caja de los 5 años y de la inversión inicial del año 0. Se considera una tasa de descuento del 15% en cada año y se evalúa la rentabilidad del proyecto. Si resulta un VAN mayor a 0, se entiende que el proyecto generará beneficios. Por otro lado, si el VAN resulta negativo, se recomienda que el proyecto no se lleve a cabo.

$$VAN = -I + \frac{F_1}{(1+i)^1} + \frac{F_2}{(1+i)^2} + \frac{F_3}{(1+i)^3} + \frac{F_4}{(1+i)^4} + \frac{F_5}{(1+i)^5}$$

Donde:

$I = \text{Inversión total}$

$F_n = \text{Flujo neto en el período } n$

$i = \text{Tasa de descuento}$

- Tasa interna de retorno (TIR): este parámetro se calcula igualando el VAN a cero. Al calcular el TIR se evalúa comparando con la tasa mínima de rendimiento del proyecto.
- Período de recupero de capital: considerando los flujos económicos obtenidos se calcula el número de años y meses en el que se recuperaría la inversión.

Análisis de sensibilidad: en este punto se somete al proyecto a tres posibles escenarios. Se evalúa el proyecto con una diferente tasa de descuento, una menor demanda del producto y con un menor precio de venta del producto. Se realiza el cálculo de los nuevos flujos de caja, valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR) y período de recuperación de capital; para cada uno de estos posibles escenarios.

- Tasa de descuento: se evalúa el proyecto ante un escenario de aumento en la tasa de descuento hasta que se obtenga un VAN muy cerca de 0.
- Demanda de los sistemas hidropónicos: se evalúa el proyecto con una disminución en la demanda de ambos productos.
- Precio del sistema hidropónico: se evalúa el proyecto con una disminución del precio de los productos, sin dejar de ser rentable.



## **Capítulo 5**

### **Investigación de mercado**

En este capítulo se definen los objetivos del estudio de mercado, se determina y diseña la técnica de recolección de datos, para posteriormente realizar el análisis de los resultados obtenidos.

#### **5.1 Objetivo del estudio de mercado**

Los objetivos para alcanzar mediante el presente estudio de mercado son los siguientes:

- Conocer el porcentaje de aceptación del producto por el público objetivo.
- Determinar la demanda potencial del producto.
- Conocer los requerimientos de los posibles clientes.
- Definir los lineamientos necesarios para una posterior definición de las características del producto.

#### **5.2 Técnica de recolección de datos**

- Tamaño de la muestra

Según el Censo realizado por el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) en el 2017 (2018), el número de hogares en zona urbana con personas presentes en la ciudad de Piura es aproximadamente 372 187 y, hasta el 2018 según el estudio realizado por IPE (Instituto Peruano de Economía), en Piura el 34% de los pobladores pertenecen a la clase media. Se han escogido estos datos debido a que el proyecto está enfocado en personas de clase media del sector urbano de la región Piura.

**Tabla 7. Cálculo del mercado objetivo.**

Mercado Objetivo	Cantidad de personas
Hogares en Piura	558102
Hogares urbanos	433801
Personas presentes	372187
Clase media	126543.58

Debido a que la población es mayor a 100 000, el tamaño de la muestra se calcula de la siguiente manera:

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q}{e^2}$$

Para un nivel de confianza de 92% ( $Z=1.75$ ), una heterogeneidad de 50 % ( $p= 0.5$  y  $q=0.5$ ), y un error del 8% se obtiene un tamaño de muestra de:

$$n = \frac{1.75^2 \times 0.5 \times 0.5}{0.08^2}$$

El tamaño de muestra debe ser de 120 encuestados.

- Encuesta

Para lograr los objetivos del estudio de mercado, se realizó una encuesta de 17 preguntas, por medio de la herramienta de Google Forms. Esta encuesta se compartió en redes sociales por parte de todos los miembros del equipo. Se permitió el acceso hasta conseguir un total de 120 personas encuestadas.

Las preguntas que se usaron fueron las siguientes:

1. ¿En qué provincia de Piura se encuentra?
2. En caso haya seleccionado Piura en la pregunta anterior: ¿En qué distrito vive?
3. ¿En qué rango de edad se ubica?
4. ¿Cuál es su sexo?
5. ¿Considera que tiene una alimentación saludable?
6. ¿Qué ocupación tiene? Puede marcar más de 1 opción:
  - Estudiante.
  - Trabajador.
  - Emprendedor.
  - Ama de casa.
  - Buscando trabajo.
  - Profesora universitaria.
  - Periodista.
  - Militar.
  - Docente.
7. ¿Está interesado en consumir alimentos orgánicos?

8. ¿Alguna vez a cultivado en el hogar?
9. ¿Está interesado en cultivar en el hogar?
10. ¿Qué te impide cultivar en el hogar? Puedes marcar más de una opción:
  - Poco espacio.
  - Falta de tiempo.
  - Dificultad de la actividad.
  - Poco conocimiento.
  - Desinterés.
11. ¿Cuál es aproximadamente el nivel de ingresos mensual en su hogar?
12. ¿Estás interesado en contribuir con el medio ambiente?
13. ¿Conoces sobre el cultivo hidropónico?
14. ¿Has cultivado alguna vez de manera hidropónica?
15. Luego de conocer los beneficios, ¿Le interesaría adquirir un sistema hidropónico doméstico?
16. En una escala del 1 al 4, siendo 1 la característica menos valorada y 4 la característica más valorada. Ordene las siguientes características.
  - Estética.
  - Tamaño.
  - Funcionalidad.
  - Precio.
17. ¿Cuánto está dispuesto a pagar por un sistema hidropónico?

### 5.3 Análisis de resultados

A partir de los resultados obtenidos en la encuesta se determina los parámetros que influyen en la realización del proyecto.

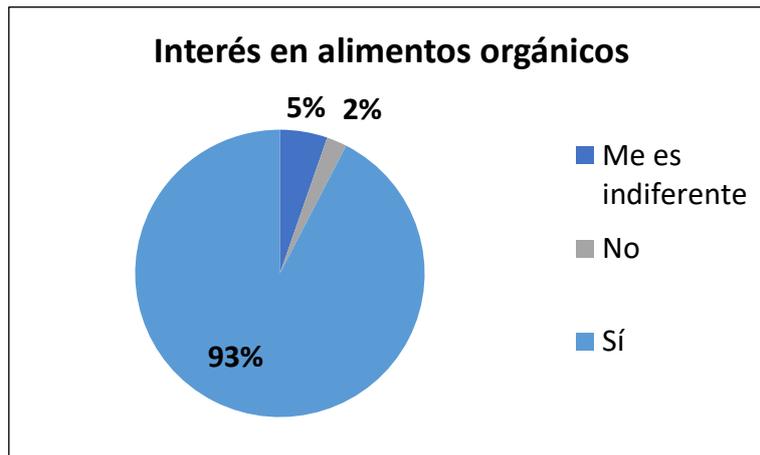
#### 5.3.1 Determinación del público objetivo

Luego de realizar el estudio de mercado, se concluyó que el número de personas interesadas en el cultivo hidropónico en el hogar es de 70%, por lo que resulta un total de 90 462 hogares.

**Tabla 8. Cálculo del público objetivo.**

Público Objetivo	Porcentaje de aceptación	Cantidad de personas
Clase media	34%	126543.58
Interés por Cultivo	85%	112838.91
Interés por Cultivo hidropónico	70%	90462.95

- Interés en alimentos orgánicos



**Figura 19. Interés en alimentos orgánicos.**

El 93% de los encuestados están interesados en consumir alimentos orgánicos, dicho resultado es conveniente para la realización del producto, ya que, los sistemas brindan la posibilidad de cosechar productos orgánicos.

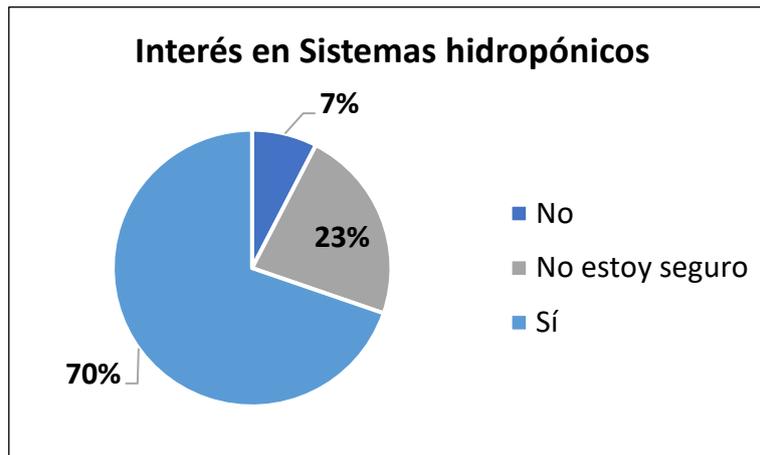
- Interés en cultivo en el hogar



**Figura 20. Interés en cultivo en el hogar.**

El 85% del público entrevistado está interesado en cultivar dentro del hogar, lo que permite que nuestro producto obtenga indirectamente una buena aceptación para ingresar al mercado.

- Interés en sistemas hidropónicos



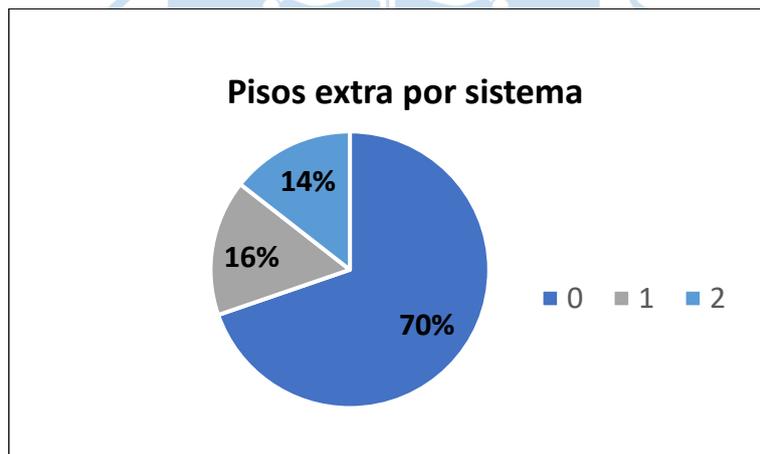
**Figura 21. Interés por el cultivar de manera hidropónica.**

De las personas interesadas en cultivar en el hogar, el 70 % muestra interés por cultivar de manera hidropónica.

### 5.3.2 Oferta y demanda

En base a la encuesta realizada se obtiene un porcentaje de aceptación del producto del 70 %. Por lo que, se puede concluir que la demanda en este sector es favorable.

- Pisos extra por módulo:



**Figura 22. Pisos extra por sistema hidropónico.**

De las personas interesadas en cultivar de manera hidropónica, el 70 % optaría por comprar un sistema de uno piso, el 16 % se inclinaría por la adquisición de un sistema hidropónico de dos pisos, mientras que el 14 % elegiría un sistema hidropónico con la máxima capacidad (3 pisos).

### 5.3.3 Competidores

En la ciudad de Piura no existen competidores directos, sin embargo, en el Perú existe una empresa dedicada al mismo rubro de la venta de sistemas hidropónico. Por ende, esta empresa sería la única competencia que se tendría en el país.

Hidroponika es el competidor identificado, esta empresa se encuentra ubicada en Lima y vende sistemas hidropónicos para el hogar y colegios. Además, produce e instala sistemas NFT de gran escala.

### 5.3.4 Precios en el mercado

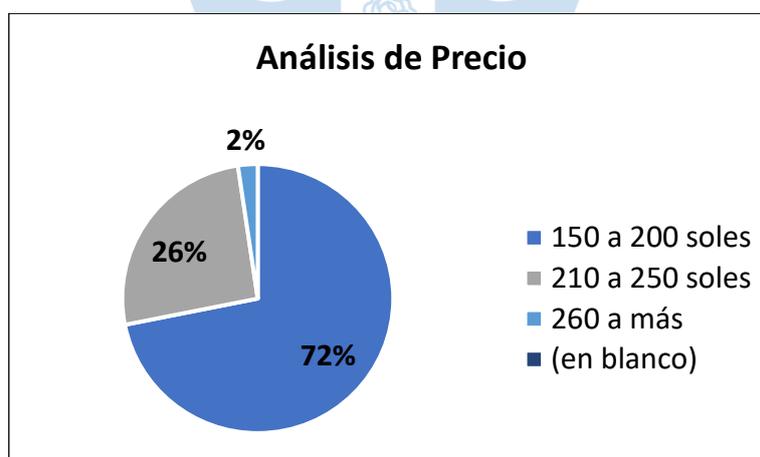
Los precios de Hidronika varían de acuerdo a marca, capacidad y tecnología del producto.

**Tabla 9. Precios del competidor identificado.**

Marca	Producto	Capacidad	Precio (Und.)	Tecnología
Hidroponika	Módulos para colegios	6 plantas	80	Manual
Hidroponika	Módulos para casas	21 plantas	165	Manual

**Fuente: Adaptado de Hidroponika (2019).**

De acuerdo a la encuesta realizada, el 71,3 % está dispuesto a pagar entre 150 a 200 soles, y el 26,6% entre 210 a 250 soles. Esto permite la obtención de una referencia del precio esperado por el cliente.



**Figura 23. Precios obtenidos de la encuesta.**

### 5.3.5 Canales de distribución

Según la encuesta realizada, se obtuvo que el 55% del público objetivo vive en el distrito de Piura, 30% en Castilla y 13% en 26 de octubre.

Los medios por el cual llegará el producto al cliente serán a través de un delivery, el costo de este será asumido por el cliente. Por ello, se buscará establecer alianzas con los deliverys interesados.

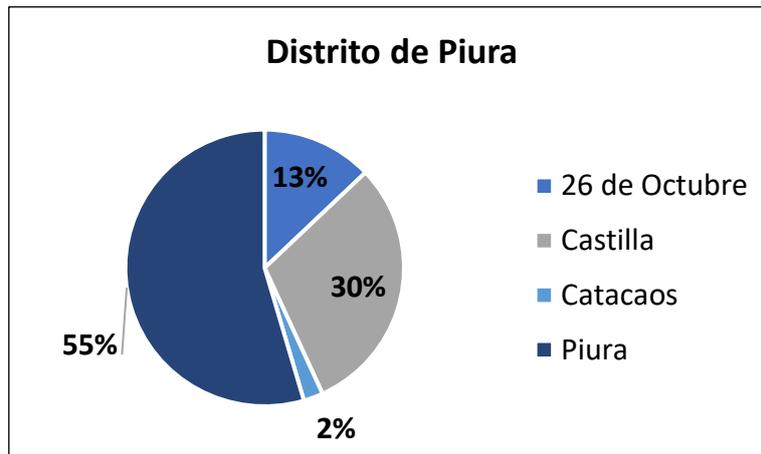


Figura 24. Distribución del público objetivo.





## **Capítulo 6**

### **Plan estratégico**

En este capítulo, se detallará la misión, visión, objetivos estratégicos y análisis FODA del proyecto. Además, se detalla la ventaja competitiva y la estrategia de los sistemas hidropónicos.

#### **6.1 Visión, misión y valores**

##### **Misión**

Lograr impactar en los hogares piuranos mediante la venta de Kits de sistemas hidropónicos modulares, para contribuir a la alimentación saludable y sostenible para el medio ambiente.

##### **Visión**

Ser la empresa líder a nivel nacional en el sector de fabricación de sistemas hidropónicos, desarrollando sofisticadas tecnologías y destacándose en el sector por la innovación y atención brindada al cliente.

##### **Valores**

- **Responsabilidad ambiental:** Promover conciencia ambiental en todos los procesos del proyecto, desde la compra de insumos hasta el producto final. Esto implica que las personas conozcan todos los beneficios de los sistemas de cultivo hidropónicos sobre la forma de cultivo tradicional.
- **Mejora continua:** Relación cercana con el cliente para obtener constantemente feedback que ayude a mejorar la calidad del producto.
- **Innovación:** Identificar oportunidades para el desarrollo de productos similares que ataquen la misma necesidad encontrada.
- **Integridad:** Transparencia en todos los procesos y situaciones que se presenten en el día a día de la empresa.
- **Trabajo en equipo:** El equipo de trabajo en la empresa es fundamental, se debe desarrollar y fomentar un ambiente de trabajo idóneo para el desarrollo normal de las actividades en la empresa.

- Consumo responsable de alimentos: Generar una cultura de alimentación saludable, conociendo los beneficios de los productos hidropónicos comparados con los del cultivo tradicional.

## 6.2 Análisis FODA



Figura 25. Análisis FODA.

### Fortalezas

- Oferta innovadora en Piura: No existen ninguna en el mismo rubro en la ciudad de Piura.
- Beneficios en comparación con el cultivo tradicional.
- Sistema automatizado.

### Oportunidades

- Demanda creciente de productos orgánicos: En el mercado, los productos orgánicos están teniendo un importante posicionamiento y demanda.
- Demanda creciente de cultivo dentro del hogar: Debido a la situación actual, la gente está buscando promover el cultivo en casa.
- No hay competencia en la región.

### Debilidades

- Empresa pequeña.
- Falta de tecnología: La empresa no posee tan alta tecnología ni automatización.
- Falta de experimentación: El equipo no posee mucha experiencia en el tema.

- No poseer un respaldo directo para acceder a fuentes de financiamiento: El equipo no tiene disponibilidad inmediata de capital para llevar a cabo el proyecto.

#### **Amenazas**

- Falta de conciencia ambiental por parte de la población.
- Productos sustitutos.
- Economía inestable.

### **6.3 Estrategia competitiva**

- **Diferenciación**

El proyecto busca llevar a las personas no sólo la experiencia básica de cultivo en el hogar, si no que agrega a esto el sembrar mediante el método de hidroponía, el cual tiene muchos beneficios, tanto en el cuidado del medio ambiente como en la cosecha de los alimentos. Además, se busca dar constante soporte a los consumidores finales mediante asesorías, tutoriales y comunidades interactivas para que puedan aprovechar al máximo los productos ofrecidos y de esta manera lograr el éxito en sus cosechas.

En el Perú, la única empresa que ofrece estos productos es la empresa Hidroponika, ubicada en Lima. Sin embargo, el proyecto se diferencia de la competencia debido a la tecnología de cultivo ofrecida (semi automatiza), que consiste en el uso de una bomba y timer para el funcionamiento del sistema. Esto simplifica el trabajo de los consumidores, quienes no tendrán que preocuparse por oxigenar la solución manualmente, reduciendo el tiempo que necesitan dedicarle al cultivo.

- **Focalización**

El proyecto se enfoca principalmente en las personas interesadas en el cultivo y el cuidado del medio ambiente. Los clientes tendrán la experiencia de conseguirlo desde el hogar de una manera sencilla. Sin embargo, se espera a largo plazo poder aumentar este interés en toda la comunidad peruana, creando conciencia y enseñando lo mucho que cada persona puede aportar a la salud y al mundo desde su hogar.

### **6.4 Objetivos estratégicos**

- Tener ventas anuales de s/. 330000 el primer año e ir aumentando este número en un 10% anual mediante un trabajo conjunto de todas las áreas de la empresa.
- Consolidar alianzas estratégicas con 2 distribuidores en centros comerciales durante los 2 primeros años.
- Tener 2000 clientes recurrentes durante el primer año e ir aumentando este número en un 20% anual a través de una eficiente labor del área de marketing.
- Atender al 5% del mercado potencial total durante los primeros 3 años.



## **Capítulo 7**

### **Plan comercial**

En este capítulo se expone la metodología del plan comercial basada en el marketing mix. Se estudian 4 variables: producto, precio, plaza y promoción.

#### **7.1 Producto**

El producto principal son los kits de los sistemas hidropónicos, los cuales incluye como complementos: timer, bomba, contenedor, espuma fenólica, bandeja de germinación, sustrato, canastillas, soluciones A y B, jeringas y semillas.

##### **7.1.1 Diseño del sistema hidropónico**

Para la realización de los sistemas hidropónicos se realizan los siguientes pasos:

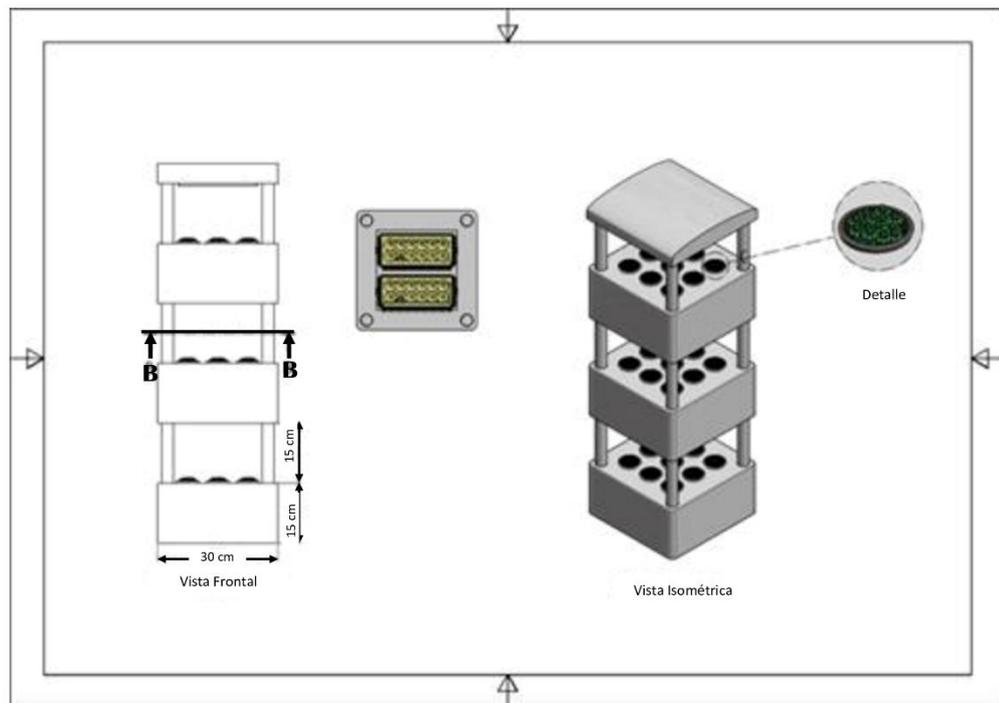
- Colocar sobre una base fija, el contenedor de plástico reciclado.
- Cortar un metro de manguera espagueti. La cual se coloca en la base del contenedor en forma de U, pegada con cinta.
- Tapar el extremo inferior de la manguera con cinta aislante, para que no escape el oxígeno.
- Calentar la punta de una aguja.
- Realizar 4 perforaciones a lo largo de la manguera, para que se evite la pérdida de presión. Se debe tener en cuenta que, no se perfora completamente la manguera.
- Para la correcta oxigenación del sistema, conectar la bomba al otro extremo de la manguera que queda al exterior del contenedor.
- Luego de instalado el sistema, agregar el manual de uso para el proceso de la cosecha.
- Agregar las soluciones A y B preparadas y demás complementos.



- 9 canastillas.
- 9 espumas fenólicas.
- 1 timer.
- 1 bomba.

**Tamaño:** Largo de 30cm \* ancho de 30cm \* altura de 15cm.

El cliente puede ir agregando entre 1 y 2 módulos mediante columnas que se colocan en las esquinas, quedando de la siguiente manera:



**Figura 28. Diseño del sistema hidropónico modular.**

- Para un módulo extra el cual equivale a 1 Kit hidropónico de 2 pisos (18 plantas).

**Incluye:**

- 2 paquetes de Soluciones A y B.
- 2 kg de sustrato Turba rubia.
- Semillas con 3 variedades elegidas por el cliente.
- 2 bandeja de germinación.
- 2 jeringas para colocar las soluciones A y B.
- 2 base para el contenedor.
- 18 canastillas.
- 18 espumas fenólicas.
- 1 timer.
- 1 bomba.

**Tamaño:**

- Cada piso tendrá un módulo de 30cm \* 30cm \* 15cm.
- Altura total de 70cm.
- Para dos módulos extra el cual equivale a 1 Kit hidropónico de 3 pisos (27 plantas)

**Incluye:**

- 3 paquetes de Soluciones A y B.
- 3 kg de sustrato Turba rubia.
- Semillas con 4 variedades elegidas por el cliente.
- 3 bandeja de germinación.
- 2 jeringas para colocar las soluciones A y B.
- 3 base para el contenedor.
- 27 canastillas.
- 27 espumas fenólicas.
- 1 timer.
- 1 bomba.

**Tamaño:**

- Cada piso tendrá un módulo de 30cm \* 30cm \* 15cm.
- Altura total de 1m.

**7.1.2 Complementos**

- **Soluciones A y B**

Las soluciones nutritivas son un grupo de sales minerales disueltas en agua, varían de acuerdo a la especie que se cultiva y a la fase fenológica de la planta. La concentración de los recursos fundamentales es dependiente de la estación del año, calidad de agua y clima (Morales Ricardo, 2019).



**Figura 29. Soluciones A y B.**

**Solución nutritiva concentrada A:** Se encuentran los macroelementos de Nitrógeno(N), Fósforo (P) y Potasio (K). Tiene un aspecto líquido claro (casi transparente).

**Solución nutritiva concentrada B:** Se encuentran los macroelementos de Magnesio (Mg), Azufre (S), Potasio (K), y los siguientes microelementos, Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Boro (B), Zinc (Zn), Cobre (Cu) y Molibdeno (Mo). Tiene un aspecto líquido ligeramente espeso de color rojo oscuro.

**Presentación:** Dos (02) botellas. Solución A: 250ml, Solución B: 100ml.

**Almacenamiento y conservación:** Mantener en un lugar fresco y oscuro.

**Precauciones (Hidropónica, 2019):**

- No inherir.
  - Mantener alejado del alcance de los niños.
  - Sólo puede ser utilizado en el cultivo hidropónico de los cultivos de plantas.
  - Nunca mezclar las soluciones nutritivas concentradas A, B sin la presencia de la cantidad requerida de agua.
- **Sustrato turba rubia**  
También llamada turba alta, es un sustrato versátil que se obtiene de la descomposición de materia orgánica de los pantanos que presentan características de baja temperatura, poca luz solar y constantes lluvias. Estas características son importantes, a fin de que el sustrato obtenido presente un pH ácido y alta retención de humedad para la adquisición de todos los nutrientes.  
El sustrato presenta un alto grado de aireación para las cosechas de las plantas, permitiendo que los cultivos se desarrollen de manera correcta, logrando un mayor rendimiento y cuidado del medio ambiente (Hidroponía, 2017).



**Figura 30. Sustrato turba rubia.**

**pH:** 4.0 a 4.5

**Granulometría:** media 0-25mm

**Presentación:** bolsa de 1kg aproximadamente.

- **Semillas**

A través de una plantilla, se muestra información relevante de las semillas a los clientes para que elijan lo que desean sembrar (Ver Figura 31).

<p><b>CULANTRO</b></p> <p>Periodo de germinación: 7 a 8 días.</p> <p>Época de siembra: todo el año</p>		<p><b>PEREJIL</b></p> <p>Periodo de germinación: 6 a 8 días.</p> <p>Época de siembra: todo el año</p>	
	<p><b>CEBOLLA CHINA</b></p> <p>Periodo de germinación: 9 a 10 días.</p> <p>Época de siembra: abril a octubre</p>		<p><b>ESPINACA</b></p> <p>Periodo de germinación: 16 a 22 días.</p> <p>Época de siembra: abril a octubre.</p>
<p><b>LECHUGA ROMANA</b></p> <p>Periodo de germinación: 3 días.</p> <p>Época de siembra: enero a abril.</p>		<p><b>MANZANILLA</b></p> <p>Periodo de germinación: 15 días.</p> <p>Época de siembra: todo el año</p>	
	<p><b>ACELGA</b></p> <p>Periodo de germinación: 10 a 15 días.</p> <p>Época de siembra: abril a julio y de octubre a marzo</p>		<p><b>ALBAHACA</b></p> <p>Periodo de germinación: 5 a 7 días.</p> <p>Época de siembra: finales de invierno y comienzos de primavera.</p>

**Figura 31. Ejemplo de plantilla de semillas.**

- **Otros complementos:** Canastillas, jeringas para colocar las soluciones de manera precisa, bandeja de germinación, base del contenedor y espuma fenólica.



**Figura 32. Complementos del sistema hidropónico**

*Fuente: Tomado de Agropolis (2021).*

### 7.1.3 Packing

- El producto se colocará en cajas de cartón corrugado blanco, las cuales deberán tener las siguientes precauciones:
  - No colocar en lugar húmedos.
  - No rotar.
  - Colocar las cajas hacia arriba.
  - Producto frágil.

El kit hidropónico, con capacidad de 9 plantas (1 piso), se colocará en cajas de 50cm\*40cm\*40cm.



Figura 33. Empaque para kit de 1 piso.

Si el cliente desea un sistema hidropónico de 18 plantas (2 pisos), se colocará en cajas de 50cm\*40cm\*80cm.



Figura 34. Empaque para kit de 2 pisos.

Si el sistema hidropónico es de 3 pisos (27 plantas), la caja donde se colocará el kit será de 50cm\*40cm\*110cm.



**Figura 35. Empaque para kit de 3 pisos.**

- Las soluciones A y B, se colocan en envases que tienen el logo (Ver Figura 29) y una etiqueta, la cual especifica los componentes de acuerdo con a cada solución (Ver Figura 36).



**Figura 36. Etiqueta de soluciones A y B.**

### 7.1.4 Manual de uso

El manual de uso se adjuntará al sistema hidropónico, para que el cliente pueda conocer cuál es el proceso que debe realizar para el desarrollo de su cosecha.

El manual se divide en la realización de 5 procesos: germinación, sistema de oxigenación, llenado del contenedor con las soluciones nutritivas, trasplante y programación del timer.



Figura 37. Manual de uso - Pág. 1

El primer paso para empezar una cosecha hidropónica, es el proceso de germinación, en el cual se utilizan los sustratos, bandeja de germinación y semillas. El tiempo de este periodo depende del tipo de semilla que se utilizará, en promedio dura entre 7 y 10 días, este tiempo no puede ser excedido, ya que, la planta agota sus reservas de nutrición.



Figura 38. Manual de uso - Pág.2

El sistema de oxigenación ya viene instalado en el producto, sin embargo, es necesario que se verifique el correcto funcionamiento de este y se designe el lugar correcto de la colocación del contenedor para todo el ciclo de la cosecha. Mientras se realiza el proceso de germinación se verifica que la bomba esté correctamente conectada a la manguera espagueti.



Figura 39. Manual de uso - Pág.3

Luego que el contenedor ya se encuentre instalado, se procede a llenarlo con agua verificando que la bomba funcione correctamente para la oxigenación del sistema. Después, se vierte la proporción adecuada de solución nutritiva A y B con la ayuda de una jeringa (250 ml de solución A y 100 ml de solución B).



Figura 40. Manual de uso - Pág.4

Cuando el proceso de germinación acabe, la planta se coloca en unas canastillas y luego en la tapa del contenedor, que sirve como sostén de la planta.



Figura 41. Manual de uso - Pág. 5

Como último paso, se conecta la bomba al timer y se programa para una correcta oxigenación y principalmente para que la bomba no se encuentre encendida todo el día. Finalmente se conecta el timer al enchufe.



Figura 42. Manual de uso - Pág. 6

## 7.2 Precio

Los criterios para fijar los precios son los siguientes:

- **Objetivos de la empresa:** Hidrogarden tendrá como ventaja competitiva la calidad de su producto, por lo que, el precio será medianamente alto para cubrir los costos de una mayor calidad y facilidad en el desempeño del sistema hidropónico.
- **Valor del cliente:** Según la investigación de mercado, en el que se encuestó a 120 personas, el precio que los clientes están dispuestos a pagar por un sistema hidropónico de 1 piso para la siembra de 9 plantas será entre S/150 y S/200 (Ver Figura 23).

- Basado en el costo: intervienen los costos fijos y variables, para hallar el costo total. Según la Tabla **49** del capítulo 9: Análisis Económico y Financiero, se tiene un costo fijo de S/13480, el cuál es distribuido para cada uno de los productos en base a la proporción de producción, 70% a kits principales y 30% a kits extras<sup>1</sup>. Obteniendo un costo fijo de S/9436 para la producción de kits principales y S/4044 para la producción de los kits extras.

Por otro lado, el kit principal presenta un costo variable de S/94.61, y el kit extra de S/58.61.

En base a ello, se obtiene un costo total de:

Para kit principal (9 plantas).

$$CT = CV + \frac{CF}{P}$$

$$CT = S/94.61 + \frac{S/9436}{574}$$

$$CT = S/111$$

Para módulos extras (18 y 27 plantas)

$$CT = CV + \frac{CF}{P}$$

$$CT = S/58.61 + \frac{S/4044}{246}$$

$$CT = S/75$$

Teniendo como base los criterios anteriormente mencionados, y estableciendo S/9 de margen de ganancia para la venta de cada sistema hidropónico principal (9 plantas), se obtiene un precio venta de:

$$PV = CT + \text{margen}$$

$$PV = S/111 + S/9$$

$$PV = S/120$$

Por otro lado, los módulos extra tendrán un margen de ganancia de S/25, por lo que su precio venta será de:

$$PV = CT + \text{margen}$$

$$PV = S/75 + S/25$$

$$PV = S/100$$

<sup>1</sup> Los sistemas extra son aquellos que se anexas al primer piso del sistema hidropónico. Por ejemplo, si el cliente desea 1 sistema hidropónico de 2 pisos, ese pedido equivale a el módulo principal más 1 módulo extra. De la misma manera, si un cliente solicita un sistema hidropónico de 3 pisos, eso es equivalente a 1 sistema principal más 2 sistemas extra.

### 7.3 Plaza

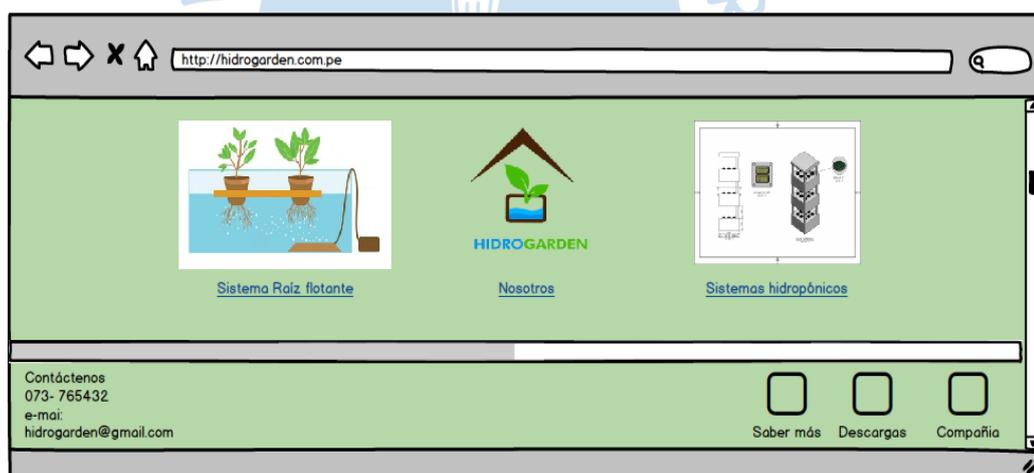
A través de la página web de Hidrogarden se muestran las distintas opciones de sistemas hidropónicos que se pondrán a la venta, de esa manera los clientes pueden conocer lo que viene incluido en el Kit, su tamaño, características técnicas y promociones.

Los productos que el usuario adquiere a través de la tienda online serán entregados a domicilio a través de delivery.

### 7.4 Promoción

Debido a que los sistemas hidropónicos son una iniciativa empresarial, se tiene la necesidad de captar la atención de los clientes y además de conservarla. Por lo que, a continuación, se detallará las herramientas que se utilizarán para tal fin:

- **Página web de Hidrogarden:** En esta plataforma se pondrá a disposición toda la información necesaria acerca de los sistemas hidropónicos. Además, será una tienda virtual amigable en donde los clientes podrán realizar sus pedidos e interactuar a través de las comunidades. Se tendrá una sesión de preguntas frecuentes para cualquier duda general que tenga el comprador, en caso tenga una duda más personal podrá ponerse en contacto con la empresa a través de la misma plataforma.



**Figura 43. Interfaz de la página web.**

- **Redes sociales:** las redes sociales son un medio muy influyente para las personas. Por lo que Hidrogarden contará con las redes de Facebook e Instagram, donde se pagará para que la publicidad llegue al usuario según el perfil con el que se ha identificado.



## **Capítulo 8**

### **Diseño del proceso productivo**

Dentro del capítulo se detallarán puntos importantes dentro del proceso productivo, tales como la capacidad, descripción del proceso y materia prima e insumos a utilizar. Se detalla todo el proceso, desde el ingreso de la materia prima hasta que el sistema hidropónico está listo para ser entregado al cliente.

#### **8.1 Descripción general del proceso**

En este apartado, se detallarán todos los procesos involucrados en la elaboración de los sistemas hidropónicos modulares.

Los procesos de operaciones y logística sustentan toda la producción en planta, conjuntamente con el área de administrativa.

- **Recepción de materiales:**

El proceso de producción inicia con la recepción de los materiales que ingresan al almacén de materia prima. Esta materia prima involucra los insumos que serán usados para la elaboración de los sistemas hidropónicos modulares. Por ejemplo: soluciones nutritivas, canastillas, semillas, bomba, timer, manguera espagueti, sustrato, canastilla, jeringas y espuma fenólica.

- **Ensamblajes:**

El proceso de ensamblaje inicia con la recepción de los contenedores, para posteriormente realizar la instalación del sistema de oxigenación de los sistemas hidropónicos (conexión de bomba y configuración de timer).

- **Preparación soluciones:**

El proceso de elaboración de las soluciones es importante en la producción de los sistemas hidropónicos modulares, ya que son componentes fundamentales en el sistema. En este proceso se reciben las soluciones concentradas A y B, para posteriormente ser diluidas y embotelladas de acuerdo a sus respectivas cantidades de preparación. Además, se realiza la inspección de sus parámetros de calidad.

- **Etiquetado:**

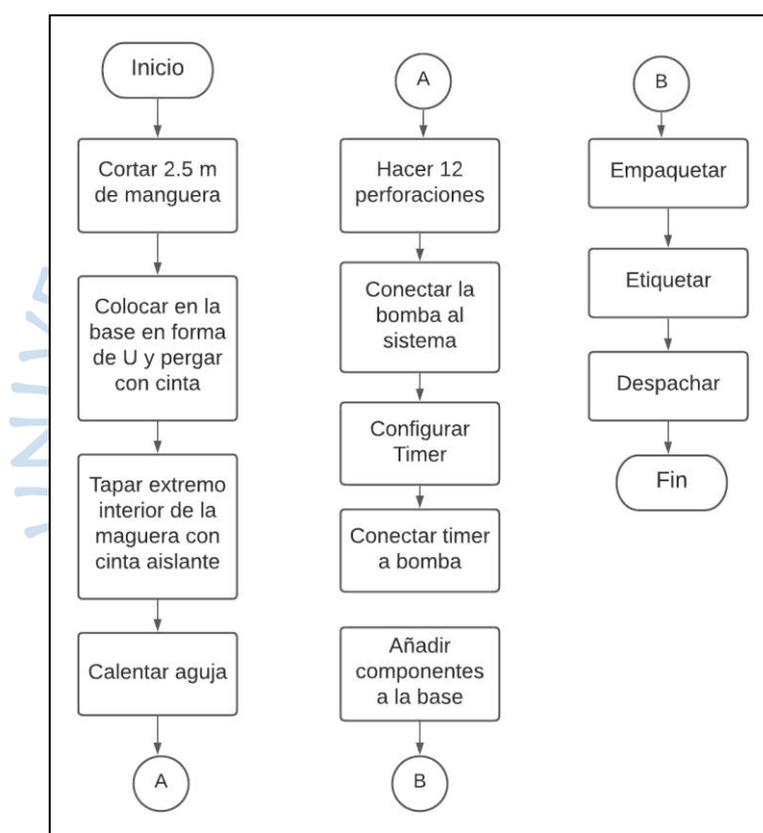
En este proceso ingresan las soluciones nutritivas diluidas A y B, para junto con los sistemas hidropónicos ensamblados y los componentes, se proceda el etiquetado de los mismos.

- **Empaquetado:**

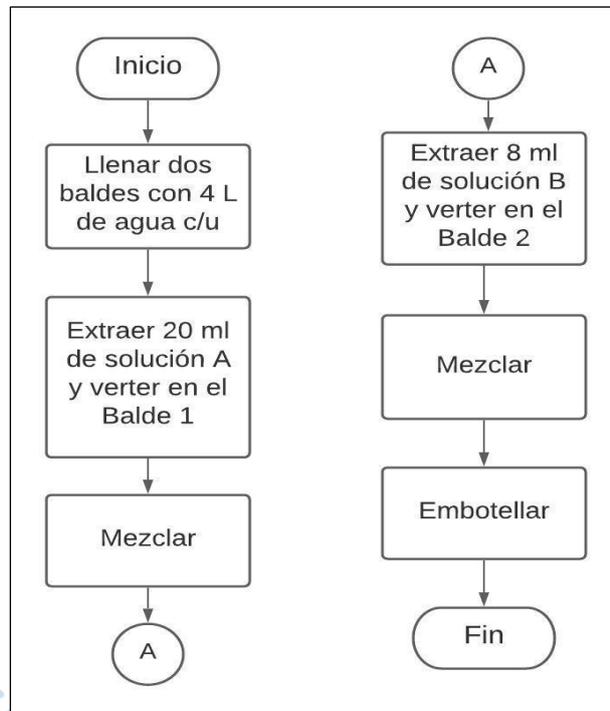
Este proceso consiste en añadir todos los componentes del sistema al contenedor, para luego sellarla y enviarla al almacén de productos terminados.

- **Almacenamiento de productos terminados:**

Es el último eslabón del proceso productivo, en el cual, se almacenan los kits hidropónicos (1, 2, 3 pisos) provenientes del proceso de empaquetado.



**Figura 44. Diagrama de proceso productivo.**



**Figura 45. Diagrama del proceso productivo soluciones.**

## 8.2 Capacidad de producción

La capacidad de producción se determina mediante la medición de tiempos de las actividades que forman parte del proceso general para la elaboración de los sistemas hidropónicos.

A continuación, se especifica la duración de las operaciones divididas en dos grupos representativos en el proceso general.

### **Preparación de soluciones: 2 min/sistema**

- Mezcla: 30 s/sistema.
- Embotellado: 80 s/sistema.
- Etiquetado: 10 s/sistema.

### **Sistemas hidropónicos: 8 min/sistema**

- Recepción: 0.5 min/sistema.
- Ensamblaje: 3.3 min/sistema.
- Etiquetado: 1.2 min/sistema.
- Empaquetado: 2 min/sistema.
- Transporte a almacén de productos terminados: 1 min/sistema.

Por lo tanto, el proceso productivo tiene una duración de 10 minutos. Además, se considera un tiempo de un minuto y medio para los tiempos muertos. Con ello, se calcula una

cantidad de 41 paquetes al día y 820 paquetes al mes. Cabe resaltar que la planta opera 8 horas diarias durante 5 días a la semana.

### 8.3 Materia prima e insumos

El diseño del prototipo está compuesto por los siguientes materiales:

- Bomba sumergible de 12 V: Está diseñada para un sistema hidropónico mediano y su función es ultra silenciosa, es decir, no emite ruidos. Esta bomba será la encargada de realizar la recirculación del agua del sistema para la nutrición de las raíces de la planta, programada junto con un timer.



Figura 46. Bomba sumergible.

Fuente: Tomado de Lineo (2019).

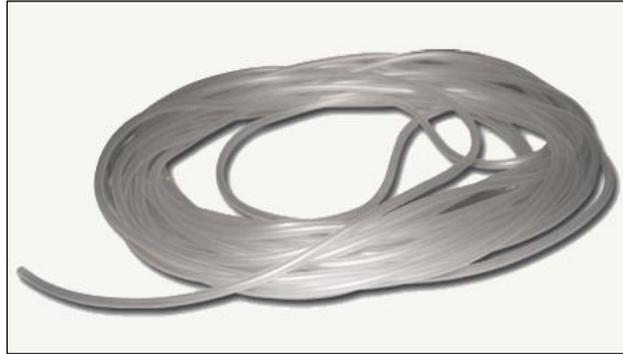
- Timer de 220V: Es un temporizador que permite, junto con la bomba, controlar la recirculación del agua del sistema. Este aparato se encarga del encendido y apagado de la bomba dos veces al día durante 10 minutos.



Figura 47. Timer.

Fuente: Tomado Sodimac (s.f.).

- Manguera: Servirá para el paso del agua que recirculará la solución nutritiva en el sistema. Irá acoplada a la bandeja principal.



**Figura 48. Manguera espagueti.**

**Fuente: Tomado de Hydro Environment (s.f.).**

- Sustrato turba rubia: Sustrato usado para la germinación de las plantas en las bandejas de germinación.



**Figura 49. Sustrato turba rubia.**

Características:

**pH:** 4.0 a 4.5

**Granulometría:** media 0 -25mm

**Presentación:** bolsa de 1kg aproximadamente.

- Semillas con 8 variedades elegidas por el cliente: A los clientes se les mostrará una plantilla con la información relevante de las semillas que se tienen a disposición para que elijan a su gusto qué es lo que desean sembrar.



**Figura 50. Semillas**

**Fuente: Tomado Hydro Environment (s.f.).**

- Jeringas para colocar los nutrientes A y B: Herramientas utilizadas por los usuarios para la preparación de la solución hidropónica.
- Base para el contenedor: La base del sistema hidropónico.
- Canastillas: Pequeñas canastillas que se colocarán en los agujeros de la base.



**Figura 51. Canastillas.**

**Fuente: Tomado de Hydro Environment (s.f.).**

- Espumas fenólicas: Soporte de la planta en la canastilla.

#### 8.4 Maquinaria y equipos

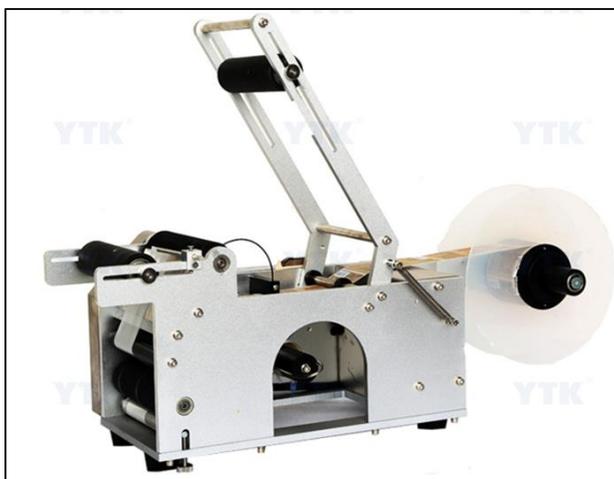
La tecnología utilizada en la planta es básica, ya que el proceso de ensamblaje y preparación de las soluciones nutritivas son manuales, es decir, todo se realiza mediante el uso de utensilios como baldes, mezcladoras, cúter, entre otros. A continuación, se detallarán las máquinas que se utilizarán en la planta:

**Etiquetadora:** Esta máquina etiquetadora funciona para colocar la etiquetada en botellas redondas como la de las soluciones hidropónicas.

Características:

- Dimensión: 65x45x45 cm.

- Tipo conducido: eléctrico.
- Tipo de empaquetado: cartones.
- Material de embalaje: plástico.
- Marca: YKT.
- 50 unidades/minuto.



**Figura 52. Etiquetadora.**

**Fuente: Recuperado de Alibaba (Alibaba, s.f.).**

**Balde comercial:** Estos baldes se utilizarán para la preparación de las soluciones hidropónicas (A y B).

Características:

- Capacidad: 20 litros.
- Dimensiones: 389x338x34 (largo x ancho x altura) cm.
- Peso: 1,2kg

**Mesa de trabajo industrial:** Se utilizará para realizar las operaciones del proceso productivo (sistemas hidropónicos y soluciones nutritivas).

Características:

- Peso: 30 kg
- Material: aluminio
- Dimensiones: 220x80x100 cm
- Medidor de pH: Herramienta utilizada para medir la cantidad de pH en

**Termómetro:** Esta herramienta será utilizada para medir la temperatura de la solución e inspeccionar la calidad del proceso.

Características:

- Termómetro Infrarrojo -35°C a 365°C.
- Modelo: RTEMPB7.

- Peso: 0.1 kg.
- Color: Negro.
- Material: acero.
- Dimensiones: 18 x 9 x 4 cm (largo x ancho x alto).



**Figura 53. Termómetro.**

**Fuente: Tomado y recuperado de Linio (2020).**

**Carretilla:** Esta herramienta será utilizada para trasportar los materiales necesarios requeridos en cada proceso.

Características: Carro de plataforma de acero de 4 ruedas. Tubos y plataforma de acero duradero. Mango metálico fuerte y rígido para una maniobra segura de cargas.

- Peso máximo soportado: 150 kg.
- Material: acero.
- Dimensiones: 72.5x47x82 (profundidad, ancho, alto) cm.

**Montacarga Manual:** Esta herramienta será utilizada para trasportar los sistemas hidropónicos al patio de maniobra para poder despachar el producto.

- Capacidad de carga máxima: 2000 kg.
- Peso: 70 kg.
- Material: acero.
- Dimensiones: 152x122x105 (largo, ancho, alto) cm.



**Figura 54. Montacarga.**

***Fuente: Tomado de Alibaba (2020).***

### **8.5 Mano de obra**

Los trabajadores serán contratados para la ciudad de Piura, ayudando con la difícil situación que muchas personas atraviesan por la pandemia del COVID-19. La planta de producción tendrá la siguiente distribución de trabajadores: 1 gerente, 1 jefe de producción, 1 jefe de logística, 2 almaceneros, 3 operarios y 1 vigilante. Los trabajadores irán distribuidos de la siguiente manera:

- Operario 1: Proceso productivo de los sistemas hidropónicos.
- Operario 2: Proceso de preparación de la solución hidropónica.
- Operario 3: Proceso de empaque y etiquetado de los productos.
- Almaceneros: Encargado de almacén (materia prima y producto terminado).

El jefe de producción estará encargado de coordinar y controlar el proceso productivo, así como las verificaciones de calidad (pH y temperatura) correspondientes. El jefe de logística está encargado de la compra de insumos, así como de la coordinación de las ventas de los sistemas hidropónicos.



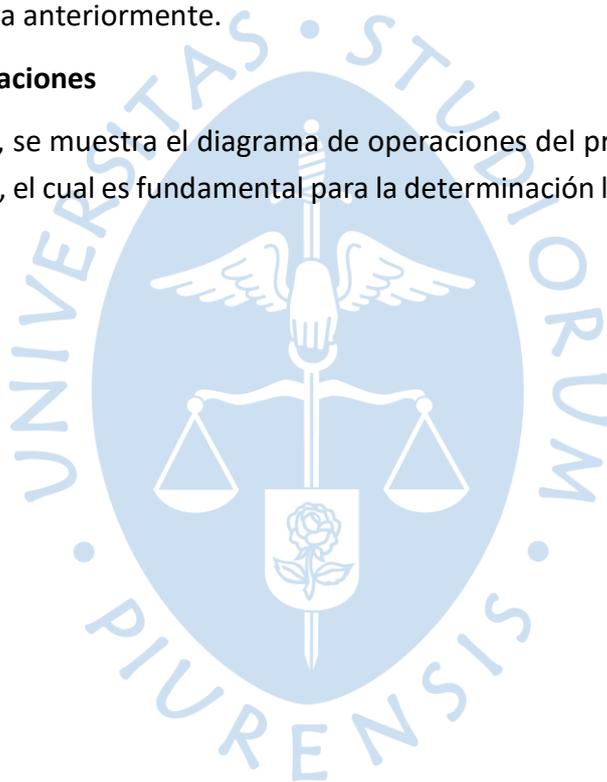
## Capítulo 9

### Disposición en planta y localización

En este capítulo se realiza el proceso realizado para la elaboración de la disposición y localización de la planta, al finalizar se presenta el layout y la localización elegida, siguiendo la metodología propuesta anteriormente.

#### 9.1 Diagrama de operaciones

En la Figura 55, se muestra el diagrama de operaciones del proceso productivo de los sistemas hidropónicos, el cual es fundamental para la determinación las secciones funcionales dentro de la planta.



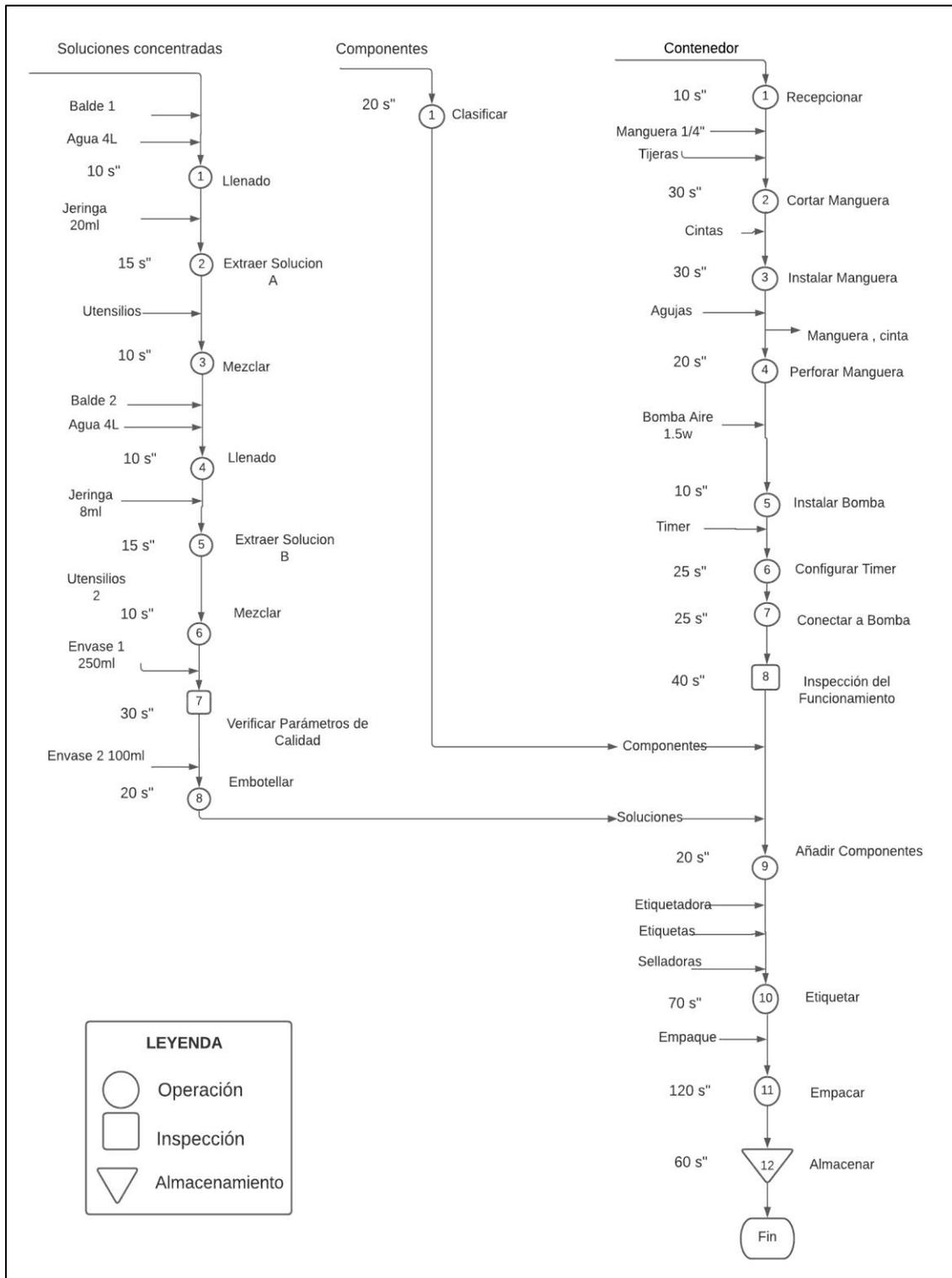


Figura 55. Diagrama de operaciones.

En la Tabla 10 se muestra un cuadro resumen de las operaciones, inspecciones, almacenamientos presentados en la Figura 55.

**Tabla 10. Cuadro Resumen diagrama de operaciones.**

Evento	Cantidad	Tiempo (segundos)
	18	470
	2	70
	1	60

## 9.2 Diagrama de relaciones operacionales

Para la elaboración del diagrama de relaciones operacionales, previamente, se han identificado siete secciones funcionales, las cuales, se detallan a continuación:

- Almacén de materiales

En esta área se realiza la recepción e inspección del correcto estado de los componentes (canastillas, espuma fenólica, jeringas, sustrato, semillas) y materia prima necesaria para la elaboración de los sistemas hidropónicos.

- Área de ensamblaje

Esta sección es la de mayor tamaño, ya que, en esta se realiza el armado de las piezas y partes del sistema hidropónico.

- Área de preparación

Es el espacio donde se preparan las soluciones nutritivas que forman parte de los componentes del sistema, todo ello, a partir de las soluciones concentradas comercializadas por el Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral (CIHNM) de la universidad Agraria La Molina. Además, se realiza la clasificación, etiquetado y empaquetado de las semillas.

- Área de empaque.

En esta área se lleva a cabo el empaquetado y etiquetado de los sistemas hidropónicos. Además, debido a que el producto varía de acuerdo a los requerimientos del cliente, se rotulan sus datos consignados para el envío de sus productos.

- Área de productos terminados

En este espacio se reciben los productos terminados, los cuales son ordenados según su zona de destino.

- Oficinas Administrativas

Las oficinas son ocupadas por el personal administrativo.

- Servicios higiénicos

Son áreas comunes usadas por todo el personal de la planta.

- Área de vigilancia

Espacio dedicado para la vigilancia de la planta.

- Patio de maniobras

El cual se usa para la entrada y salida de los vehículos que trasportarán el sistema hidropónico hacia el cliente.

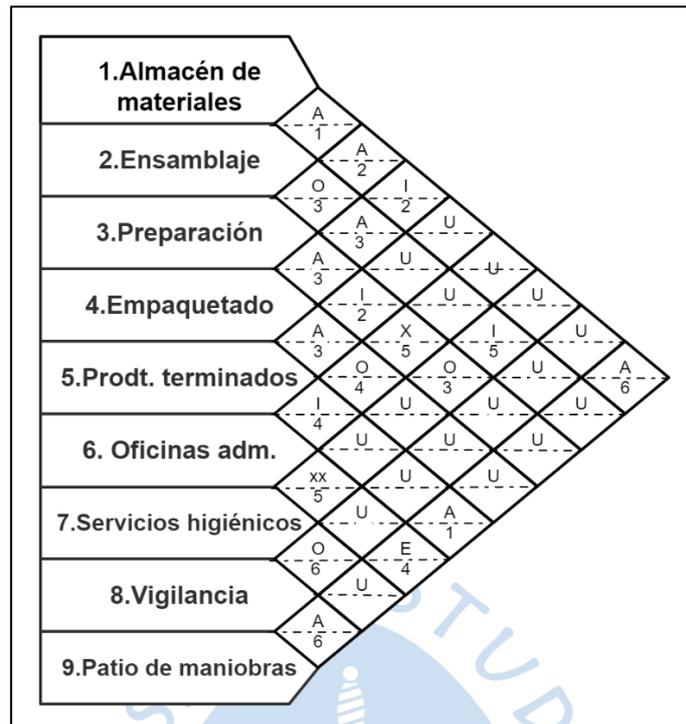
Para evaluar la interacción de las ocho secciones asignadas, se toma en cuenta el código de proximidad establecido en la Tabla 11, el cual, presenta una escala de valores proporcional a la intensidad de las relaciones entre las áreas.

Los siete motivos de proximidad entre las distintas secciones se manifiestan en la Tabla 11.

**Tabla 11. Motivos de proximidad entre las áreas funcionales.**

Número	Motivos
1	Supervisión o control de productos entrantes y salientes
2	Flujo de materiales
3	Actividades de producción paralela o consecutivas
4	Control administrativo
5	Mal Olor (químicos u otros)
6	Cuidado e inspección en planta

En base al código de proximidad y los motivos establecidos se presenta la Figura 56 correspondiente a la tabla de relaciones entre las áreas de la planta.



**Figura 56. Tabla de interrelaciones.**

Luego de realizar el análisis previo de la tabla de interrelaciones, se muestran dos alternativas de diagramas, en los cuales, las áreas son representadas por símbolos de acuerdo con el tipo de actividad. Además, estos están conectados mediante un tipo y número de línea, según el código de proximidad de las relaciones de la planta.

Los números en los diagramas representan cada sección funcional de la planta (Ver Tabla 12 ).

**Tabla 12. Representación de las áreas para el diagrama de interrelaciones.**

Símbolo	Área
	1. Almacén de materiales
	2. Área de ensamblaje
	3. Área de preparación
	4. Área de empaquetado
	5. Almacén de productos terminados
	

Símbolo	Área
	6.Oficinas administrativas
	7.Servicios higiénicos
	8.Área de Vigilancia
	9. Patio de maniobras

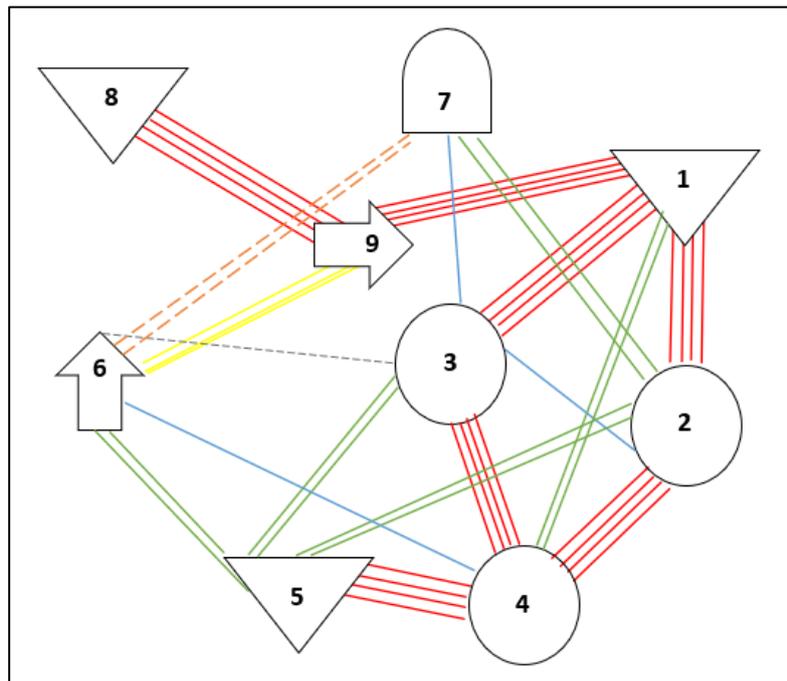


Figura 57. Diagramas de interrelaciones alternativa 1.

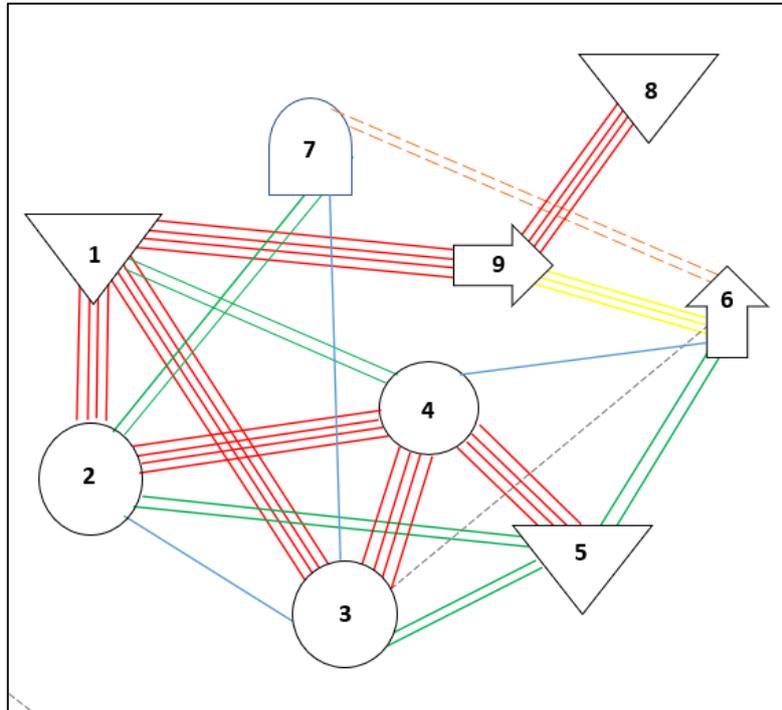


Figura 58. Diagrama de interrelaciones alternativa 2.

### 9.3 Dimensionamiento de áreas

El dimensionamiento de las secciones funcionales es una etapa fundamental para la realización de la disposición en planta y localización. Para ello, es necesario considerar las herramientas, equipos, mobiliarios y el área de desplazamiento óptimo de los trabajadores.

- **Almacén de Materiales:** Esta sección funcional debe ser capaz de almacenar la materia prima y los componentes necesarios para la realización del sistema durante 1 mes, en la Tabla 13 se detallan las medidas.

Tabla 13. Materias primas e insumos necesarios en el proceso productivo.

Materia Prima/Componentes	Presentación
Envases solución A	820 unidades en 10 cajas de 60x50x80 cm (82 envases por caja)
Envases solución B	820 unidades en 10 cajas de 60x50x80 cm (82 envases por caja)
Soluciones Concentradas A y B	2 cajas de 40x30x 40 cm (1 botella de cada solución por caja)
Semillas	8 paquetes de 1 kg de 20x25 cm

Materia Prima/Componentes	Presentación
Canastillas	1 caja de 50x60x70 cm (5418 und/caja)
Jeringas	2 cajas de 100 y 50 unidades de jeringas de 10 ml y 20 ml respectivamente.
Contenedor	820 unidades en cajas de 40x40x35 cm
Espuma Fenólica	7380 células en 1 caja de 15 planchas (345 células/plancha) 100x80x70 cm
Bandeja germinadora	41 cajas de 40x50x120 cm (20 und/caja)
Bomba	
Timer	820 bombas en cajas de 20x15x15 cm
Maguera	820 timer en cajas de 15x10x8 cm
Cinta	7 rollos de 50 centímetros de diámetro (100 m/ rollo) 4 caja 20x30x30 (100 und/ caja)

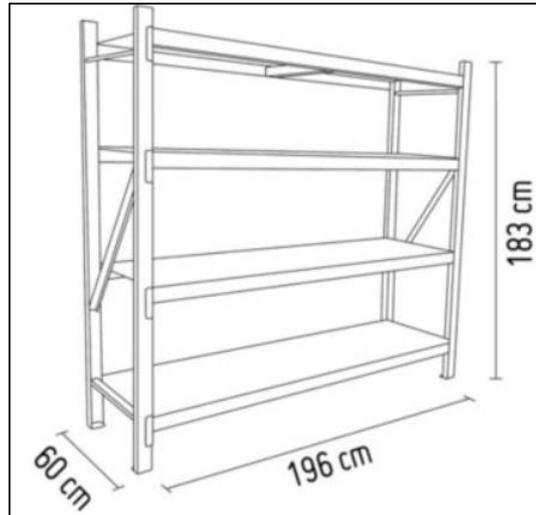
**Fuente: Adaptado de Maruplast (2019).**

Para el almacenamiento de los materiales se utilizan pallet y estantes de acuerdo a cada componente (Ver Figura 59).



**Figura 59. Pallet para el almacén.**

**Fuente: Tomado de Pallets Callupe (2020).**



**Figura 60. Estante de almacén.**

**Fuente: Tomado de Sodimac (2019).**

Los componentes que se almacenan en pallet de 1.2x1 metro son los siguientes:

- Envases de soluciones A y B: En un pallet ingresan 4 cajas por nivel y se pueden apilar 2 cajas una sobre la otra. Es decir, en total se pueden almacenar 8 cajas por pallet. Por lo que para 10 cajas se necesitan 2 pallet.

$$\text{N}^\circ \text{ de pallet} = \frac{10}{8} = 1.25 \sim 2 \text{ unidades}$$

- Canastillas: Debido a la gran cantidad de unidades que contiene una caja de este componente, solo se necesita 1 caja. Además, por nivel el pallet puede contener 4 cajas por nivel y se pueden apilar 2 cajas, por lo que solo se necesita 1 pallet.
- Contenedor: Los contenedores del sistema vienen en presentaciones unitarias, por ello, se necesitan 820 cajas. Por pallet se pueden almacenar 9 cajas por nivel y se pueden apilar 6 cajas una sobre la otra. Por lo que, su capacidad total es de 54 cajas. Por ende, se requieren 23 unidades.

$$\text{N}^\circ \text{ de pallet} = \frac{820}{54} = 15.18 \sim 16 \text{ unidades}$$

- Espuma Fenólica: Cada sistema necesita 9 células, por ende, para 820 sistemas se necesitan 7380 células y cada caja trae 15 planchas de 345 células, por ello se necesitan 2 cajas. En cada pallet se pueden almacenar 1 caja por nivel y se pueden apilar 2 cajas una sobre otra, por ello se necesita 1 pallet.

$$\text{N}^\circ \text{ de planchas} = \frac{7380}{345} = 21.39 \sim 22 \text{ planchas}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de pallet} = 22 \text{ planchas} \times \frac{1 \text{ caja}}{15 \text{ planchas}} = 1.467 \sim 2 \text{ pallet}$$

- Bandeja germinadora: Se necesitan 41 cajas y en cada pallet se pueden almacenar 6 cajas por nivel y se pueden apilar 2 cajas una sobre otra, por ello, cada pallet puede almacenar 12 cajas. Es decir, se necesitan 4 unidades.

$$\text{N}^\circ \text{ de pallet} = \frac{41}{12} = 3.4167 \sim 4 \text{ unidades}$$

- Maguera: Para cada sistema se necesitan 80 centímetros, por ello, para los 820 sistemas mensuales, son necesarios 656 metros, la presentación de las mangueras son de 100 metros, por ello, se necesitan 7 rollos. En cada pallet se pueden almacenar 2 rollos por nivel y se pueden apilar 3 rollos, por lo que, la capacidad de cada pallet es de 6 rollos.

$$\text{N}^\circ \text{ de pallet} = \frac{7 \text{ rollos}}{6 \text{ rollos}} = 1.167 \sim 2 \text{ unidades}$$

- Bomba: Se necesitan 820 bombas para la producción mensual, en cajas de 20x15x15 cm, por ello, cada pallet tendrá una capacidad de almacenamiento de 36 cajas por nivel y se pueden apilar 10 cajas una sobre otra, por ende, se necesitan 23 unidades.

$$\text{N}^\circ \text{ de pallet} = \frac{820 \text{ cajas}}{360 \text{ cajas}} = 2.278 \sim 3 \text{ unidades}$$

- Timer: Se necesitan 820 unidades, con dimensiones de 15x10x10 cm, cada pallet tiene una capacidad de 80 cajas por nivel y se pueden apilar 12 cajas una sobre otra, por lo que, se puede almacenar 960 cajas. Por ende, solo se necesita 1 pallet.

$$\text{N}^\circ \text{ de pallet} = \frac{820 \text{ cajas}}{960 \text{ cajas}} = 0.8541 \sim 1 \text{ unidad}$$

- Los materiales para el packing se apilan dentro de 1 pallet.

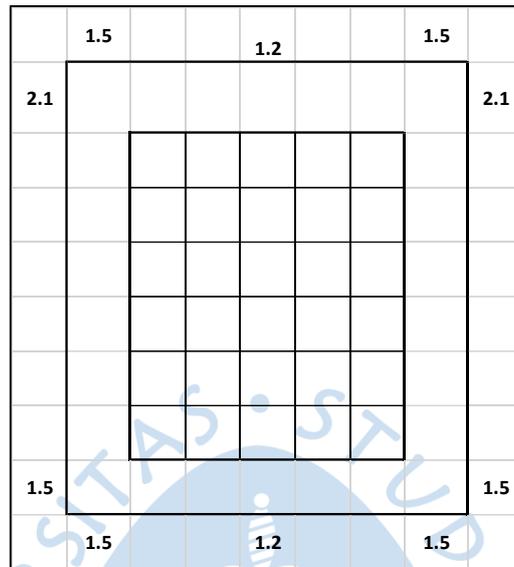
Los componentes que se almacenan en un estante son los siguientes:

- Semillas: Se necesitan 8 paquetes de 1 kg, con dimensiones de 20x 25 centímetros. En el primer nivel del estante se pueden colocar todos los paquetes en dos columnas apiladas con 2 paquetes una sobre otro. Ocupando 40 cm del largo y 50 cm de ancho del estante.
- Soluciones Concentradas A y B: Debido a las mínimas cantidades utilizadas de este producto en la preparación de las soluciones, solo se necesitan 2 cajas para abastecerse por 1 mes, las cuales, se ubican en un estante.
- Utensilios: Se necesitan utensilios para la preparación de las soluciones, estos se ubican dentro del mismo estante de las semillas.
- Cinta: Se necesitan 4 cajas de cintas que son utilizadas para el ensamblaje los sistemas hidropónicos, debido a su poco volumen estas se ubican dentro del estante mencionado anteriormente.
- Jeringas: Se necesitan 2 cajas de 100 y 50 unidades de jeringas, en cajas de 20x15x15 centímetros, las cual se ubican dentro del mismo estante.

En total el almacén de materiales utilizará 30 pallet, por lo que se necesita la siguiente área:

$$\text{Área necesaria} = 30 \times 1.2 \times 1 = 36 \text{ m}^2$$

Sin embargo, se deben considerar los pasadizos y espacio para el estante, por lo que, el área total necesaria se determina de la siguiente manera:



**Figura 61. Representación del almacén de materiales.**

$$\text{Largo} = 1.2 \times 5 + 1.5 \times 2 + 0.1 \times 6 = 9.5 \text{ m}^2$$

$$\text{Ancho} = 1 \times 6 + 1.5 + 2.1 + 0.1 \times 6 = 10.2 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total necesaria} = 97 \text{ m}^2$$

- **Área de ensamblaje:** Es donde se realiza el principal proceso para la producción de los sistemas hidropónicos. El dimensionamiento se elabora con el método Guerchet, para ello, se calcula la superficie estática, superficie de gravitación y superficie de evolución, teniendo en cuenta los elementos fijos y móviles de cada área (Ver Tabla 14).

**Tabla 14. Elementos fijos y móviles del área de ensamblaje.**

Elementos Fijos	Elementos Móviles
Mesa de trabajo industrial	Operario 1 y 2
	Jefe de producción

Definidos los elementos fijos y móviles, se procede a determinar la superficie estática y gravitacional, donde:

$$N = \# \text{ de lados laterales utilizados}$$

$$h = \text{altura de los elementos móviles y estáticos}$$

$$n = \# \text{ de elementos móviles o estáticos}$$

**Tabla 15. Superficie estática y de gravitación elementos fijos.**

Elementos Fijos	L (m)	A (m)	h (m)	N	n	Ss (m <sup>2</sup> )	Sg (m <sup>2</sup> )
Mesa de trabajo	2.2	0.8	1	4	1	1.76	7.04

**Tabla 16. Superficie estática y de gravitación elementos móviles.**

Elementos Móviles	L (m)	A (m)	h (m)	N	n	Ss (m <sup>2</sup> )	Sg (m <sup>2</sup> )
Carretilla	0.725	0.47	0.82	1	1	0.34	-
Operario 1	-	-	1.65	1	1	0.5	-
Operario 2	-	-	1.65	1	1	0.5	-
Jefe de producción	-	-	1.65	1	1	0.5	-

Para la superficie de evolución es necesario calcular el K, el cual es el coeficiente de evolución que depende de la altura ponderada de los elementos móviles y estáticos.

Se calcula en base a la siguiente fórmula:

$H_{EM}$  = altura promedio de los elementos móviles

$H_{EE}$  = altura promedio de los elementos fijos

$$K = \frac{H_{EM}}{2 \times H_{EE}}$$

$$H_{EM} = \frac{\sum(S_S \times n \times h)}{\sum(S_S \times n)}$$

$$H_{EE} = \frac{\sum(S_S \times n \times h)}{\sum(S_S \times n)}$$

$$H_{EM} = \frac{\sum(0.34 \times 1 \times 0.82) + (0.5 \times 1 \times 1.65) + (0.5 \times 1 \times 1.65)}{\sum(0.82 \times 1) + (1.65 \times 1) + (1.65 \times 1)}$$

$$H_{EM} = 0.468 \text{ m}$$

$$H_{EE} = \frac{1.76 \times 1 \times 0.8}{1.76 \times 1} = 0.8 \text{ m}$$

$$K = \frac{0.468}{2 \times 0.8} = 0.29 \text{ m}$$

Con los datos de la superficie estática, gravitacional y el coeficiente de evolución se puede calcular la superficie de evolución. Posteriormente, se calcula la superficie total. Las fórmulas y resultados empleados se muestran a continuación:

$$S_e = (S_s + S_g) * K$$

$$S_T = (S_s + S_g + S_e) * n$$

**Tabla 17. Superficie total de los elementos fijos área de ensamblaje.**

Elementos Fijos	L (m)	A (m)	h (m)	N	n	Ss (m <sup>2</sup> )	Sg (m <sup>2</sup> )	Se (m <sup>2</sup> )	St (m <sup>2</sup> )
Mesa de trabajo	2.2	0.8	1	4	1	1.76	7.04	2.55	11.35

**Tabla 18. Superficie total de los elementos móviles del área de ensamblaje.**

Elementos Móviles	L (m)	A (m)	h (m)	N	n	Ss (m <sup>2</sup> )	Sg (m <sup>2</sup> )	Se (m <sup>2</sup> )	St (m <sup>2</sup> )
Carretilla	0.725	0.47	0.82	1	1	0.34	-	-	0.34
Operario 1	-	-	1.65	1	1	0.5	-	-	0.5
Operario 2	-	-	1.65	1	1	0.5	-	-	0.5
Jefe de producción	-	-	1.65	1	1	0.5	-	-	0.5

Las herramientas que se usan para el ensamblaje (medidor de pH, termómetro, cinta métrica, cinta, tijera, aguja), son elementos que se manejan sobre la mesa de trabajo, por ende, no se toma en cuenta para el dimensionamiento del área.

Finalmente, en total se requieren 13.19~ 13 m<sup>2</sup> para el área de ensamblaje.

- **Área de preparación:** Es donde se realiza el proceso para la elaboración de las soluciones hidropónicas. El dimensionamiento se elabora con el método Guerchet, para ello, se calcula la superficie estática, superficie de gravitación y superficie de evolución, teniendo en cuenta los elementos fijos y móviles de cada área (Ver Tabla 14).

**Tabla 19. Elementos fijos y móviles del área de preparación.**

Elementos Fijos	Elementos Móviles
Mesa de trabajo industrial	Operario 3 Jefe de producción

El proceso de dimensionamiento de esta área es similar a la de ensamblaje, con la única diferencia que en esta área se utiliza al operario 3 (Ver Tabla 19).

Se calcula el valor del K:

$$K = \frac{H_{EM}}{2 \times H_{EE}}$$

$$H_{EM} = \frac{\sum(S_S \times n \times h)}{\sum(S_S \times n)}$$

$$H_{EE} = \frac{\sum(S_S \times n \times h)}{\sum(S_S \times n)}$$

$$H_{EM} = \frac{(0.5 \times 1 \times 1.65) + (0.5 \times 1 \times 1.65)}{\sum(1.65 \times 1) + (1.65 \times 1)}$$

$$H_{EM} = 0.5 \text{ m}$$

$$H_{EE} = \frac{1.76 \times 1 \times 0.8}{1.76 \times 1} = 0.8 \text{ m}$$

$$K = \frac{0.468}{2 \times 0.8} = 0.29 \text{ m}$$

$$K = \frac{0.468}{2 \times 0.8} = 0.29 \text{ m}$$

Por ende, la superficie total de los elementos fijos y móviles se presenta a continuación:

**Tabla 20. Superficie total de los elementos fijos área de preparación.**

Elementos Fijos	L (m)	A (m)	h (m)	N	n	Ss (m <sup>2</sup> )	Sg (m <sup>2</sup> )	Se (m <sup>2</sup> )	St (m <sup>2</sup> )
Mesa de trabajo	2.2	0.8	1	4	1	1.76	7.04	2.55	11.35

**Tabla 21. Superficie total de los elementos móviles del área de preparación.**

Elementos Móviles	L (m)	A (m)	h (m)	N	n	Ss (m <sup>2</sup> )	Sg (m <sup>2</sup> )	Se (m <sup>2</sup> )	St (m <sup>2</sup> )
Operario 3	-	-	1.65	1	1	0.5	-	-	0.5
Jefe de producción	-	-	1.65	1	1	0.5	-	-	0.5

Las herramientas que se usan para la preparación (utensilios, jeringas, baldes), son elementos que se operan sobre la mesa de trabajo, por lo que, no se toman cuenta para el dimensionamiento de esta área.

Finalmente, en total se requieren 12.35 m<sup>2</sup> para el área de preparación.

- **Área de empaque:** Es donde se realiza el proceso de empaquetado del sistema y etiquetado de los componentes y el producto. El dimensionamiento se elabora con el método Guerchet, para ello, se calcula la superficie estática, superficie de gravitación y superficie de evolución, teniendo en cuenta los elementos fijos y móviles de cada área (Ver Tabla 22).

**Tabla 22. Elementos fijos y móviles para el área de empaque.**

Elementos Fijos	Elementos Móviles
Mesa de trabajo industrial	Carretilla
Etiquetadora	Operario
	Jefe de producción

Siguiendo el mismo procedimiento visto para el dimensionamiento del área de ensamblaje se calcula la superficie estática, gravitacional y de evolución de los elementos fijos y móviles.

Previamente se calcula el coeficiente de evolución:

$H_{EM}$  = altura promedio de los elementos móviles

$H_{EE}$  = altura promedio de los elementos fijos

$$K = \frac{H_{EM}}{2 \times H_{EE}}$$

$$H_{EM} = \frac{\sum(S_S \times n \times h)}{\sum(S_S \times n)}$$

$$H_{EE} = \frac{\sum(S_S \times n \times h)}{\sum(S_S \times n)}$$

$$H_{EM} = \frac{\sum(0.34 \times 1 \times 0.82) + (0.5 \times 1 \times 1.65) + (0.5 \times 1 \times 1.65)}{\sum(0.82 \times 1) + (1.65 \times 1) + (1.65 \times 1)}$$

$$H_{EM} = 0.468 \text{ m}$$

$$H_{EE} = \frac{\sum(1.76 \times 1 \times 0.8) + (0.29 \times 1 \times 0.45)}{\sum(1.76 \times 1) + (0.29 \times 1)} = 0.75 \text{ m}$$

$$K = \frac{0.468}{2 \times 0.75} = 0.31 \text{ m}$$

**Tabla 23. Superficie total de los elementos fijos área de empaque.**

Elementos Fijos	L (m)	A (m)	h (m)	N	n	Ss (m <sup>2</sup> )	Sg (m <sup>2</sup> )	Se (m <sup>2</sup> )	St (m <sup>2</sup> )
Mesa de trabajo	2.2	0.8	1	4	1	1.76	7.04	2.72	11.52
Etiquetadora	0.65	0.45	0.45	1	1	0.29	0.29	0.179	0.759

**Tabla 24. Superficie total de los elementos móviles en el área de empaque.**

Elementos Móviles	L (m)	A (m)	h (m)	N	n	Ss (m <sup>2</sup> )	Sg (m <sup>2</sup> )	Se (m <sup>2</sup> )	St (m <sup>2</sup> )
Carretilla	0.725	0.47	0.82	1	1	0.34	-	-	0.34
Operario 3	-	-	1.65	1	1	0.5	-	-	0.5
Jefe de producción	-	-	1.65			0.5	-	-	0.5

Las herramientas que se usan para el empaque (etiquetas), son elementos que se operan sobre la mesa de trabajo, por lo que, no se toman cuenta para el dimensionamiento de esta área.

Finalmente, en total se requieren 13.619 m<sup>2</sup> para el área de preparación.

- **Área de productos terminados:** En esta área se reciben y almacenan los productos finales. Por ello, de acuerdo al nivel estimado de rotación de inventario, se requiere una capacidad de almacenamiento 410 sistemas mensuales.

El almacenamiento se realiza en pallet de 1.2 x 1 m

Las medidas de las cajas varían según la cantidad de pisos del sistema, sin embargo, son proporcionales a las medidas de las cajas de los sistemas de un solo piso. Por ello, para el dimensionamiento del área se toma en cuenta las siguientes medidas:

$$\text{largo} \times \text{ancho} \times \text{alto} = 50 \times 40 \times 40 \text{ cm}$$

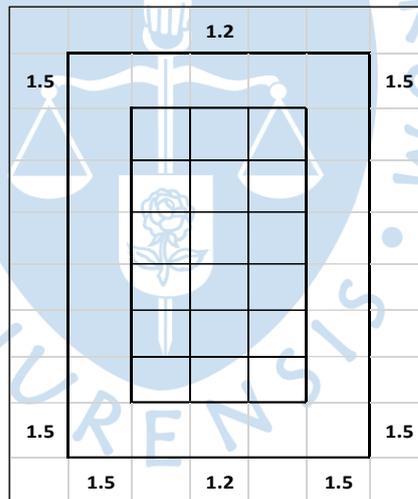
En un pallet ingresan 6 cajas por nivel y se pueden apilar 4 cajas una sobre la otra. Es decir, en total se pueden almacenar 24 cajas por pallet.

$$\text{N}^\circ \text{ de pallet} = \frac{410}{24} = 17.08 \sim 18 \text{ unidades}$$

En total, para el área de productos terminados se utilizará 18 pallet, por lo que, se necesita la siguiente área:

$$\text{Área necesaria} = 18 \times 1.2 \times 1 = 21.6 \sim 22 \text{ m}^2$$

Sin embargo, se deben considerar los pasadizos y un espacio de 10 cm entre cada pallet, por lo que, el área total necesaria se determina de la siguiente manera:



**Figura 62. Representación del área de productos terminados.**

$$\text{Largo} = 1.2 \times 3 + 1.5 \times 2 + 0.1 \times 3 = 6.9 \text{ m}^2$$

$$\text{Ancho} = 1 \times 6 + 1.5 \times 2 + 0.1 \times 6 = 9.6 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total necesaria} = 66.24 \text{ m}^2$$

- **Oficinas Administrativas:** Esta área es ocupada por el gerente, el jefe de producción y el de logística. El método utilizado para la determinación de cada una de las oficinas se realiza en base a lo expuesto por Dileep R. Sule en 2001, el cual estableció medidas referenciales dependiendo del cargo del colaborador

Por ello, el área elegida para cada una de las oficinas se muestra a continuación:

**Tabla 25. Área requerida para las oficinas administrativas.**

Oficina	Área (m <sup>2</sup> )
Gerente General	18
Jefe de Producción	8
Jefe de Logística	8

El total de área requerido es de 34 m<sup>2</sup>.

- **Servicios higiénicos:** Debido a que en la plantan laboran menos de 15 trabajadores, según la metodología planteada por Dileep R. Sule (2001), esta debe contar con 1 baño como mínimo.

El dimensionamiento se calcula mediante el método de Guerchet, para el cual se determina la superficie estática, gravitacional y de evolución de los elementos móviles y fijos.

Los equipos para los servicios higiénicos se detallan a continuación:

**Tabla 26. Equipos higiénicos.**

Equipos higiénicos	Dimensiones (cm)
Inodoro	60x67x85
Lavadero	37.5x45.5x15
Urinario	35x45x75
Dispensador de papel	40x35x25
Papelera	30x17x38.5
Dispensador de Jabón	10.5x12.8x27

**Fuente: Adaptado de Sodimac (2019).**

Previamente se calcula el coeficiente de altura promedio ponderado para los elementos móviles y estáticos.

$$H_{EM} = \text{altura promedio de los elementos móviles}$$

$$H_{EE} = \text{altura promedio de los elementos fijos}$$

$$H_{EM} = 1.65$$

$$H_{EE} = 0.59$$

$$K = \frac{1.65}{2 \times 0.59} = 1.4$$

Los resultados se muestran a continuación:

**Tabla 27. Superficie estática, gravitacional y evolución.**

Elementos Fijos	L (m)	A (m)	h (m)	N	n	Ss (m <sup>2</sup> )	Sg (m <sup>2</sup> )	Se (m <sup>2</sup> )	St (m <sup>2</sup> )
Lavadero	0.375	0.45	0.15	3	1	0.17	0.17	0.48	0.82
Inodoro	0.6	0.67	0.85	3	1	0.4	0.4	1.12	1.92
Dispensador de papel	0.4	0.3	0.25	3	1	0.12	0.12	0.34	0.58
Urinario	0.35	0.45	0.75	3	1	0.16	0.16	0.45	0.77
Papelera	0.3	0.17	0.385	3	1	0.05	0.05	0.14	0.24
Dispensador de jabón	0.105	0.12	0.27	3	2	0.01	0.01	0.03	0.1

**Tabla 28. Superficie estática, gravitacional y evolución.**

Elementos Móviles	L (m)	A (m)	h (m)	N	n	Ss (m <sup>2</sup> )	Sg (m <sup>2</sup> )	Se (m <sup>2</sup> )	St (m <sup>2</sup> )
Operario 1	-	-	1.65	1	1	0.5	-	-	-
Operario 2	-	-	1.65	1	1	0.5	-	-	-
Operario 3	-	-	1.65	1	1	0.5	-	-	-
Jefe de producción	-	-	1.65	1	1	0.5	-	-	-
Jefe de logística	-	-	1.65	1	1	0.5	-	-	-
Almacenero 1	-	-	1.65	1	1	0.5	-	-	-
Almacenero 2	-	-	1.65	1	1	0.5	-	-	-
Vigilante	-	-	1.65	1	1	0.5	-	-	-

**Tabla 29. Área de elementos fijos y móviles para los baños.**

Elementos	Área (m <sup>2</sup> )
Fijos	4.43
Móviles	4
Total	8.43

El total de la mínima área requerida el servicio higiénico es de 8.43 m<sup>2</sup>.

- **Área de vigilancia:** En esta área se ubica el vigilante de la planta, según la normativa dada Dileep Sule esta área debe tener como mínimo 4.5 m<sup>2</sup>.
- **Patio de maniobras:** En esta área circulan los vehículos que ingresan a la planta para la entrega de los materiales. Asimismo, ingresan los vehículos que transportan los pedidos hacia el cliente. Los cuales son motocargueros con dimensiones de 2x1.25x1.10 metros (Ver Figura 63).



**Figura 63. Motocarguera para patio de maniobras.**  
**Fuente: Adaptado de Yansumi (2021).**

Para determinar el área mínima se sigue el método Guerchet. En este espacio no se tienen elementos fijos, por lo que, se definen los elementos móviles.

**Tabla 30. Superficie estática de los elementos móviles para el patio de maniobras.**

Elementos móviles	L (m)	A (m)	h (m)	Ss (m <sup>2</sup> )
Motocarga YS300R5C-P	2	1.25	1.10	2.5
Montacarga	0.725	0.47	0.82	0.34
Carretilla	1.52	1.22	1.5	1.85
<b>Total</b>				<b>4.69 ≈ 5 m<sup>2</sup></b>

El área mínima es de 5 m<sup>2</sup>. Sin embargo, esta no considera la circulación de los elementos, por ello, se define un área razonable de 40 m<sup>2</sup> como mínimo.

El resumen de las dimensiones de la planta se muestra a continuación:

**Tabla 31. Área total de las secciones**

Áreas	Área total
Almacén de materiales	97 m <sup>2</sup>
Área de Ensamblaje	12.69 m <sup>2</sup>
Área de preparación	12.35 m <sup>2</sup>
Área de empaque	13.619 m <sup>2</sup>
Área de productos terminados	66.24 m <sup>2</sup>
Oficinas Administrativas	34 m <sup>2</sup>
Servicios Higiénicos	15.86 m <sup>2</sup>
Área de vigilancia	4.5 m <sup>2</sup>
Patio de maniobras	40 m <sup>2</sup>
Espacio total	296.259 m <sup>2</sup>

El área mínima total requerida para la planta es de 296.259 m<sup>2</sup>.

No se realiza el cálculo de dimensión ocupada por herramientas o utensilios, debido a que, estos no son de gran tamaño y son manipulados por los operarios dentro de mesa de producción.

#### 9.4 Diagrama de bloques

A partir de los diagramas de interrelaciones y las dimensiones de las secciones funcionales, se realiza los siguientes diagramas de bloques para cada alternativa.

**Tabla 32. Referencias de números para cada sección funcional.**

N°	Áreas
1	Almacén de materiales
2	Área de Ensamblaje
3	Área de preparación
4	Área de empaque
5	Área de productos terminados
6	Oficinas Administrativas
7	Servicios Higiénicos
8	Área de vigilancia
9	Patio de maniobras

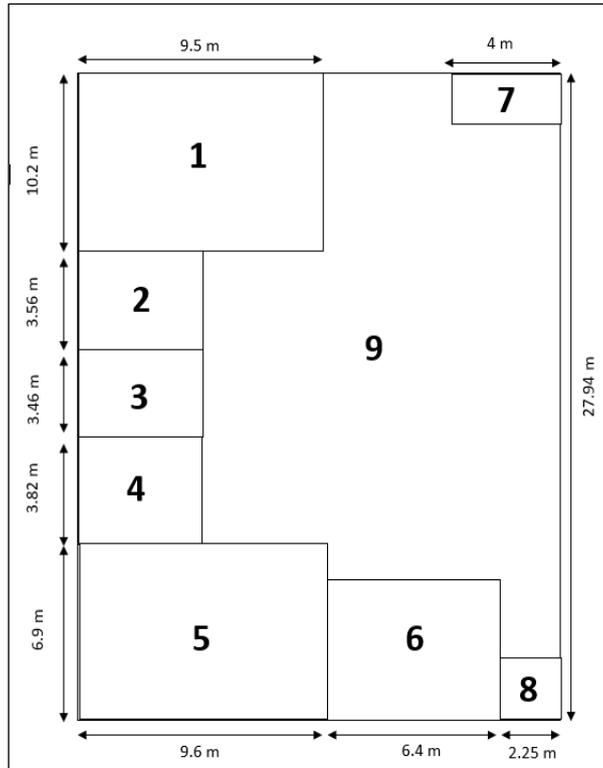


Figura 64. Diagrama de bloque a partir del diagrama de interrelación 1.

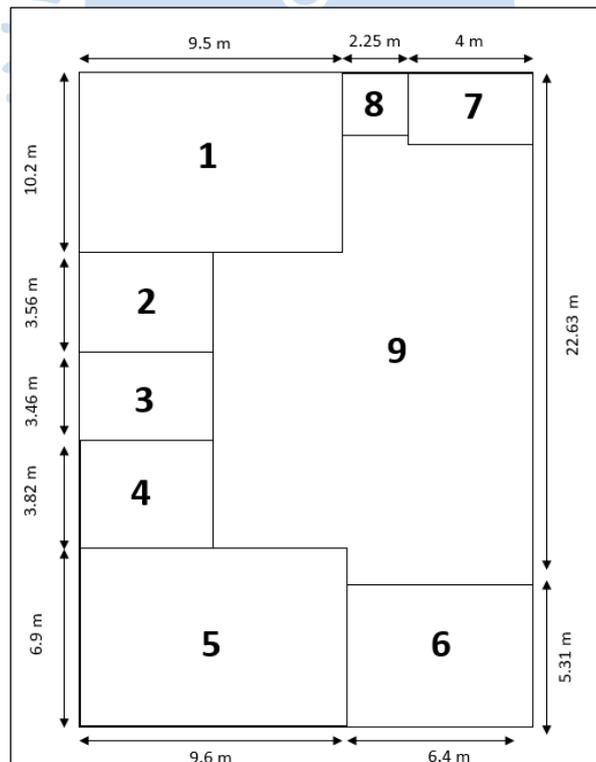
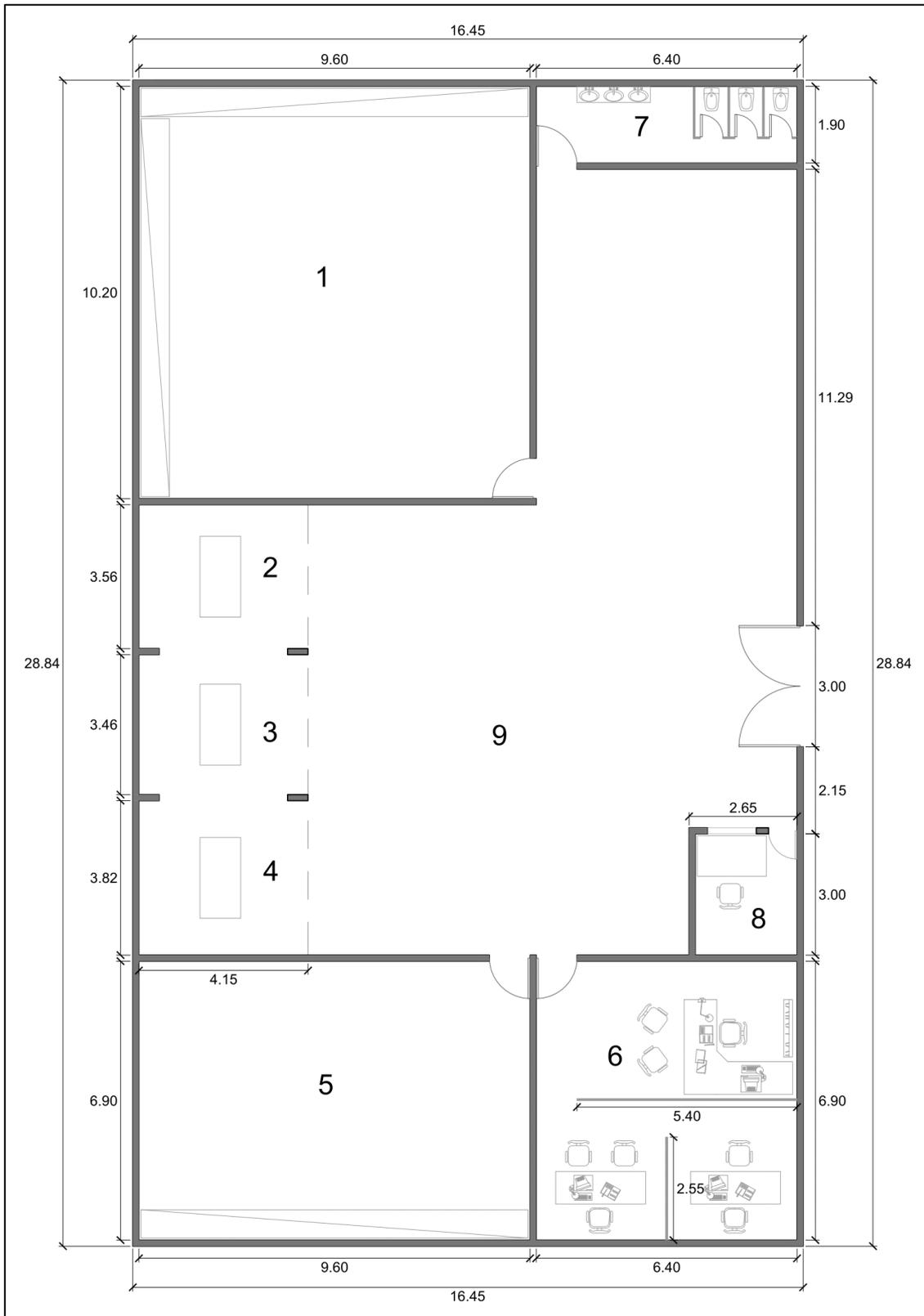


Figura 65. Diagrama de bloque a partir del diagrama de interrelación 2.

## 9.5 Layouts

Luego de analizar los diagramas de bloques, se presentan dos layouts alternativos de 474.418 m<sup>2</sup> cada uno.



**Figura 66. Layout alternativa 1.**

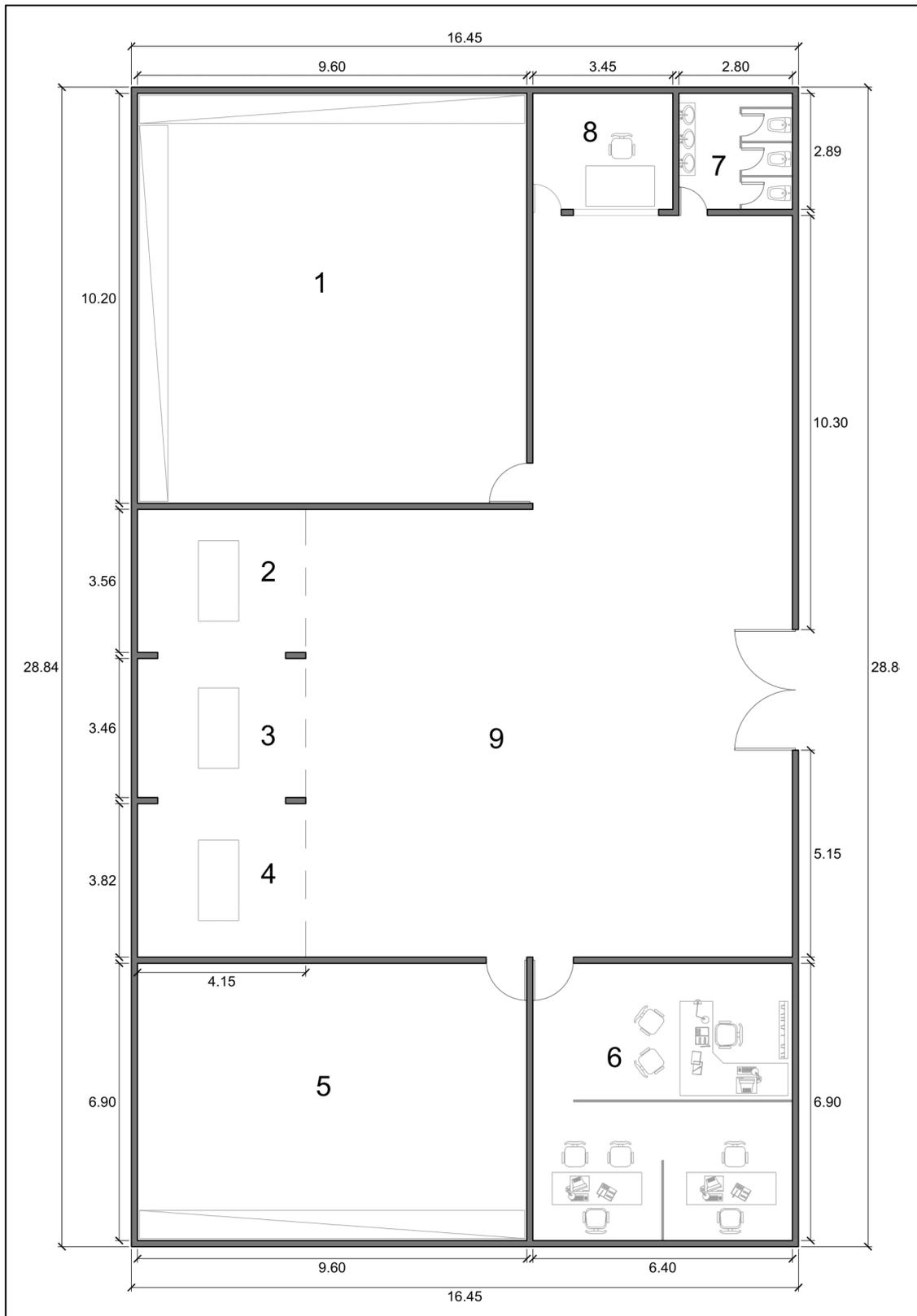


Figura 67. Layout alternativa 2.

### Evaluación multicriterio

Las dos alternativas presentadas de layouts se someten a una evaluación mediante los siguientes criterios:

- Mejor ajuste al diagrama de interrelaciones.
- Menor distancia recorrida de los trabajadores en planta.
- Optimización del área utilizada.
- Ergonomía de los trabajadores en planta.

Para la evaluación se considera un peso en porcentajes del 1 al 100 a cada criterio. Además, se tiene una escala de valoración del 1 al 5, para cuantificar el grado de cumplimiento de cada alternativa con el criterio.

**Tabla 33. Evaluación multicriterio.**

Criterios	Peso (%)	Alternativa 1		Alternativa 2	
		Valor	Puntaje	Valor	Puntaje
Mejor ajuste al diagrama de interrelaciones	30	4	120	3	90
Menor distancia recorrida de los trabajadores en planta	25	4	100	4	100
Optimización del área utilizada	20	5	100	4	80
Ergonomía de los trabajadores en planta	20	4	80	4	80
Total			400		350

Luego de asignar el puntaje respectivo, resulta como la mejor opción la alternativa 1, pues se ajusta mejor al diagrama de interrelaciones y optimiza el área a utilizar.

### 9.6 Diagramas de flujo

Se realiza el diagrama de flujo para los procesos de la planta, en el encabezado se ubican las personas que intervienen en cada una de las etapas, las cuales, se encuentran distribuidas en filas correspondientes al área donde se llevan a cabo el proceso (Ver Figura 68).

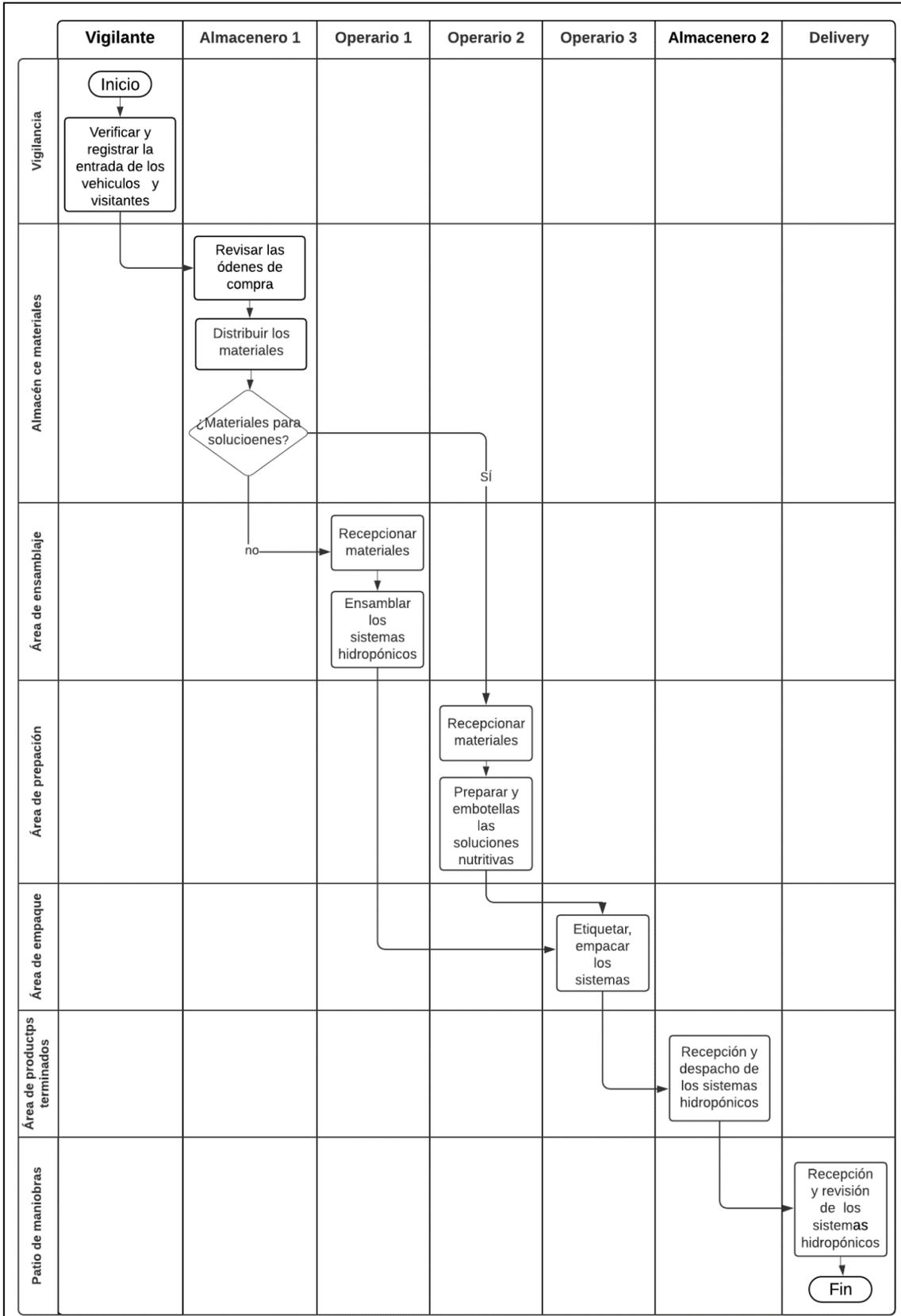


Figura 68. Diagrama de flujo de las etapas del proceso en planta.

## 9.7 Localización.

La ubicación de la planta se establecerá a través de una matriz, en la cual, se realiza la calificación cualitativa para cada una de las alternativas de localización a nivel micro y macro.

### 9.7.1 Macro localización

- **Alternativas de localización**

Se han identificado 3 alternativas de ubicación (Ver Tabla 34).

**Tabla 34. Alternativas de localización.**

Alternativas	Ciudad
1	Piura
2	Castilla
3	Catacaos

Los factores que se consideran relevantes para la determinación de la macro localización de la planta son:

- **La mano de obra disponible:** Es un recurso fundamental para el funcionamiento de la planta. Se evalúa teniendo en cuenta una ponderación cualitativa de la mano de obra disponible el tipo de trabajo realizado en planta.
- **Cercanía al mercado objetivo:** Se analiza según la variabilidad del costo de delivery, a pesar que no se asume este costo de envío por parte de la empresa, es necesario que este costo sea accesible a los clientes.
- **La tarifa de energía:** Los principales procesos productivos requieren de energía eléctrica, por lo que, en la ponderación se toma en cuenta el costo diferencial de kWh para cada localización.

En la

**Tabla 35. Evaluación multicriterio para la macro localización.**

Criterio	Peso (%)	Piura		Castilla		Catacaos	
		Valor	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje
La mano de obra disponible	40	4	160	3	120	3	120
Cercanía al mercado objetivo	50	5	225	2	100	2	100
La tarifa de energía	40	3	120	4	160	4	160
<b>Total</b>			<b>505</b>		<b>380</b>		<b>300</b>

, se muestra la matriz de ponderación cualitativa de cada uno de los factores, con una escala de valor del 1 al 5, donde 5 viene a ser la máxima calificación.

**Tabla 35. Evaluación multicriterio para la macro localización.**

9.7.2	Criterio	Peso (%)	Piura		Castilla		Catacaos	
			Valor	Puntaje	Valor	Puntaje	Valor	Puntaje
	La mano de obra disponible	40	4	160	3	120	3	120
	Cercanía al mercado objetivo	50	5	225	2	100	2	100
	La tarifa de energía	40	3	120	4	160	4	160
	<b>Total</b>			<b>505</b>		<b>380</b>		<b>300</b>

**Micro localización.**

De las 3 alternativas presentadas, se eligen las dos alternativas con mayor calificación, es decir, la alternativa 1 y 2. Además, se definen algunos siguientes requerimientos:

- **Tamaño de la planta:** Anteriormente se determinó que el área necesaria para la disposición es de 474.418 m<sup>2</sup>.
- **Costo de alquiler:** Se considera un presupuesto de localización de S/ 2000 soles mensuales. No se creó necesaria la compra del local, debido a que esto incrementaría el costo de inversión, y por ende un aumento del costo del sistema.
- **Vías de acceso:** Se considera un factor importante para el transporte de los materiales, componentes, recojo y el transporte de los sistemas hacia el cliente.

Se aplica la misma tabla criterial que se determinó para la elección de las alternativas de macro localización, en donde 6 es el nivel máximo de ponderación.

**Tabla 36. Micro localización.**

Criterio	Peso (%)	Piura – Av. Blas De Atienza		Zona Industrial	
		Valor	Puntaje	Calificación	Puntaje
Tamaño de la planta	40	4	160	3	120
Costo de alquiler	50	4	200	5	225
Vías de acceso	50	4	200	3	150
<b>Total</b>			<b>560</b>		<b>495</b>

Luego del análisis de la matriz criterial, se determina que la alternativa elegida es la 1, el cual está ubicado a 5 cuadras del mercado central de Piura en la Avenida Blas de Atienza, la alternativa presenta menor costo de alquiler y mejores vías de acceso.

En la Figura 69 a se muestra una referencia del cómo sería el local elegido.



**Figura 69. Ubicación elegida.**

**Fuente: Tomado de Mitula (2021).**





## Capítulo 10

### Estructura organizacional

En este capítulo se detalla la estructura interna y jerarquización de la empresa. Además, se desarrolla el Manual de Organización y Funciones.

#### 10.1 Organigrama

La empresa Hidrogarden, presenta la siguiente estructura organizacional (Ver Figura 70). Está liderada por un gerente general, quién tiene a su cargo a un jefe de producción, jefe de logística y vigilante. Por otro lado, el jefe de producción tiene a cargo a 2 operarios de producción y 1 operario encargado de las soluciones nutritivas. Además, el jefe de logística tiene bajo su cargo a 2 almaceneros.

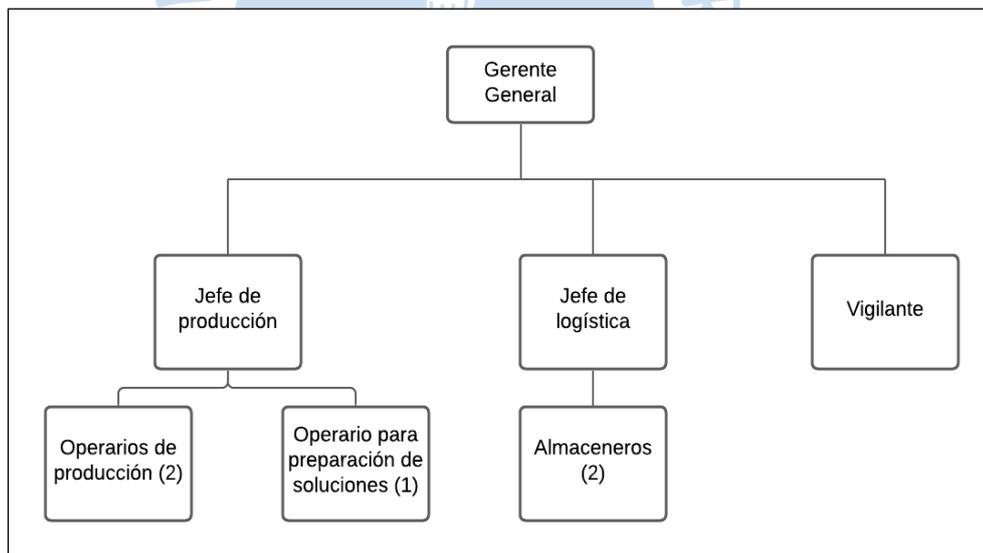


Figura 70. Organigrama

#### 10.2 Manual de organización y funciones

A continuación, se muestra a detalle cada puesto mencionado en el organigrama, se especifica el perfil, habilidades, conocimientos, funciones generales y específicas.

**Tabla 37. MOF Gerente general.**

Puesto	Gerente General.
Unidad Orgánica	Gerencia.
Descripción del puesto	Persona que ocupa uno de los rangos más altos dentro de la empresa, es el responsable legal del negocio y quien debe tener una visión completa del sector de manufactura y agricultura.
Funciones Generales	<p>Planificar los objetivos, darlos a conocer y constatar el compromiso de cada trabajador.</p> <p>Manejo de la planilla del personal de la empresa.</p> <p>Tomar decisiones para el buen funcionamiento del negocio y satisfacción de los clientes.</p> <p>Velar por el cumplimiento de todos los requisitos legales.</p> <p>Dirige y controla el presupuesto. Además, desarrolla el análisis financiero.</p> <p>Diseñar, dirigir y evaluar el cumplimiento de los procesos mediante indicadores de gestión (KPI / OKR) para una mejora continua de la empresa.</p> <p>Contribuir a un ambiente laborable amigable.</p>
Funciones Específicas	<p>Promover la mejora continua e innovación, desarrollo y tecnología.</p> <p>Organizar las áreas de trabajo para plantear acciones, controles y mejoras a seguir.</p> <p>Delegar actividades y funciones a sus trabajadores.</p> <p>Elaborar análisis contable y financiero.</p> <p>Controlar que cada área de trabajo realice sus labores de manera correcta.</p>
Supervisa a	<p>Jefe de producción</p> <p>Jefe de logística</p> <p>Almacenero</p> <p>Operarios</p> <p>Vigilante</p>
Habilidades	<p>Capacidad de liderazgo, visión empresarial y planeamiento estratégico a mediano y largo plazo.</p> <p>Proactivo y resolutivo.</p> <p>Alto dominio de expresión oral y escrita.</p>
Requisitos	<p>Capacidad de toma de decisiones y negociación efectiva.</p> <p>Bachiller o titulado en Ingeniería Industrial, Administración de empresas o carreras afines.</p> <p>Experiencia mínima de 2 años en puestos de gerencia.</p> <p>Dominio de MS Excel a nivel intermedio.</p> <p>Dominio de Inglés a nivel avanzado.</p> <p>Deseable conocimiento en Gestión de Proyectos.</p>

**Tabla 38. MOF Jefe de producción.**

Puesto	Jefe de Producción.
Unidad Orgánica	Producción y calidad.
Descripción del puesto	Persona que está al mando de las operaciones diarias de la empresa como ensamble, armado, empaquetado y rotulado.
Funciones Generales	Planificar, distribuir, controlar las tareas y asignar las herramientas a su operario. Dar soporte a su equipo en cuanto a dudas, tareas y cuellos de botella. Gestionar los indicadores operativos básicos (calidad, costes, cumplimientos de plazos de entrega, productividad).
Funciones Específicas	Realizar el control de calidad de los sistemas hidropónicos y complementos. Apoyar en el monitoreo de control de costos de materiales. Controlar los parámetros de la producción.
Supervisa a	Operarios.
Coordina con	Jefe de Logística.
Habilidades	Flexibilidad y capacidad de adaptación. Proactividad. Liderazgo y capacidad de negociación.
Requisitos	Bachiller en Ingeniería Agroindustrial, Ingeniería Agrónoma o a fines. Conocimientos básicos en manejo de cultivos. Dominio de inglés a nivel intermedio. Dominio de Excel a nivel avanzado. Manejo de ERP.

**Tabla 39. MOF Operario de preparación de soluciones.**

Puesto	Operario de preparación de soluciones.
Unidad Orgánica	Producción
Descripción del puesto	Persona que ayudará en la preparación, envasado y etiquetado de las soluciones nutritivas A y B.
Funciones Generales	Preparar y envasar las soluciones nutritivas. Empaquetar los pedidos. Rotular los pedidos.
Jefe inmediato	Jefe de producción.
Habilidades	Capacidad para trabajar en equipo. Proactividad. Colaborador. Saber escuchar.
Requisitos	Bachiller en Ingeniería Agroindustrial, Ingeniería Agrónoma o a fines. Conocimientos básicos en manejo de cultivos.

**Tabla 40. MOF Operario de producción.**

Puesto	Operario de producción.
Unidad Orgánica	Producción.
Descripción del puesto	Persona que ayudará en la realización de las actividades de ensamble, empaque y rotulado de los sistemas hidropónicos y complementos. empresa que sea requerida.
Funciones Generales	Ensamblar de los sistemas hidropónicos. Armar los sistemas hidropónicos. Empaquetar los pedidos.
Jefe inmediato	Jefe de producción.
Habilidades	Capacidad para trabajar en equipo. Rapidez y eficacia. Proactividad. Saber escuchar.
Requisitos	Bachiller en Ingeniería Agroindustrial, Ingeniería Agrónoma o a fines. Conocimientos básicos en manejo de cultivos.

**Tabla 41. MOF Jefe de logística.**

Puesto	Jefe de Logística.
Unidad Orgánica	Logística.
Descripción del puesto	Su misión es planificar, dirigir y coordinar las actividades de abastecimiento, reposición, almacenamiento y distribución de los materiales y productos de Hidrogarden.
Funciones Generales	Definición e implementación de planes de acción. Elaborar la política de abastecimiento, almacenaje y aprovisionamiento de producción. Planificar la estrategia logística. Gestionar y monitorear la distribución y transporte de los productos.
Funciones Específicas	Optimizar los procesos logísticos. Reducir tiempos relacionados a transporte. Buscar proveedores rentables para la empresa.
Supervisa a	Almacenero.
Coordina con	Jefe de producción.
Habilidades	Proactivo. Capacidad organizativa y de análisis. Inteligencia emocional: empatía, saber escuchar y negociar.
Requisitos	Bachiller en Logística, administración o carreras afines. Experiencia mínima de 6 meses. Dominio de MS Excel a nivel intermedio. Dominio de Inglés a nivel intermedio. Dominio de SGA (Sistema de gestión de almacenes).

**Tabla 42. MOF Almacenero.**

Puesto	Almacenero
Unidad Orgánica	Logística
Descripción del puesto	Es la persona encargada de supervisar todo lo que ocurre en un almacén. Recepcionar la mercancía mediante un registro manual o automatizado.
Funciones Generales	Optimizar el espacio de almacén. Evitar rotura de stock. Realizar controles de inventarios.
Funciones Específicas	Verificar la llegada de cada uno de los productos. Ordenamiento de mercancías.
Jefe inmediato	Jefe de Logística.
Habilidades	Proactivo. Capacidad organizativa y de análisis. Tolerancia a la presión. Orientación por resultados.
Requisitos	Estudios técnicos relacionados a gestión de Almacén Experiencia mínima de 6 meses. Dominio de MS Excel a nivel intermedio. Dominio de Inglés a nivel intermedio.

**Tabla 43. MOF Vigilancia.**

Puesto	Vigilancia.
Unidad Orgánica	Vigilancia.
Descripción del puesto	Es el proceso de monitoreo de personas, objetos o procesos dentro de Hidrogarden.
Funciones Generales	Protección de muebles e inmuebles de Hidrogarden. Efectuar controles de identidad. Prestación de servicios de respuesta de las alarmas. Evitar la comisión de actos delictivos e infracciones.
Funciones Específicas	Contribuir con la seguridad de la empresa. Verificar los correctos simulacros de seguridad.
Coordina con	Jefe de producción. Jefe de logística.
Habilidades	Capacidad de persuadir y evitar problemas. Identificar y formular problemas. Habilidades comunicativas.
Requisitos	Estudios secundarios completos. Conocimientos en primeros auxilios. Cursos en defensa personal. Buena condición física.



## **Capítulo 11**

### **Análisis económico financiero**

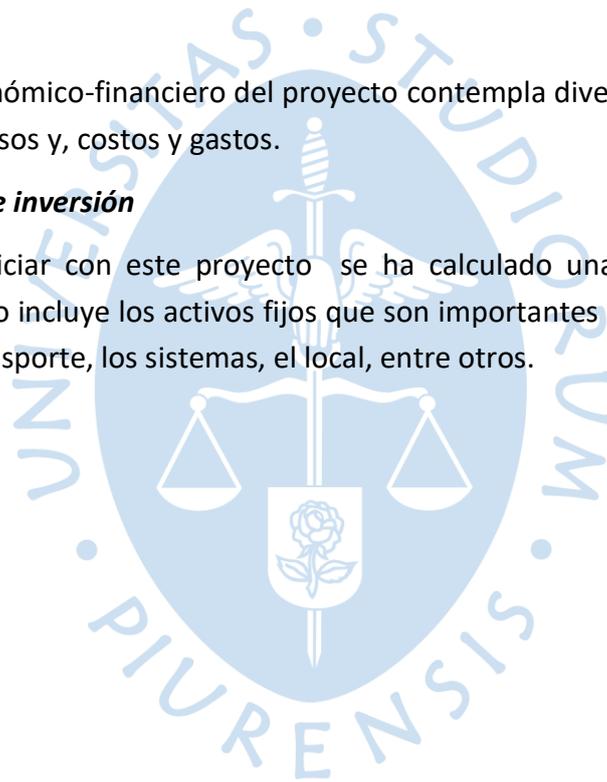
Para realizar la evaluación financiera de este proyecto se ha tomado como horizonte temporal cinco años, para los cuales se su rentabilidad para ser factible.

#### **11.1 Presupuestos**

El análisis económico-financiero del proyecto contempla diversos presupuestos como los de inversión, ingresos y, costos y gastos.

##### **11.1.1 Presupuesto de inversión**

Para poder iniciar con este proyecto se ha calculado una inversión inicial de S/ 17,986.00. Este monto incluye los activos fijos que son importantes para poder iniciar con el proyecto como el transporte, los sistemas, el local, entre otros.



**Tabla 44. Inversión inicial.**

Rubro	Ítems	Precio	Cantidad	Total	
Mobiliario, maquinaria y equipo	Mesas de producción	S/ 100.00	2	S/ 200.00	
	Escritorio gerente general	S/ 250.00	1	S/ 250.00	
	Escritorios Administrativos	S/ 200.00	3	S/ 600.00	
	Mesa de Producto Terminado	S/ 100.00	1	S/ 100.00	
	Etiquetadora	S/ 100.00	1	S/ 100.00	
	Mesa de Almacén	S/ 100.00	1	S/ 100.00	
	Pallet	S/ 120.00	2	S/ 240.00	
	Montacarga	S/ 400.00	2	S/ 800.00	
	Termómetro	S/ 163.00	1	S/ 150.00	
	Carretilla	S/ 140.00	1	S/ 140.00	
	Baldes	S/ 2.00	4	S/ 8.00	
	PH metro	S/ 50.00	1	S/ 50.00	
	Empaquetadora	S/ 5,000.00	1	S/ 5,000.00	
	PC	S/ 1,200.00	3	S/ 3,600.00	
	Ventiladores	S/ 400.00	6	S/ 2,400.00	
	Estantes	S/ 100.00	4	S/ 400.00	
	Sillas operarios	S/ 40.00	4	S/ 160.00	
	Sillas de escritorio	S/ 120.00	4	S/ 480.00	
	Herramientas	Tijeras	S/ 7.00	2	S/ 14.00
		Cintas	S/ 5.00	2	S/ 10.00
Alicates		S/ 25.00	2	S/ 50.00	
Llaves		S/ 20.00	5	S/ 100.00	
Sierras		S/ 27.00	2	S/ 54.00	
Taladro		S/ 150.00	1	S/ 150.00	
Balanza		S/ 30.00	1	S/ 30.00	
Utensilios		S/ 40.00	1	S/ 40.00	
Martillo		S/ 50.00	2	S/ 100.00	
Cintas métricas		S/ 50.00	2	S/ 100.00	
Infraestructura	Tornillos	S/ 6.00	10	S/ 60.00	
	Alquiler	S/ 2,000.00	1	S/ 2,000.00	
	Acondicionamiento del local	S/ 500.00	1	S/ 500.00	
Total				S/ 17,986.00	

### 11.1.2 Presupuesto de ingresos

Para la cantidad mensual de productos que serán vendidos se ha considerado en el primer año una previsión de 574 kits hidopónicos y 264 modulos extras cada mes. Así mismo, el precio ideal de venta de cada kit hidropónico será de S/ 120, mientras que el precio del modulo extra es de S/ 100 como se detalla en el plan comercial. Por último, los ingresos esperados del primer año es de S/1,121,760.00.



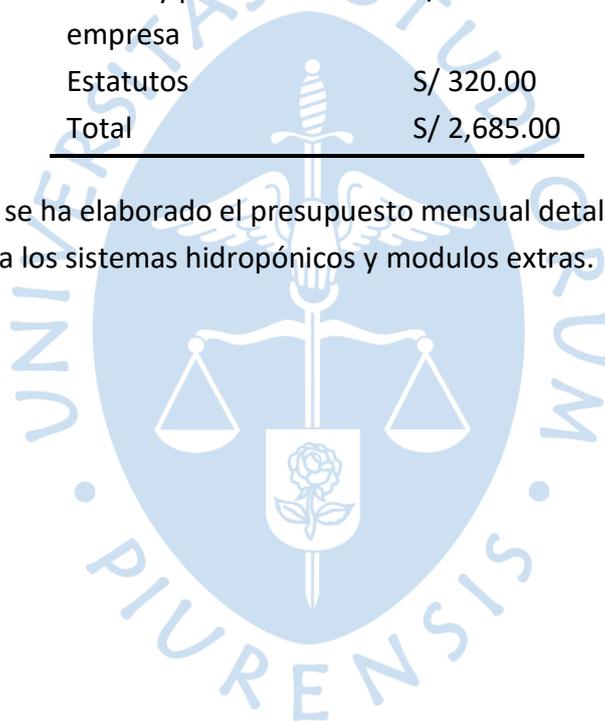
### 11.1.3 Presupuesto de costos y gastos

Se ha considerado como gastos pre operativos a los gastos de constitución, licencia de funcionamiento, registro sanitario, marca y patentes de los productos de “Hidrogarden”, y los estatutos para el inicio del funcionamiento del proyecto. Esto generó un monto total de S/ 2,685.

**Tabla 48. Gastos preoperativos**

Gastos Preoperativos	Costo
Gastos de constitución	S/ 800.00
Licencia de funcionamiento	S/ 320.00
Registro Sanitario	S/ 390.00
Marca y patentes de la empresa	S/ 855.00
Estatutos	S/ 320.00
<b>Total</b>	<b>S/ 2,685.00</b>

En la Tabla 49, se ha elaborado el presupuesto mensual detallando los costos directos e indirectos de la venta los sistemas hidropónicos y modulos extras.



**Tabla 49. Costos y gastos mensuales.**

Costos	Costos directos	Valor Unitario	Cantidad	Medida	Costo Fijo	Costo Variable
Costos directos	Materia Prima e Insumos					
	Nutrientes	S/ 7.50	820	Und.	-	S/ 6,150.00
	Sustrato(1kg)	S/ 6.00	820	Und.	-	S/ 4,920.00
	Semillas	S/ 2.00	820	Und.	-	S/ 1,640.00
	Bandeja germinadora	S/ 2.00	820	Und.	-	S/ 1,640.00
	Jeringas (2)	S/ 0.70	820	Und.	-	S/ 574.00
	Base para contenedor	S/ 8.00	820	Und.	-	S/ 6,560.00
	Canastilla (9)	S/ 5.76	820	Und.	-	S/ 4,723.20
	Espuma fenólica (9)	S/ 1.00	820	Und.	-	S/ 820.00
	Bomba	S/ 40.00	575	Und.	-	S/ 23,000.00
	Manguera espagueti (2m)	S/ 1.65	820	Und.	-	S/ 1,353.00
	Timer	S/ 20.00	820	Und.	-	S/ 16,400.00
	Tubos	S/ 1.00	984	Und.	-	S/ 984.00
	Empaque y envase	S/ 3.00	820	Und.	-	S/ 2,460.00
	Mano de obra					
	Almaceneros	S/ 930.00	2	Personas	S/ 1,860.00	
	Operarios	S/ 930.00	3	Personas	S/ 2,790.00	
	Subtotal				S/ 4,650.00	S/ 71,224.20
Costos Indirectos	Gastos Administrativos					
	Sueldo de Gerente	S/1,500.00	1	Persona	S/ 1,500.00	-
	Jefe de logística	S/1,000.00	1	Persona	S/ 1,000.00	-
	Jefe de producción	S/1,000.00	1	Persona	S/ 1,000.00	-
	Vigilante	S/ 930.00	1	Persona	S/ 930.00	-
	Servicios de luz y agua	S/1,000.00	1	Persona	S/ 1,000.00	-
	Alquiler de local	S/2,000.00	1	Persona	S/ 2,000.00	-

Costos	Costos directos	Valor Unitario	Cantidad	Medida	Costo Fijo	Costo Variable
	Internet	S/ 100.00	1	Persona	S/ 100.00	-
	Otros	S/ 50.00	1	Persona	S/ 50.00	-
	Gastos Venta					
	Publicidad	S/ 500.00	1	Paquete	S/ 500.00	-
	Promoción	S/ 750.00	1	Paquete	S/ 750.00	-
	Subtotal				S/ 8,830.00	-
	<b>COSTO TOTAL</b>				<b>S/ 13,480.00</b>	<b>S/ 71,224.20</b>

### 11.2 Punto de equilibrio

Se ha obtenido los puntos de equilibrios de los productos a venderse. El punto de equilibrio del principal producto, el kit hidropónico, es igual a 313 unidades, mientras que el punto de equilibrio de los módulos extras es de 134 unidades lo que significa que estas son las ventas mínimas que se tienen que realizar para poder cubrir los costos fijos detallados anteriormente.

En este caso, el porcentaje de participación significa la proporción de la capacidad total de 820 módulos hidropónicos que tendrá en las ventas en cada mes.

**Tabla 50. Punto de equilibrio de los productos.**

Producto	CVU	Precio	% Participación	MCP	Punto Equilibrio
Kit hidropónico	S/ 94.61	S/ 120.00	70.00%	17.77	312.55
Modulo extra	S/ 58.61	S/ 100.00	30.00%	12.42	133.95

### 11.3 Flujo de caja económico

Para poder elaborar el flujo económico se ha establecido el horizonte de 5 años. Se ha tomado como capital de trabajo un monto de S/ 254,112.60 que equivale a los costos de tres meses de operación. La hidroponía está en aumento, por lo que, se ha estimado un crecimiento del 15% tanto en los ingresos como en los costos generales.

**Tabla 51. Flujo de caja económico.**

Rubro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(Inversión)	S/ 17,986.00					
(Capital de trabajo)	S/ 254,112.60					
Ingresos		S/ 1,121,760.00	S/ 1,290,024.00	S/ 1,483,527.60	S/ 1,706,056.74	S/ 1,961,965.25
(Costos directos)		S/ 682,867.80	S/ 1,047,063.96	S/ 1,047,063.96	S/ 1,047,063.96	S/ 1,047,063.96
(Gastos preoperativos)		S/ 2,685.00				
(Gastos administrativos)		S/ 67,770.00	S/ 103,914.00	S/ 119,501.10	S/ 137,426.27	S/ 158,040.20
(Gastos de ventas)		S/ 11,250.00	S/ 17,250.00	S/ 19,837.50	S/ 22,813.13	S/ 26,235.09
Utilidad Bruta		S/ 357,187.20	S/ 121,796.04	S/ 297,125.04	S/ 498,753.39	S/ 730,625.99
(Impuestos)		S/ 125,015.52	S/ 42,628.61	S/ 103,993.76	S/ 174,563.69	S/ 255,719.10
Utilidad después del impuesto		S/ 232,171.68	S/ 79,167.43	S/ 193,131.28	S/ 324,189.70	S/ 474,906.90
Flujo Económico	-S/ 272,098.60	S/ 232,171.68	S/ 79,167.43	S/ 193,131.28	S/ 324,189.70	S/ 474,906.90

## 11.4 Evaluación económica y financiera

Para la evaluación económica-financiera se ha hallado el Valor Actual Neto, la Tasa de Interés de Retorno y el Periodo de Recuperación del Capital.

### 11.4.1 Valor actual neto (VAN)

Para el cálculo del VAN se ha tomado el flujo económico de un horizonte de 5 años, la inversión generada en el año 0 y una tasa de interés del 15%.

$$VAN = -272,098.60 + \frac{232,171.68}{(1 + 0.15)^1} + \frac{79,167.43}{(1 + 0.15)^2} + \frac{193,131.28}{(1 + 0.15)^3} + \frac{324,189.7}{(1 + 0.15)^4} + \frac{474,906.9}{(1 + 0.15)^5}$$

$$VAN = S/ 538,107.89$$

Al tener un VAN mayor que 0, indica que el proyecto es rentable y genera un beneficio adicional de S/ 538,107.89.

### 11.4.2 Tasa de interés de retorno (TIR)

Para el cálculo del TIR se ha tomado el flujo económico de un horizonte de 5 años más la inversión generada en el año 0.

$$VAN = -272,098.60 + \frac{232,171.68}{(1 + i)^1} + \frac{79,167.43}{(1 + i)^2} + \frac{193,131.28}{(1 + i)^3} + \frac{324,189.7}{(1 + i)^4} + \frac{474,906.9}{(1 + i)^5}$$

$$i = TIR = 71\%$$

Al tener una TIR mayor que la tasa mínima de rentabilidad exigida para la inversión de 15%, indica que el proyecto es rentable y debe ser aceptado.

### 11.4.3 Periodo de recuperación

Se tiene una inversión inicial de S/ 272,098.60 y un flujo de caja neto en el primer año de S/ 232,171.68 y un flujo de caja neto de S/ 79,167.43. Por lo que resulta que después de un año y medio de existencia del proyecto se recuperará el capital invertido en el año 0.

## 11.5. Análisis de sensibilidad

Para el análisis de sensibilidad se ha precisado darle tres enfoques. El primer enfoque se basa en realizar un cambio en la tasa de descuento, el segundo en la demanda de los sistemas hidropónicos y la tercera en el precio del kit.

### 11.5.1 Tasa de descuento

En este caso, se evaluará el nuevo Valor Actual Neto para analizar su rentabilidad con un cambio en la tasa de descuento donde su VAN sea mínimo, entonces se ha tomado una tasa de descuento de 70%.

$$VAN = -272,098.60 + \frac{232,171.68}{(1 + 0.7)^1} + \frac{79,167.43}{(1 + 0.7)^2} + \frac{193,131.28}{(1 + 0.7)^3} + \frac{324,189.7}{(1 + 0.7)^4} + \frac{474,906.9}{(1 + 0.7)^5}$$

$$VAN = S/ 3,439.67$$

A pesar de un cambio de un 55% más en la tasa de descuento sigue habiendo un gran beneficio de S/ 3,439.67 por lo que el proyecto sigue siendo rentable.

### 11.5.2 Demanda de los sistemas hidropónicos

En este caso, se evaluará la nueva VAN y la nueva TIR para analizar la rentabilidad con un cambio en la demanda de los kits hidropónicos, disminuyendo su capacidad a cifras cercanas del punto de equilibrio mostrado anteriormente, dándoles valores de 313 (kit hidropónico) y 134 (modulo extra) a vender en el primer año.

**Tabla 52. Flujo de caja económico (Demanda de los sistemas hidropónicos).**

Rubro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(Inversión)	S/ 17,986.00					
(Capital de trabajo)	S/ 156,596.01					
Ingresos		S/ 611,520.00	S/ 703,248.00	S/ 808,735.20	S/ 930,045.48	S/ 1,069,552.30
(Costos directos)		S/ 390,318.03	S/ 598,487.65	S/ 598,487.65	S/ 598,487.65	S/ 598,487.65
(Gastos preoperativos)		S/ 2,685.00				
(Gastos administrativos)		S/ 67,770.00	S/ 103,914.00	S/ 119,501.10	S/ 137,426.27	S/ 158,040.20
(Gastos de ventas)		S/ 11,250.00	S/ 17,250.00	S/ 19,837.50	S/ 22,813.13	S/ 26,235.09
Utilidad Bruta		S/ 139,496.97	-S/ 16,403.65	S/ 70,908.95	S/ 171,318.44	S/ 286,789.36

Rubro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(Impuestos)		S/ 48,823.94	-S/ 5,741.28	S/ 24,818.13	S/ 59,961.46	S/ 100,376.28
Utilidad después de impuestos		S/ 90,673.03	-S/ 10,662.37	S/ 46,090.82	S/ 111,356.99	S/ 186,413.08
Flujo Económico	S/ 174,582.01	S/ 90,673.03	-S/ 10,662.37	S/ 46,090.82	S/ 111,356.99	S/ 186,413.08

En este caso, se puede observar que el segundo año el flujo de caja económico es negativo, pero se recuperaría la inversión en los siguientes años. Se procede a efectuar la nueva VAN y la nueva TIR.

#### Valor Actual Neto:

$$VAN = -174,849.01 + \frac{90,673.03}{(1 + 0.15)^1} + \frac{-10,662.37}{(1 + 0.15)^2} + \frac{46,090.82}{(1 + 0.15)^3} + \frac{111,356.99}{(1 + 0.15)^4} + \frac{186,413.08}{(1 + 0.15)^5}$$

$$VAN = S/ 82,856.25$$

#### Tasa de Interés de retorno:

$$0 = -174,849.01 + \frac{90,673.03}{(1 + i)^1} + \frac{-10,662.37}{(1 + i)^2} + \frac{46,090.82}{(1 + i)^3} + \frac{111,356.99}{(1 + i)^4} + \frac{186,413.08}{(1 + i)^5}$$

$$i = TIR = 30\%$$

La VAN sigue dando un beneficio extra, pero esta vez solo de S/ 82,856.25. A pesar de la disminución del valor del VAN, el proyecto sigue siendo rentable. Además, el TIR es mayor que la tasa de descuento elegida para el proyecto lo que significa que el proyecto debería ser aceptado.

#### 11.5.3 Precio de los sistemas hidropónicos

Se evaluará la VAN y la TIR en base a una disminución de S/ 10 en cada uno de los dos productos. Obteniendo como precio del kit hidropónico un valor de S/ 110 y del módulo extra de S/ 90.

El flujo de caja de cada año disminuiría, lo cual se puede apreciar a continuación:

**Tabla 53. Flujo de caja económico (Precio de los sistemas).**

Rubro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(Inversión)	S/ 17,986.00					
(Capital de trabajo)	S/ 254,112.60					
Ingresos		S/ 1,023,360.00	S/ 1,176,864.00	S/ 1,353,393.60	S/ 1,556,402.64	S/ 1,789,863.04
(Costos directos)		S/ 682,867.80	S/ 1,047,063.96	S/ 1,047,063.96	S/ 1,047,063.96	S/ 1,047,063.96
(Gastos preoperativos)		S/ 2,685.00				
(Gastos administrativos)		S/ 67,770.00	S/ 103,914.00	S/ 119,501.10	S/ 137,426.27	S/ 158,040.20
(Gastos de ventas)		S/ 11,250.00	S/ 17,250.00	S/ 19,837.50	S/ 22,813.13	S/ 26,235.09
Utilidad Bruta		S/ 258,787.20	S/ 8,636.04	S/ 166,991.04	S/ 349,099.29	S/ 558,523.78
(Impuestos)		S/ 90,575.52	S/ 3,022.61	S/ 58,446.86	S/ 122,184.75	S/ 195,483.32
Utilidad después de impuesto		S/ 168,211.68	S/ 5,613.43	S/ 108,544.18	S/ 226,914.54	S/ 363,040.46
Flujo Económico	-S/ 272,098.60	S/ 168,211.68	S/ 5,613.43	S/ 108,544.18	S/ 226,914.54	S/ 363,040.46

Con respecto al VAN y a la TIR se pudo calcular lo siguiente:

**Valor Actual Neto:**

$$VAN = -174,849.01 + \frac{168,211.68}{(1 + 0.15)^1} + \frac{5,613.43}{(1 + 0.15)^2} + \frac{108,544.18}{(1 + 0.15)^3} + \frac{226,914.54}{(1 + 0.15)^4} + \frac{363,040.46}{(1 + 0.15)^5}$$

$$VAN = S/ 260,020.93$$

**Tasa de Interés de retorno:**

$$0 = -174,849.01 + \frac{168,211.68}{(1+i)^1} + \frac{5,613.43}{(1+i)^2} + \frac{108,544.18}{(1+i)^3} + \frac{226,914.54}{(1+i)^4} + \frac{363,040.46}{(1+i)^5}$$

$$i = TIR = 43\%$$

La VAN sigue dando un beneficio extra, pero esta vez solo de S/ 260,020.93 A pesar de la disminución del valor del VAN, el proyecto sigue siendo rentable. Además, el TIR es mayor que la tasa de descuento elegida para el proyecto lo que significa que el proyecto debería ser aceptado.



## Conclusiones

- Para realizar el análisis del público objetivo fue fundamental el uso de las encuestas, ya que permitió conocer los requisitos, problemas y necesidades de los posibles clientes.
- El producto principal de este proyecto son los kits hidropónicos de 1, 2 y 3 pisos. Cada uno de ellos, tiene los complementos necesarios para la realización de una óptima cosecha.
- Para la preparación de las soluciones nutritivas es indispensable utilizar cantidades precisas de las soluciones concentradas.
- La definición de precios de los sistemas hidropónicos, se han determinado en base al objetivo de la empresa, valor dado por el cliente, y basado en el costo.
- El precio de los sistemas principales es de 120 soles y el de los sistemas extras es de 100 soles, esto genera un margen de ganancia de 9 soles y 25 soles respectivamente.
- La actividad crítica en el proceso productivo de sistemas hidropónicos modulares es el de ensamblaje. Esto se determinó mediante la medición de tiempos, llegando a la conclusión, que es el proceso que mayor tiempo requiere para su realización. Por ello, los operadores deben estar correctamente capacitados para realizar el proceso y que no se produzcan paros innecesarios en el proceso productivo.
- La capacidad productiva de la planta es de 41 paquetes al día, esto involucra 820 paquetes al mes. En caso se tenga una demanda mensual superior a esta cantidad de paquetes, se puede contratar a un operador adicional por el tiempo que se necesite para satisfacer la demanda. Este operador pasaría a formar parte de la mesa de ensamblaje, parte crítica del proceso mencionada anteriormente.
- Para la realización de la disposición en planta, se han distribuido las áreas funcionales de producción, a través del método de Guerchet. Además, se realizaron 2 posibles layout, y luego de realizar una evaluación multicriterio se determinó el layout óptimo.
- Para determinar la óptima localización de la planta se ha realizado un análisis de micro y macro localización. Se eligió la zona de Piura, ya que en la zona industrial la inversión para el alquiler del local era muy alta.
- Para el correcto funcionamiento del proyecto es necesario definir un Manual de organización y funciones, de esa manera, cada trabajador podrá tener mapeados lo

procesos, obligaciones y funciones que debe realizar. Además, es indispensable la realización de un organigrama para determinar la jerarquización de la empresa.

- Tras realizar el análisis económico-financiero, se obtuvo como resultados un Valor actual Neto de S/ 538,107.89, y una TIR de 71%, lo cual significa que el proyecto es rentable y debe ser aceptado.
- En el análisis de sensibilidad se determinó que el proyecto sigue siendo rentable a pesar de los cambios en la demanda y precio en el mercado.



### Referencias bibliográficas

- Aeroponía - Historia.* (2008). Obtenido de Grupo Aeroponía: <http://grupoaeroponia.blogspot.com/2008/03/aeropona-historia.html>
- Agropolis. (2021). *Hidroponía.* Obtenido de <https://www.agropolismexico.com/products/canastilla-hidroponica-de-2?variant=7470036123699>
- Aguilera Morales, M. E., Hernández Sánchez, F., Mendieta Sánchez, E., & Herrera Fuentes, C. (2012). Producción Integral Sustentable de alimentos. *Ra Ximhai*, Vol.8 (3), 71-74. [Fecha de consulta 10 de Junio de 2021]. ISSN: 1665-0441.
- Alibaba. (s.f.). Obtenido de [https://spanish.alibaba.com/product-detail/labeler-ubl-manual-bottle-labeler-bottle-labeler-manual-1600220343436.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_image.3b6d3bb8REigbV&s=p](https://spanish.alibaba.com/product-detail/labeler-ubl-manual-bottle-labeler-bottle-labeler-manual-1600220343436.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.3b6d3bb8REigbV&s=p)
- Alibaba. (2020). *Alibaba.* Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/2ton-2-5ton-3ton-5ton-hand-pallet-truck-with-superior-quality-60755296940.html?spm=a2700.wholesale.maylikeexp.4.6a8167aeS37ZUJ>
- Bastons Prat, M. (2012). *La misión en la empresa. Tesis inédita de doctorado.* Universitat Internacional de Catalunya, Barcelona.
- Beltrano José, G. D. (2015). *Cultivo en hidroponía.* Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP) .
- Beltrano, J. (2015). *Cultivo en hidroponía.* Argentina: La Universidad de La Plata.
- Beltrano, J., & Gimenez, D. O. (2015). *Cultivo en Hidroponía.* Editorial de La Universidad de La Plata (EDULP).
- Brume González, M. J. (2019). *Estructura organizacional.* Barranquilla: Sello Editorial: Institución Universitaria Itsa.
- Carrasco, G., & Izquierdo, J. (2015). *La empresa hidropónica de mediana escala: La técnica de la solución nutritiva recirculante (NFT).* Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe: Editorial Universidad de Talca.

- Colegio San Ignacio de Loyola Jesuitas. (2019). *Colegio San Ignacio de Loyola Jesuitas*. Obtenido de Proyecto de cultivo Hidropónico:  
<http://www.csil.edu.pe/Inicio/index.php/262-iniciamos-proyecto-de-cultivo-hidroponico>
- Colomina, J. E. (2015). Rijk Zwaan, Sharing a healthy future. *HydroSpecial*, 4. Obtenido de Cultivo hidropónico: <https://www.rijkszwaan.es/cultivo-hidrop%C3%B3nico#:~:text=A%20nivel%20internacional%2C%20la%20producci%C3%B3n,%2C%20Brasil%2C%20Jap%C3%B3n%20y%20Australia.>
- Cosmos. (06 de Junio de 2018). Piura: Escolares de Tambogrande desarrollan proyecto de hidroponía [Video]. Youtube.
- D'Alessio Ipinza, F. A. (2018). *Planeamiento y diseño en planta*. Obtenido de [http://dalessio.pearsonperu.pe/administracion\\_de\\_las\\_operaciones\\_productivas/recursos/09.pdf](http://dalessio.pearsonperu.pe/administracion_de_las_operaciones_productivas/recursos/09.pdf)
- Daley, B. (24 de Junio de 2019 ). ¿Cuántos humanos habrá mañana? La ONU revisa a la baja sus proyecciones. *La conversación*.
- De la Rosa, P., & Herrera, I. (2015). *La producción hídrica ¿Una alternativa alimentaria en espacios urbanos?*
- Díaz, G. G. (2010). Hidroponía en casa: una actividad familiar. 3.
- Fernandez, A. (2017). *Systematic Layout Planning (SLP)*. Obtenido de <http://www.fernandezantonio.com.ar/Documentos/SLP%20para%20Distribucion%20en%20Planta%20%202017.pdf>
- Fernandez, F. (2017). *Guia para la elaboración de un estudio de mercado*. España: CEEI Casa Real.
- García, I. (8 de Noviembre de 2017). *Economía simple*. Obtenido de Brainstorming: <https://www.economiasimple.net/glosario/brainstorming>
- Generación Verde. (8 de Abril de 2017). *Tipos de sistemas hidropónicos para cultivar*. Obtenido de <https://generacionverde.com/blog/hidroponia/tipos-de-sistemas-hidroponicos/>
- Grandal Doce, J. (24 de Julio de 2014). *Riegos Grandal*. Obtenido de Historia en imágenes del riego por aspersión: <https://www.riegosgrandal.com/2014/07/24/historia-en-imagenes-del-riego-por-aspersion-1872-1986/>
- Greiffenstein, R. (2015). Nueva York tendrá la huerta hidropónica sobre un techo más grande en Estados Unidos. *Vida más sana*. Obtenido de Vida más verde.

- GroHo. (2019). Obtenido de <https://www.groho.es/post/germinacion-en-hidroponia#:~:text=La%20fase%20inicial%20de%20formaci%C3%B3n,de%20coco%2C%20perlite%2C%20etc.>
- GroHo. (2021). *El Sistema NFT*. Obtenido de <https://www.groho.es/post/el-sistema-nft-hidroponia>
- Guzmán, G. A. (2017). *Sistema de producción hidroónica de lechuga. Trabajo Monográfico para optar por el grado de Ingeniero Agrónomo*. Universidad Agraria La Molina, Lima.
- Herrera, J. (27 de Agosto de 2019). Uso eficiente del agua a través de la hidroponía. *Actualidad política y económica agroalimentaria*.
- Hidroponía. (2017). *Principales características de la turba rubia*. Obtenido de <http://hidroponia.mx/principales-caracteristicas-de-la-turba-rubia/>
- Hidroponía. (2021). *Hidroponía por goteo*. Obtenido de <https://hidroponia24.com/sistemas-hidroponicos/hidroponia-por-goteo/>
- Hidropónika. (2019). Obtenido de Soluciones nutritivas: <https://tienda.hidroponika.com.pe/producto/solucion-a-b-c-hidroponika-v-hoja-50l>
- Hidropónika. (2021). Obtenido de <https://tienda.hidroponika.com.pe/producto/solucion-a-b-c-hidroponika-v-hoja-50l>
- Hidroponika S.A.C. (2019). Obtenido de <http://www.hidroponika.com.pe/>
- Hydro Environment. (s.f.). Obtenido de [https://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=product\\_info&cPath=3&products\\_id=568](https://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=product_info&cPath=3&products_id=568)
- HydroEnvironment. (s.f.). Obtenido de [https://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=product\\_info&cPath=3&products\\_id=568](https://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=product_info&cPath=3&products_id=568)
- HYDROENVIRONMENT. (2021). *¿Qué es el sistema de raíz flotante?* Obtenido de [https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=page&id=64](https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=64)
- Impacto Empresarial oficial. (25 de Mayo de 2015). *LECHUGA HIDROPONIA EN PIURA - Causa y Efecto*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=BZa2Gs1aq2M>
- Inca Sánchez, S. (2013). *Automatización y control del sistema NFT para cultivos hidropónicos. Tesis inédita para optar el título profesional de Ingeniero electrónico*. Universidad Ricardo Palma, Lima.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). Resultados definitivos del Censo de Piura. Lima.

- Intagri. (2017). *La Hidroponía: Cultivos sin Suelo*. Obtenido de Intagri: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/la-hidroponia-cultivos-sin-suelo>
- IPP. (2019). *IPP*. Obtenido de <https://www.ipp.edu.pe/>
- IPSOS. (2019). *Encuesta IPSOS*.
- Kamata, F. (23 de Setiembre de 2019). *Cómo Japón está revolucionando la agricultura sin tierra ni trabajadores*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-49784511#:~:text=a%20cualquier%20trabajador,-,La%20alta%20tecnolog%C3%ADa%20ha%20permitido%20la%20expansi%C3%B3n%20cultivos%20sin%20tierra,de%2010.000%20lechugas%20al%20d%C3%ADa>.
- Lineo. (2019). Obtenido de [https://www.linio.com.pe/p/bomba-de-agua-sumergible-electrica-5-tipos-de-fuente-de-estanque-y-acuario-ac-220-240v-abs-trjc0o?&adjust\\_t=1zira0\\_f1h7ws&adjust\\_google\\_network=g&adjust\\_google\\_placement=&adjust\\_campaign=per-semun-spla&adjust\\_adgroup=1065713035](https://www.linio.com.pe/p/bomba-de-agua-sumergible-electrica-5-tipos-de-fuente-de-estanque-y-acuario-ac-220-240v-abs-trjc0o?&adjust_t=1zira0_f1h7ws&adjust_google_network=g&adjust_google_placement=&adjust_campaign=per-semun-spla&adjust_adgroup=1065713035)
- Linio. (2020). Obtenido de [dEzAJYBZvXWBdHPFP6MkeXngGLak\\_7LAdwRuhoCZJsQAvD\\_BwE](https://www.linio.com.pe/p/bomba-de-agua-sumergible-electrica-5-tipos-de-fuente-de-estanque-y-acuario-ac-220-240v-abs-trjc0o?&adjust_t=1zira0_f1h7ws&adjust_google_network=g&adjust_google_placement=&adjust_campaign=per-semun-spla&adjust_adgroup=1065713035)
- López, A., López, C., Mejía, C., & López, D. (2016). Hidroponía una alternativa sustentable. *Tópicos selectos de sustentabilidad: un reto permanente.*, 49.
- Malagamba Stiglich, P. (2015). *Luces LED, una alternativa eficiente para optimizar la producción en invernaderos*. Obtenido de Agriculturers: <https://agriculturers.com/luces-led-una-alternativa-eficiente-para-optimizar-la-produccion-en-invernaderos/>
- Martínez Pedrós, D., & Milla Gutiérrez, A. (2012). *Metas estratégicas*. Madrid: Díaz de Santos.
- Maruplast. (2019). *Maruplast- Tecnología en invernadero*. Obtenido de Accesorios para Cultivos: [https://maruplast.com/aspersor-agricola/?gclid=CjwKCAjwwqaGBhBKEiwAMk-FtDqHTswDIJrde-6MEqJhNvPx1r6rStlVpzudGS5v1ad-vt2JrcNhoC7i8QAvD\\_BwE](https://maruplast.com/aspersor-agricola/?gclid=CjwKCAjwwqaGBhBKEiwAMk-FtDqHTswDIJrde-6MEqJhNvPx1r6rStlVpzudGS5v1ad-vt2JrcNhoC7i8QAvD_BwE)
- McKinnon, T. (s.f.). *Lucichart*. Obtenido de <https://www.lucidchart.com/pages/es>
- Microsoft. (7 de Abril de 2021). *Introducción a Microsoft Teams para el aprendizaje remoto*. Obtenido de <https://docs.microsoft.com/es-es/microsoftteams/remote-learning-edu>
- Milicich, R. P. (24 de Mayo de 2015). Cambio Climático y cultivos hidropónicos en piura. *El tiempo*, págs. 06-07.
- Mitula. (10 de Junio de 2021). Obtenido de [https://casas.mitula.pe/detalle/666/2390026623354141339/7/8/alquiler-locales-comerciales-piura?page=2&pos=7&t\\_sec=190&t\\_or=2&t\\_pvid=6a90d3d0-384e-4ca5-8156-cc6baf41c814&req\\_sgmt=REVTS1RPUDtTRU87QURfUEFHRTs=](https://casas.mitula.pe/detalle/666/2390026623354141339/7/8/alquiler-locales-comerciales-piura?page=2&pos=7&t_sec=190&t_or=2&t_pvid=6a90d3d0-384e-4ca5-8156-cc6baf41c814&req_sgmt=REVTS1RPUDtTRU87QURfUEFHRTs=)

- Morales Ricardo, J. (2019). *Evaluación del cultivo de lechuga hidropónica en raíz flotante bajo diferentes soluciones nutritivas (Tesis para obtener el título de Ingeniera Agropecuaria)*. Universidad Estatal Península de Santa Elena , La Libertad.
- Moreno, A., & Reyes, J. L. (2016). *Tópicos selectos de sustentabilidad: un reto permanente*. México: AM Editores.
- Naciones Unidas. (2021). *Una población en crecimiento*. Obtenido de <https://www.un.org/es/global-issues/population>
- Ochoa Ávila, N. A. (29 de Mayo de 2013). *Departamento de ingeniería*. Obtenido de Estudio de Trabajo: <https://ingenieriayeducacion.wordpress.com/2013/05/29/diagramas-para-el-estudio-del-trabajo/>
- Palacios Acero, L. C. (2011). *Dirección estratégica* (Segunda ed.). ECOE Ediciones.
- Pallet Callupe. (2020). *Pallet Callupe-Producto Peruano para el mundo*. Obtenido de <https://www.palletsdemadera.pe/>
- Perez Salvatierra, Maik. (15 de Junio de 2014). *Disposición en planta*. Obtenido de Tema 12: <https://www.slideshare.net/MaikPerezSalvatierra/12-tema-12-35904697>
- Ponce Gamarra, M. A. (2019). *Producción y comercialización de hortalizas con sistema hidropónico en Lima Metropolitana. Trabajo monográfico para optar el Grado Académico de Bachiller*. . Lima.
- Ponce Gamarra, M. A. (PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE HORTALIZAS CON SISTEMA HIDROPÓNICO EN LIMA METROPOLIT). *Ponce Gamarra, Miguel Alejandro(2019). PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE HORTALIZAS CON SISTEMA HIDROPÓNICO EN LIMA METROPOLITANA. Trabajo monográfico para optar el Grado Académico de Bachiller. Universidad San ignacio de Loyola , Lima.*
- Porter, M. (2015). *Estrategia competitiva. Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia*. (Segunda ed.). Grupo Editorial Patria.
- Puerta, A. V. (25 de Octubre de 2020). *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*. Obtenido de El cultivo en sustrato e hidroponía: una alternativa que contribuye con la sustentabilidad de las producciones intensivas: <https://inta.gob.ar/noticias/el-cultivo-en-sustrato-e-hidroponia-una-alternativa-que-contribuye-con-la-sustentabilidad-de-las-producciones-intensivas>
- Puerto Rico Farm Credit*. (2021). Obtenido de Sistemas de cultivo hidropónico: <https://prfarmcredit.com/sistemas-de-cultivos-hidroponicos/>
- R.Sule, D. (2001). *Instalaciones de Manufactura*. México: Thomson Learnig.

- Ramírez Guzmán, G. (2017). *Sistema de producción hidropónica de lechuga. Trabajo monográfico para optar el título de Ingeniero Agrónomo*. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.
- Redagrícola. (Agosto de 2017). *La hidroponía crecerá de la mano de la exportación*. Obtenido de <https://www.redagricola.com/pe/la-hidroponia-crecera-la-mano-la-exportacion/>
- Redagrícola. (Agosto de 2017). *La hidroponía crecerá de la mano de la exportación. Redagrícola*.
- Ruiz Arias, E. (2021). *Organigrama estructural*. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/organigrama-estructural.html>
- Sarli, R., González, S., & Ayres, N. (2015). Análisis foda. Una herramienta necesaria. *UNCuyo*, IX(1).
- Simbología Noma ANSI para elaborar digramas de flujo. (23 de Marzo de 2017). Obtenido de Simbología Noma ANSI para elaborar digramas de flujo.: <https://wimservices.wixsite.com/servicios/single-post/s%C3%ADmbolos-de-la-norma-ansi-para-elaborar-diagramas-de-flujo>
- Smart Fertilizer Software. (12 de Febrero de 2020). *Soluciones Nutritivas en Hidroponía*. Obtenido de <https://www.smart-fertilizer.com/es/articulos/hydroponic-nutrient-solutions/>
- Sodimac S.A. (2019). Obtenido de <https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/2249413/Estante-de-metal-4-Niveles-196x60x183cm-Gigante/2249413>
- Sodimac S.A. (2019). *Sodimac S.A.* Obtenido de [https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/2724200?kid=bnnext132994&gclid=CjwKCAjwwqaGBhBKEiwAMk-FtMN-Upp-FjH2R3g4niOxLWBU4Fw\\_ABzRBvKB-qyRuOgKNXlkgTV5sxoCXjQQAvD\\_BwE](https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/2724200?kid=bnnext132994&gclid=CjwKCAjwwqaGBhBKEiwAMk-FtMN-Upp-FjH2R3g4niOxLWBU4Fw_ABzRBvKB-qyRuOgKNXlkgTV5sxoCXjQQAvD_BwE)
- Sodimac. (s.f.). *Timer*. Obtenido de <https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/2024829/Timer-Diario-MS-T24/2024829>
- Ticbeat. (8 de Octubre de 2017). *El mini huerto hidropónico de Ikea crece tres veces más rápido que uno tradicional*. Obtenido de <https://www.ticbeat.com/innovacion/minihuerto-ikea-triplica-crecimiento-huerto-tradicional/>
- Toniut, H., Arraigada, M., Ricci, S., Dondero, M., Pacheco, X., & Quintana, A. (2017). La definición de los valores en la organización : una propuesta metodológica. *REDI*. Obtenido de <http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/handle/123456789/1571>
- Universia. (12 de Abril de 2018). *¿Para qué sirve Microsoft Project? Sácale el máximo partido en tus estudios y empleo*. Obtenido de <https://www.universia.net/ar/actualidad/empleo/que-sirve-microsoft-project-sacale-maximo-partido-tus-estudios-empleo-1158943.html>

Universidad Nacional Agraria La Molina. (s.f.). *Centro de investigación de hidroponía y nutrición mineral*. Obtenido de <http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/sistemaNFT.htm>

Urrestarazu, M. (10 de Enero de 2012). *Nuevas tendencias de los cultivos sin suelo y su estado en los países emergentes*. Obtenido de Canales sectoriales, Horticultura: <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/59959-Nuevas-tendencias-de-los-cultivos-sin-suelo-y-su-estado-en-los-paises-emergentes.html>

Vargas, N. M. (2010). *Guía práctica para el cálculo de costos de producción y determinación de precios*.

Vásquez Rojas, C. (2021). *Estructura organizacional, tipos de estructura y organigramas*. Obtenido de Gestipolis: <https://www.gestipolis.com/estructura-organizacional-tipos-organizacion-organigramas/><https://www.gestipolis.com/estructura-organizacional-tipos-organizacion-organigramas/>

Vegetales Don Miguel. (s.f.). *Vegetales Don Miguel*. Obtenido de Invernaderos Hidropónicos del Perú.

Verdegen. (8 de Abril de 2017). *Tipos de sistemas hidropónicos para cultivar*. Obtenido de <https://generacionverde.com/blog/hidroponia/tipos-de-sistemas-hidroponicos/>

Yansumi. (2021). Obtenido de <https://www.yansumimotor.com/product/1219070/moto-carga-yansumi-ys300r5c-p>

Zárate Aquino, M. (2014). *Manual de hidroponía*. Instituto de Biología.