



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA

**DISEÑO AUTOMÁTICO PARA SISTEMA
SOSTENIBLE DE ACUAPONIA**

PROPONENTES

Ing. Ronald Steven Rico Patiño

ronaldrico@usantotomas.edu.co

C.C.1018407272

Ing. Jonnathan Ivan Reyes Suarez

jonnathanreyes@usantotomas.edu.co

CC 1018428669

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA
Bogotá D.C.

2019

Introducción

El recurso hídrico es la fuente principal y vital para el sustento de cualquier sistema de producción de alimentos, agrícola, ganadero, piscícola, etc.

Lastimosamente durante los últimos 15 años el cambio climático ha generado un gran impacto negativo en la producción de alimentos, donde se presentan inviernos y veranos que no se pueden pronosticar, contaminación en el aire, suelos y agua, donde cada día se poseen menos fuentes hídricas limpias y puras para el consumo humano.

La ACUAPONIA es una técnica que permite producir alimentos sin generar contaminación en las fuentes hídricas, permite la producción de vegetales y animales acuáticos de forma conjunta.

Al aprovechar la simbiosis de ambos tipos de cultivo, el costo y el impacto ambiental es menor que por separado.

Con esta técnica es crear un ciclo en el que se aprovechan entre sí los diferentes elementos del cultivo, con la mezcla entre acuicultura e hidroponía, un método en el que las plantas crecen en una solución acuosa con nutrientes, en vez de hacerlo en tierra.

Al utilizar los desechos como fertilizante natural, las plantas filtran el agua mitigando las concentraciones de amonio y nitratos tóxicos para los peces.

Los peces generan residuos en el agua que se aprovechan como nutrientes para los vegetales.

Verificando el sector de agricultura y piscicultura en el país, encontramos que son muy pocos los grupos que utilizan nuevas técnicas como es la Acuaponía, la mayor parte del país aún continúa utilizando los procedimientos convencionales de agricultura y piscicultura, donde la única manera de mitigar el impacto negativo de contaminación, calentamiento global, plagas es por medio de productos químicos y mayores inversiones para terrenos y cuerpos de agua.

Dentro de la búsqueda de grupos, entidades o empresas que estén innovando en la producción de alimentos encontramos una empresa con certificación del ICA en buenas prácticas en agricultura ubicada en Tenjo Cundinamarca, es el único sistema de Acuaponía que produce alimentos por medio de la captación de aguas lluvias y en donde NO se realiza captación de agua de los ríos, quebradas, lagunas, pozos y/o acueducto.

Actualmente Acuapónicos La Mariana genera grandes cantidades de Trucha arcoíris y hortalizas las cuales las distribuye en negocios, familias del sector y a nivel nacional, dentro de sus procesos aún realiza muchos procedimientos de manera manual que demandan operación y supervisión constante por operarios, para garantizar la producción en los dos sistemas.

FASE DE INICIO

DEFINICIÓN ESTRATEGICA

El presente proyecto propone la optimización de la producción de dos cultivos; hidropónico (hortalizas) y de acuicultura (trucha arcoíris), en la empresa acuapónicos La Mariana, ubicada en Tenjo Cundinamarca, se identifican las necesidades del sistema y se plantea la instrumentación adecuada para reducir el consumo energético, monitorear las variables del proceso y mantener estable el oxígeno disuelto en el agua.

Fases del proyecto

Las fases completas del proyecto son:

PLANIFICAR -> EJECUTAR -> VERIFICAR -> MEJORAR

PLANIFICAR: Durante esta fase se realizarán las entrevistas y el levantamiento de información pertinente en la empresa acuapónicos La Mariana, se conforma un equipo multidisciplinario que acompañe todas las etapas del proyecto. Se elabora el Plan estratégico. (Análisis de valor, Análisis PEST. Matriz FODA-DOFA), Plan de trabajo, Cronograma tentativo y responsables

EJECUTAR: Se realiza distribución de la planta y planimetría, se realiza la selección de la tecnología, y de la instrumentación para las principales variables a medir y a controlar, se especifica la arquitectura de control y comunicaciones, se realiza el diagrama de procesos PFD y el P&ID, se desarrolla la propuesta de costos del diseño e implementación

VERIFICAR: Se realizan las respectivas simulaciones que den a lugar, se procede a Sofisticar las especificaciones a proveedores si es requerido, se consolida una propuesta ajustada, con planos del diseño del sistema, Comprobar el cumplimiento de las especificaciones establecidas en las fases anteriores, se verifican tanto características técnicas como compatibilidades dimensionales, de ensamblado y montaje, se realiza una selección definitiva de los proveedores, -se realiza el lanzamiento de la propuesta final del diseño.

MEJORAR: Se efectúa la retroalimentación por parte de la empresa acuapónicos La Mariana, y se recopila nueva información que permite la mejora continua del proceso, se entra en una fase de ajuste hasta lograr la aprobación del diseño y dar cierre al mismo.

ANÁLISIS DEL ENTORNO

ANÁLISIS ECONÓMICO:

La empresa acuapónicos La Mariana podrá beneficiarse de una reducción económica en el consumo de energía en mayor medida y de agua en los meses de verano, de igual manera se logra un incremento en la producción piscícola. Económicamente el proyecto es de carácter privado toda vez que se utilizan los recursos propios como capital semilla afrontando todos los gastos iniciales.

ANÁLISIS SOCIOLÓGICO:

La empresa acuapónicos La Mariana, es de carácter familiar, y ofrece empleo aproximadamente a 10 personas, es importante ayudar a fortalecer y a visibilizar la industria Acuapónica en el sector de Tenjo Cundinamarca, ya que esta puede llegar a ser una de las opciones de sustento principales de muchas familias y negocios del sector. El diseño e implementación del proyecto generará empleo a diferentes grupos sociales, toda vez que nos genera empleo a nosotros mismos, así como a los técnicos y personal requerido, de igual manera a una empresa externa encargada del servicio de telecomunicaciones, aplicaciones informáticas y posteriormente a otros empleos indirectos a la implementación.

ANÁLISIS LEGAL:

Dentro de las leyes que rigen al contexto del proyecto tenemos:

El Decreto 1681 de 1978 reglamenta la parte X del libro II el Decreto Ley 2811 de 1974, especialmente en los temas de manejo de las especies hidrobiológicas y su aprovechamiento y la protección y fomento de los recursos hidrobiológicos y de su medio ambiente, que comprende el desarrollo de la acuicultura, la regulación de la repoblación y la introducción y trasplante de especies hidrobiológicas

Ley 811 de 2003: por medio de esta ley se crean las organizaciones de cadenas en el sector agropecuario, pesquero, forestal, acuícola y las Sociedades Agrarias de Transformación SAT.

Ley 13 de 1990: regular el manejo integral y la explotación racional de los recursos pesqueros con el fin de asegurar su aprovechamiento sostenido.

Con Resolución 0848 de 2008, el MAVDT declaró especies exóticas invasoras, entre otras, las siguientes especies:

- Trucha común o Trucha europea.
- Trucha arco iris
- Tilapia nilótica
- Carpa
- Perca americana
- Tilapia negra
- Gourami piel de culebra

ANALISIS AMBIENTAL

La acuaponía ha sido considerada a nivel mundial como un sistema biotecnológico que aportará grandes soluciones a un problema que se viene presentando desde los inicios de la humanidad y que se refiere a las condiciones de hambre , en la acuaponía sostenible de acuapónicos La Mariana se usa principalmente como fuente de agua, el agua lluvia y esta se recircula por todo el sistema constantemente, lo que permite un aprovechamiento casi total del agua del cultivo, de igual manera con la implementación de la granja solar el consumo de energía se verá disminuido.

ANALISIS POLITICO

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural MADR: Mediante la dirección de cadenas pecuarias, pesqueras y acuícolas realiza el seguimiento a la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos para el fortalecimiento de las cadenas, así como las normativas de exportación de peces a nivel internacional.

PlaNDAS: A finales del año 2010 el gobierno colombiano a través del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural - INCODER, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca hasta el 2011, en coordinación con la entonces Dirección de Pesca y Acuicultura del MADR, gestionaron ante la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura FAO, el apoyo para la formulación de un Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia – PlaNDAS, el cual tiene como fin último, el establecer un apoyo constante del Gobierno Nacional a la acuicultura en Colombia para su máximo desarrollo tecnológico, social, ambiental y alimentario.

INCODER, Expidió la resolución 2424 de 2009, “Por la cual se establecen normas de ordenamiento para administrar la actividad de la acuicultura en el país, que permitan minimizar los riesgos de escape de especímenes de especies exóticas de peces de cuerpos de agua naturales o artificiales.”

ANALISIS TECNOLOGICO

La acuaponía como sistema biotecnológico cuenta con diferentes elementos electromecánicos, en el presente proyecto se logra la consolidación de la instrumentación y control adecuados con el monitoreo y la infraestructura de comunicaciones para acceder de manera remota y tomar decisiones oportunas en menor tiempo.

DOLORES Y ALIVIOS

DOLORES

1. Pérdida de agua en el sistema
2. El consumo elevado de energía por bombas
3. El estrés que sufren los peces por desbalance de oxígeno disuelto en el agua
4. La deshidratación de las hortalizas por aumentos de temperatura.

ALIVIOS

1. Reducir el gasto energético del sistema en un 30% de la facturación mensual.
2. Monitorear constantemente los niveles de agua y evaporación, con el fin de mantener las piscinas de acuicultura con niveles estables y constantes.
3. Mantener el oxígeno disuelto del agua estable y constante para mitigar el estrés de los peces.
4. Prevenir la deshidratación de las hortalizas, con el fin de contrarrestar un consumo adicional del agua.
5. Tener acceso constante a la información de operación y comportamiento del sistema acuapónico.

LIENZO CANVAS

7. Aliados Clave	5. Actividades Clave	2. Propuesta de Valor	3. Relación con el Cliente	1. Segmentos de Clientes
*Recurso humano contratado para la implementación. *Cliente directo acuapónicos la Mariana. *Proveedores de los insumos requeridos para el proyecto. *Socios del proyecto. *Empresa prestadora del servicio de infraestructura y aplicativo para el monitoreo.	*Identificación en sitio del proceso y monitoreo que mejora la producción del sistema. *Identificación del funcionamiento del sistema, por medio de entrevista con el cliente. * Diseñar por medio de la instrumentación un sistema de control automatizado para la medición de variables que impactan la operación del sistema acuapónico. *Dimensionamiento del diseño del parque solar y cortina de protección. *Compatibilidad del sistema con la empresa subcontratada para el desarrollo de la infraestructura que realiza el monitoreo con la aplicación WEB. *Periodo de cálculos y simulaciones del sistema. *Correcciones y ajustes finales *Cierre del proyecto	* Analizar y decidir la instrumentación y equipos de telemetría GPRS adecuados para la realización de un diseño automatizado que permita reducir el consumo energético hasta un 30% de un sistema acuapónico, obteniendo información en línea para una supervisión constante por parte del usuario y aumentando la producción hasta un 30% de su cultivo. *Reducir el gasto energético del sistema por medio de un diseño de un parque solar, con sus componentes de paneles solares, banco de baterías, regulador e inversor de voltaje DC/AC. *Diseñar el control para la mantener la estabilidad del parámetro oxígeno disuelto en el agua con el fin de mitigar el estrés de los peces. *Por medio del diseño prevenir la deshidratación de las hortalizas, monitoreando las variables ambientales.	Relación directa, de manera personal, vía celular o por medio de mensajería instantánea para obtener información y aclaración de inquietudes por medio de una comunicación constante con el cliente.	*Realizan monitoreo manual del sistema. *No se cuenta con información disponible e históricos de las variables del sistema. *No utilizan energías renovables alternativas y mantienen consumos altos de energía. *Presentan situaciones de Desbalance de oxígeno disuelto en el agua. * Presenta variación de condiciones climáticas, los cuales afectan a la producción de hortalizas del cultivo hidropónico.

	6.Recursos Clave *Información del sistema actual. *Habilidades del grupo de ingenieros para el diseño del sistema. * Infraestructura y plataforma para el monitoreo que provee la empresa de outsourcing. * Logística de trasporte del personal y de los insumos necesarios.	de temperatura, humedad, radiación solar y evaporación	4.Canales *Por medio de un grupo de trabajo interdisciplinario que realizará el diseño de automatización. *Proveedores de instrumentos para mediciones de calidad de agua, monitoreo ambiental y equipos de bombeo para estanques. *Empresa aliada donde se terceriza (outsourcing) la infraestructura y el desarrollo del aplicativo para el monitoreo.	
8.Estructura de Costes • Grupo de colaboradores • Insumos • Logística		9.Estructura de Ingresos *Ingresos de recursos privados.		

STAKE HOLDER	CONTRIBUCIÓN DEL STAKE HOLDER	VALOR ENTREGADO AL STAKE HOLDER
Cliente Acuapónicos La Mariana.	Provee los requerimientos constantes y realiza una retroalimentación constante del proceso de implementación y en la fase de pruebas,	servicio de monitoreo y control de variables fundamentales para su sistema acuapónico a un precio adecuado que satisfaga la necesidad actual y disminuya el consumo energético
Empleados	Son encargados de dar continuidad a la actividad del proyecto y del servicio a implementar.	Retribución monetaria por el servicio prestado, Conocimientos y experiencia profesional
Proveedores	Suministra insumos y servicios necesarios para soportar el montaje y puesta en marcha del proyecto	Mayor participación en el mercado, retribución monetaria por el producto o servicio entregado.
Directores del proyecto	Gestiona correctamente cada una de las fases del proyecto	Fidelización de clientes, retribución monetaria, reconocimiento, conocimiento y experiencia en el mercado
Empresa Outsourcing para el monitoreo y las comunicaciones	Se encarga de dar cumplimiento a los requerimientos funcionales en el área de las comunicaciones	Retribución monetaria por el servicio prestado, publicidad indirecta a su empresa, y mayor trayectoria en este tipo de proyectos.
Supervisor	Valida la metodología y la ingeniería	Contribución económica.

ESTUDIO DE MERCADO

Durespo (Soluciones para el Agro la Industria y el Hogar)

Ofrecer a sus clientes productos innovadores, de alta calidad y respaldados por un equipo de personas comprometido, servicial y profesional enfocado a la innovación y con nuevos grandes retos; con un completo portafolio con 30 marcas reconocidas a nivel internacional para ofrecer a sus clientes soluciones integradas en las industrias, del agro, ganadería y hogar, y siempre acompañados con el respaldo, garantía y servicio técnico, pilares que han hecho parte de la compañía desde la visión de su fundador.

Apcytel

Satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes, con productos y servicios de alta tecnología y calidad mediante la mejora continua de sus procesos. Ofreciendo soluciones integrales para el conocimiento, conservación y mejoramiento del medio ambiente dirigida tanto al sector público como al privado.

Enviteck SAS

Para la compañía ha sido desde su inicio dar la mayor importancia en mantener un SERVICIO, ATENCIÓN Y ASESORAMIENTO TECNICO EFICIENTE para las distintas soluciones, servicios y equipos de monitoreo ambiental que ofrecemos, vendemos y distribuimos; nos enfocamos en brindar y asesorar la mejor instrumentación para las áreas de hidrología, meteorología, calidad de agua y oceanografía. Debido a la variedad de nuestras líneas contamos con la colaboración y comunicación directa de los fabricantes y socios comerciales, en donde hemos venido a través de los años formando nuestro personal tanto en Colombia como en el exterior para garantizar a nuestros clientes un DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ALTAMENTE CALIFICADO contando con un increíble equipo de trabajo Administrativo, de Ingenieros Electrónicos, de Sistemas y Mecánicos que cubren todo el territorio nacional.

Propuesta de valor:

Dentro de nuestros servicios, contamos con nuestro aplicativo WEB Aquatick, para la gestión, comunicación, personalización y fácil acceso de las implementaciones, proyectos y necesidades de nuestros clientes, evitando incurrir en gastos adicionales de dominios, servidores y/o canales dedicados de internet.

OBJETIVO GENERAL

Utilizar la instrumentación y equipos adecuados para diseñar un sistema de optimización enfocado a la producción de dos cultivos; hidropónico (hortalizas) y de acuicultura (trucha arcoíris), con técnicas de cultivación orgánica, sostenible y en espacios con dimensiones limitadas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Lograr una mayor producción de peces en el mismo espacio del sistema acuícola del cultivo acuapónico, por medio de la regulación y equilibrio de los parámetros de calidad de agua.
- Contrarrestar la intervención operaria por medio de la implementación de instrumentos, equipos de almacenamiento, monitoreo y control.
- Reducir el consumo energético del sistema actual por medio de energía renovable con un parque solar.

ANALISIS DE VIABILIDAD

TIPO DE INDICADOR	INDICADOR	DEFINICIÓN DEL INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	FUENTE	PONDERACIÓN
1.1 SOCIAL	Visibilizarían de la Acuaponía	Se fortalece y visibilizar la industria de acuapónica, hidroponía y acuicultura en el sector de tengo Cundinamarca como una posible fuente de trabajo o de auto sostenimiento en el sector.	Cantidad de personas del sector interesadas en conocer más sobre la acuaponía	Entrevista	10%
1.2 SOCIAL	Creación de empleo	El diseño e implementación del proyecto genera empleo a diferentes grupos sociales, toda vez que nos genera empleo a nosotros mismos, así como a los técnicos y personal requerido, de igual manera a una empresa externa encargada del monitoreo y comunicaciones y posteriormente a otros empleos indirectos a la implementación.	Cantidad de personas Beneficiadas laboralmente.	Entrevista	15%
2.1 ECONOMICO	Reducción de servicios públicos	Se presenta reducción económica en el consumo de energía en mayor medida y de agua en los meses de verano.	Cantidad de Kw/H ahorrados y de Litro de agua.	Análisis comparativo de consumos anteriores con el actual.	20%

2.2 ECONOMICO	Aumento de producción piscícola	Se logra mayor cantidad de truchas arcoíris cultivadas en la misma piscina	Cantidad de truchas Cultivadas	Análisis comparativo de la cantidad de truchas por estanque con respecto a la actual.	20%
3.1 AMBIENTAL	Aprovechamiento del Agua	Se presentan menores índices de evaporación de agua. Se almacena y aprovecha de manera mas efectiva el agua lluvia que cae en los diferentes meses.	Cantidad de evaporación de agua por metro cuadrado, Total de agua consumida en el año	Análisis comparativo del nivel de agua de los tanques principales.	15%
3.2 AMBIENTAL	Utilización de energías alternativas	Se cuenta con una granja solar que permite la generación de energía limpia	Cantidad de KW/h generados por la granja solar	Mediciones tomadas en campo	20%

ESTIMACIÓN DE RIESGOS

<i>Descripción del riesgo</i>	<i>Impacto (de 1 a 5)</i>	<i>Probabilidad d (de 1 a 5)</i>	<i>Prioridad</i>	<i>Consecuencias</i>	<i>Estrategia de mitigación</i>
No se logra que los habitantes de sector conozcan el proyecto	2	3	Baja	Baja	Identificar los grupos sociales que puedan estar interesados y hacerles llegar la información de lo que se está desarrollando, hablar con la alcaldía y las respectivas JAL, identificar los líderes y contarles el proyecto.
Poca generación de empleos					Garantizar por medio de los requerimientos de contratación que la empresa outsourcing

directos e indirectos durante y después de la implementación del sistema	2	2	Baja	Baja	utilice el recurso humano adecuado. Realizar seguimiento después de la instalación para servir de puente cuando se requiera personal para realizar mantenimientos y demás.
Bajos índices de Ahorro en energía y agua	4	3	Alta	Alta	Garantizar que el dimensionamiento de la granja solar sea acorde a lo que se necesita, de igual manera realizar una adecuada implementación, Comprobar y comparar los estudios para los cálculos de la evaporación de agua.
No aumenta la producción piscícola	4	3	Media	Media	Garantizar que los peces cuenten con mayor nivel de oxígeno disuelto en el agua sin presentar variaciones para que no se estresen.
El diseño planteado no baja el consumo de agua	2	2	Baja	Baja	Realizar un análisis de información sobre la intensidad y periodicidad de la cantidad de agua lluvia que cae en el sector, Analizar el agua lluvia que se evapora en sitio y generar las recomendaciones que den a lugar para la disminución de la evaporación.
No Se realiza un adecuado cálculo de costos.	3	3	Medio	Medio	Verificar la propuesta económica e indicadores TIR y VPN para el tiempo estimado
Errores en la ingeniería conceptual, básica y de detalle	3	3	Medio	Medio	Realizar validación de los diseños por diferentes ingenieros buscando reducir la posibilidad de error

Y EJECUCIÓN

CRONOGRAMA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DISEÑO

	-	-	<u>Acuapónicos la Mariana</u>	-	-	-
--	---	---	-------------------------------	---	---	---

[illegible]

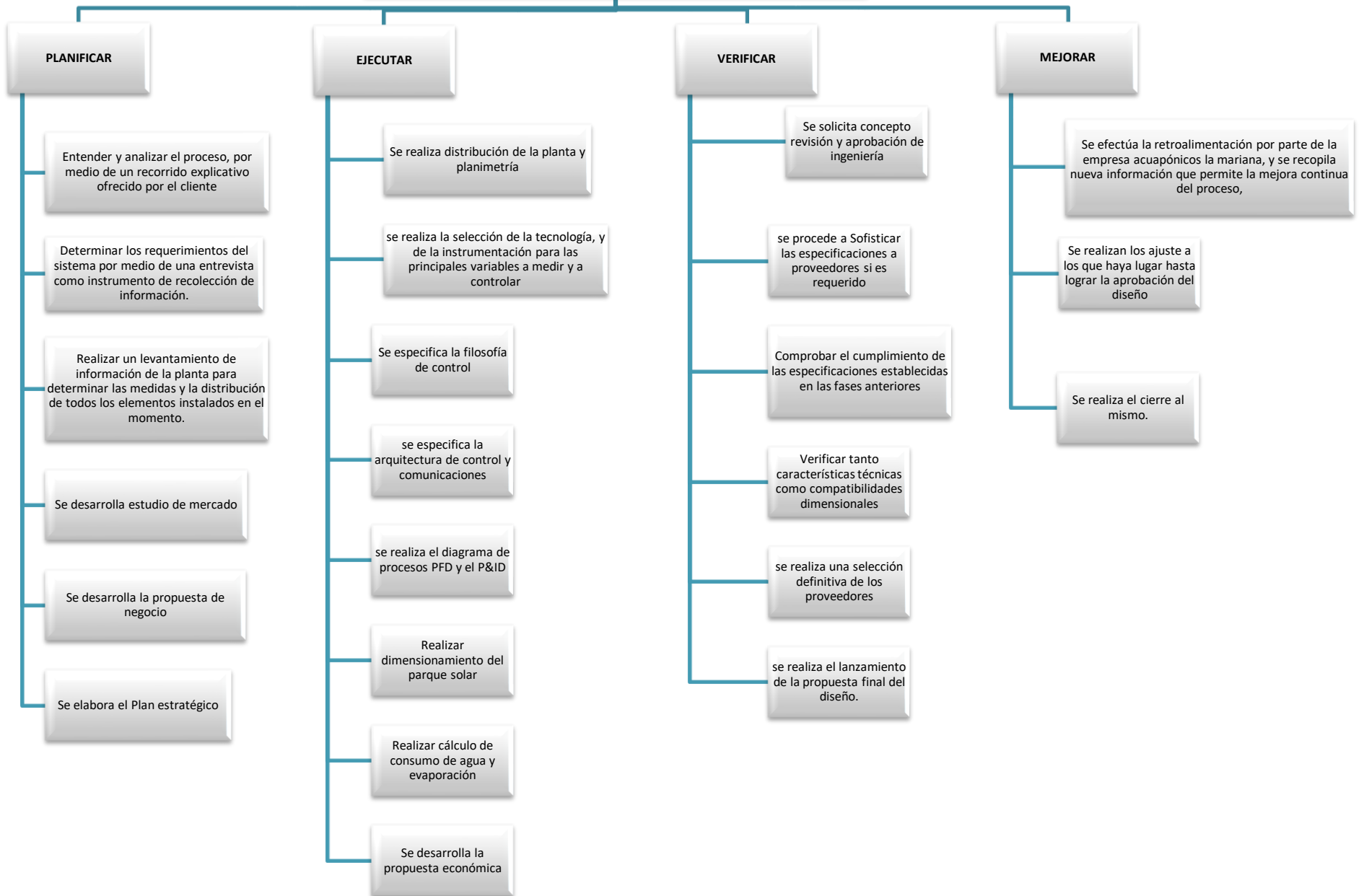
Prioridad	Etapas/Tarea	Responsable	Dia																																		
			Inicio	Cantidad de días	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38											
6: FS- 5	Se elabora el Plan estratégico	Ing. Steven Rico y Jonnathan Reyes	17	5																																	
7: FS- 6	Se realiza distribución de la planta y planimetría	Ing. Steven Rico y Jonnathan Reyes	22	5																																	
8: FS- 7	se realiza la selección de la tecnología, y de la instrumentación para las principales variables a medir y a controlar	Ing. Steven Rico y Jonnathan Reyes	27	5																																	
9: FS- 8	Se especifica la filosofía de control	Ing. Steven Rico y Jonnathan Reyes	32	2																																	
10: FS-	se especifica la arquitectura de control y comunicaciones	Ing. Steven Rico y Jonnathan Reyes	34	5																																	

Prioridad	Etapa/Tarea	Responsable	Dia		Día Actual 77																																					
			Inicio	Cantidad de días	39	40	41	42	43	44	45	##	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64												
11: FS-10	se realiza el diagrama de procesos PFD y el P&ID	Ing. Steven Rico y Jonnathan Reyes	39	6																																						
12: FS-11	Realizar dimensionamiento del parque solar	Ing. Steven Rico y Jonnathan Reyes	45	5																																						
13: FS-12	Realizar cálculo de consumo de agua y evaporación	Ing. Steven Rico y Jonnathan Reyes	50	4																																						
14: FS-13	Se desarrolla la propuesta económica	Ing. Steven Rico y Jonnathan Reyes	54	8																																						
15: FS-14	Se solicita concepto revisión y aprobación de ingeniería	Ing. Steven Rico y Jonnathan Reyes	62	3																																						

Prioridad	Etapa/Tarea	Responsable	Dia																										
			Inicio	Cantidad de días	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82							
16: FS- 15	se procede a Sofisticar las especificaciones a proveedores si es requerido	Ing. Steven Rico y Jonnathan Reyes	65	3																									
17: FS- 16	Comprobar el cumplimiento de las especificaciones establecidas en las fases anteriores	Ing. Steven Rico y Jonnathan Reyes	68	3																									
18: FS- 17	Verificar tanto características técnicas como compatibilidades dimensionales	Ing. Steven Rico y Jonnathan Reyes	71	3																									
19: FS- 18	se realiza una selección definitiva de los proveedores	Ing. Steven Rico y Jonnathan Reyes	74	3																									
20: FS- 19	se realiza el lanzamiento de la propuesta final del diseño.	Ing. Steven Rico y Jonnathan Reyes	77	3																									
21: FS- 20	Se efectúa la retroalimentación por parte de la empresa acuapónicos la mariana, y se recopila nueva información que permite la mejora continua del proceso,	Ing. Steven Rico y Jonnathan Reyes	80	3																									

Prioridad	Etapa/Tarea	Responsable	Día									
			Inicio	Cantidad de días	83	84	85	86	##	8	89	90
22: FS- 21	Se realizan los ajuste a los que haya lugar hasta lograr la aprobación del diseño	Ing. Steven Rico y Jonnathan Reyes	83	4								
23: FS- 22	Se realiza el cierre del proyecto.	Ing. Steven Rico y Jonnathan Reyes	87	4								

ESTRUCTURA DESGLOSADA DEL TRABAJO



ACTAS DE DEFINICIÓN DEL PROYECTO

ACTA DE CONSTITUCIÓN DE PROYECTO

Nombre del Proyecto	Código de Proyecto
DISEÑO AUTOMÁTICO PARA SISTEMA SOSTENIBLE DE ACUAPONIA	20191389

Dependencia	DIRECCIÓN DE PROYECTOS TECNOLOGICOS	Fecha		
		Día	Mes	Año
Director	JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	02	05	2019

Asistencia

Nombre	Rol	Firma
JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	Gestor del Proyecto	
RONALD STEVEN RICO PATIÑO	Líder de proyecto	

Información General

Características	Datos del Proyecto		
1. Líder del Proyecto	RONALD STEVEN RICO PATIÑO		
2. Gestor del Proyecto	JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ		
3. Valor estimado del Proyecto	45000000		
4. Costos Estimados del Proyecto	25400000	Ordenador de Gasto	OG-001
		Rubro	
5. Tiempo Estimado del Proyecto	3 MESES	Fecha de Inicio	15/06/2019
		Fecha de Fin	14/09/2019

DETALLES DEL PROYECTO

1.RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

Diseñar la instrumentación y control necesaria para la empresa acuapónicos la mariana ubicada en Tenjo Cundinamarca, que permita obtener los datos de las variables del sistema para monitorearlas local y remotamente; entre ellas los niveles de agua y evaporación, manteniendo históricos disponibles para analizar. Reducir el gasto energético del sistema por medio de una granja de paneles solares. Mantener controlado el oxígeno disuelto del agua para mitigar el estrés de los peces. Prevenir la deshidratación de las hortalizas, monitoreando la temperatura y radiación solar

2. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO / OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Utilizar la instrumentación y equipos adecuados para diseñar un sistema de optimización enfocado a la producción de dos cultivos; hidropónico (hortalizas) y de acuicultura (trucha arcoíris), con técnicas de cultivación orgánica, sostenible y en espacios con dimensiones limitadas.

.

Específicos:

- Lograr una mayor producción de peces en el mismo espacio del sistema acuícola del cultivo acuapónico, por medio de la regulación y equilibrio de los parámetros de calidad de agua.
- *Contrarrestar la intervención operaria por medio de la implementación de instrumentos, equipos de almacenamiento, monitoreo y control.
- *Reducir el consumo energético del sistema actual por medio de energía renovable con un parque solar.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La actual operación del cultivo acuapónico demanda elevados costos de energía con el proveedor CODENSA por el uso de las bombas y Blower, adicionalmente no se cuenta con un sistema de monitoreo en línea para analizar y/o verificar el estado de las piscinas cuando estas presentan algún cambio en los parámetros del agua y del clima. Al no tener un monitoreo en línea no es posible generar operaciones de respaldo con tiempos de respuesta casi inmediatos, los que generaría un porcentaje de mortalidad en peces y hortalizas y por ende una baja producción en el cultivo.

4. CLASIFICACIÓN DEL PROYECTO

Confidencial:	Sí _____ No _____	Prioritario:	Sí ____x____ No _____
----------------------	-------------------	---------------------	-----------------------

5. ALCANCE DEL PROYECTO

Analizar y decidir la instrumentación y equipos de telemetría GPRS adecuados para la realización de un diseño automatizado que permita reducir el consumo energético hasta un 30% de un sistema acuapónico, obteniendo información en línea para una supervisión constante por parte del usuario y aumentando la producción hasta un 30% de su cultivo.

6. STAKEHOLDERS

Nombre	Rol / Área	Involucrado / Comprometido	Email
JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	Gestor del proyecto/ Dirección de proyectos tecnológicos	JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	Jonnathanreyes@usantotomas.edu.co
RONALD STEVEN RICO PATIÑO	Líder del proyecto/ Dirección de proyectos tecnológicos	RONALD STEVEN RICO PATIÑO	ronaldrico@usantotomas.edu.co
Acuapónicos la Mariana S.AS	Cliente	CESAR RODRIGUEZ	acuaponicoslamariana@hotmail.com
Acuapónicos la Mariana S.AS	Cliente	ALEJANDRO RODRIGUEZ	acuaponicoslamariana@hotmail.com

7. ENTREGABLES ESPERADOS Y CRITERIOS A SATISFACCIÓN

ENTREGABLE	CRITERIO A SATISFACCIÓN
Diseño de la distribución de planta	Planta 3d con sensores en 3D
Diseño del PFD	Bajo norma ISA 5.1
Diseño del P&ID	Bajo norma ISA 5.1
Filosofía de control	Definir diferentes alternativas
Arquitectura de control y comunicaciones	Mostrar compatibilidad y tipo de conexiones
Listado de instrumentos y Fichas técnicas de equipos	Instrumentos nacionales, con certificaciones de calidad.
Definición estratégica	Entregable físico y digital, Bajo estándares PMI
Cronograma de actividades	Entregable físico y digital Bajo estándares PMI
Análisis de costos	Entregable físico y digital Bajo estándares PMI
Adquisiciones del proyecto	Entregable físico y digital Bajo estándares PMI
Riesgos del proyecto	Entregable físico y digital Bajo estándares PMI
Comunicaciones del proyecto	Entregable físico y digital Bajo estándares PMI
Responsabilidades del proyecto	Entregable físico y digital Bajo estándares PMI

8. ANTECEDENTES Y OPORTUNIDAD

La Mariana es una empresa pionera en la implementación de cultivos acuapónicos, el diseño automático de estos sistemas presenta antecedentes en continentes como el de África y Asia, sin embargo, en Colombia no se cuenta con sistemas de este tipo con instrumentación y con algún grado de automatización por lo que es una gran oportunidad para visibilizar y apoyar este tipo de cultivos, así como contribuir a la generación de esta y demás tipos de agricultura alternativa tecnificada.

9. NECESIDADES Y/O REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO

TIPO	DESCRIPCIÓN	COSTO
Recursos Humanos	JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	8.100.000
	RONALD STEVEN RICO PATIÑO	8.100.000
Recursos Tecnológicos	1 computador portátil	1.600.000
	1 computador portátil	1.600.000
	Paquetes de software (Microsoft Visio, Paquete Office, Google Sketchup)	5.500.000
Otros	Servicio de internet	400.000
	Servicio de telefonía	100.000
Costo Total Estimado del Proyecto		\$25.400.000

10. FASES Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR

FASE	ACTIVIDAD	DURACIÓN/DIAS
PLANIFICAR:	Entender y analizar el proceso, por medio de un recorrido explicativo ofrecido por el cliente	3
	Determinar los requerimientos del sistema por medio de una entrevista como instrumento de recolección de información.	3
	Realizar un levantamiento de información de la planta para determinar las medidas y la distribución de todos los elementos instalados en el momento.	3
	Se desarrolla estudio de mercado	3
	Se desarrolla la propuesta de negocio	5
	Se elabora el Plan estratégico	5
EJECUTAR	Se realiza distribución de la planta y planimetría	5
	se realiza la selección de la tecnología, y de la instrumentación para las principales variables a medir y a controlar	5
	Se especifica la filosofía de control	2
	se especifica la arquitectura de control y comunicaciones	5
	se realiza el diagrama de procesos PFD y el P&ID	6
	Realizar dimensionamiento del parque solar	5
	Realizar cálculo de consumo de agua y evaporación	4

	Se desarrolla la propuesta económica	8
VERIFICAR:	Se solicita concepto revisión y aprobación de ingeniería	3
	se procede a Sofisticar las especificaciones a proveedores si es requerido	3
	Comprobar el cumplimiento de las especificaciones establecidas en las fases anteriores	3
	Verificar tanto características técnicas como compatibilidades dimensionales	3
	se realiza una selección definitiva de los proveedores	3
	se realiza el lanzamiento de la propuesta final del diseño.	3
MEJORAR	Se efectúa la retroalimentación por parte de la empresa acuapónicos la mariana, y se recopila nueva información que permite la mejora continua del proceso,	3
	Se realizan los ajuste a los que haya lugar hasta lograr la aprobación del diseño	4
	Se realiza el cierre al mismo.	3

11. RIESGOS IDENTIFICADOS

Causa	Evento	Descripción del Riesgo	Objetivo
Campaña publicitaria inadecuada, no se llega a las asociaciones del sector ni a los entes locales, No se considera atractiva la propuesta por los habitantes del sector	No se logra que los habitantes de sector conozcan el proyecto	Riesgo Bajo	Visibilizar la industria de acuapónica, hidroponía y acuicultura en el sector de tengo Cundinamarca como una posible fuente de trabajo o de auto sostenimiento en el sector.
No se vincula a diferentes grupos sociales, y se acaparan funciones laborales	Poca generación de empleos directos e indirectos durante y después de la implementación del sistema	Riesgo Bajo	Generar empleo a diferentes grupos sociales, toda vez que nos genera empleo a nosotros mismos, así como a los técnicos y personal requerido, de igual manera a una empresa externa encargada del monitoreo y comunicaciones y posteriormente a otros empleos indirectos a la implementación.
Mal dimensionamiento en los cálculos del parque solar, y de precipitación y evaporación	Bajos índices de Ahorro en energía y agua	Riesgo Alto	Realiza verificación de cada uno de los cálculos, y validando su correcto dimensionamiento.
Instrumentación, control o cálculos inadecuados para el oxígeno disuelto dentro de la piscina	No aumenta la producción piscícola	Riesgo medio	Se logra mayor cantidad de truchas arcoíris cultivadas en la misma piscina

Error de dimensionamiento del consumo de agua de los cultivos y la evaporación en las piscinas con respecto a las precipitaciones del sector	El diseño planteado no baja el consumo de agua	Riesgo bajo	Realizar un análisis de información sobre la intensidad y periodicidad de la cantidad de agua lluvia que cae en el sector, Analizar el agua lluvia que se evapora en sitio y generar las recomendaciones que den a lugar para la disminución de la evaporación.
No se calcula, correctamente indicadores económicos y de viabilidad financiera	No Se realiza un adecuado cálculo de costos.	Riesgo Bajo	Verificar la propuesta económica e indicadores TIR y VPN para el tiempo estimado
Errores Humanos de ingeniería	Errores en la ingeniería conceptual, básica y de detalle	Riesgo medio	Realizar validación de los diseños por diferentes ingenieros buscando reducir la posibilidad de error

12. COMPROMISOS

Compromiso	Responsable	Fecha
Presentar avances semanales al cliente en etapa de ejecución	JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	06/07/2019
Mostrar al cliente el concepto de ingeniería.	RONALD STEVEN RICO PATIÑO	06/07/2019
Presentar diseño de planta en 3D	JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	06/07/2019
Garantizar el cumplir con normatividad vigente en estándares técnico	RONALD STEVEN RICO PATIÑO	06/07/2019

Realizó:	JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ
Revisó:	MELISSA DIAZ
Aprobó:	RONALD STEVEN RICO PATIÑO

CONTROL DE CAMBIOS EN PROYECTO

Proyecto	DISEÑO AUTOMÁTICO PARA SISTEMA SOSTENIBLE DE ACUAPONIA	Código del Proyecto	OC 00100
----------	---	------------------------	----------

Datos de la Reunión

Fecha	Hora de Inicio	Hora de Terminó	Lugar
13-07-2019	2:00 pm	4:00 pm	Cultivo La Marina

Gerente del Proyecto:	Jonnathan Ivan Reyes Suarez
Responsable de la Solicitud:	Steven Rico
Responsable de las Actividades:	Steven Rico

Descripción del Cambio

El cambio consiste en implementar baterías con un rango de vida útil mayor a 10 años, dentro de la propuesta inicial se oferto baterías 12V a 120Amp de Propósito General tipo VRLA con vida útil de 5 años.

Razones del cambio

Las baterías de Propósito General no permiten retornar la inversión de la planta Solar para el cultivo, dado que pasados los 5 años ahí que volver a invertir en el banco de baterías para el suministro energético del cultivo acuapónico.

Beneficios y prejuicios

Una mejor operación y rendimiento del sistema energético para el cliente durante el tiempo de garantía.
El proveedor de las baterías que tiene vida útil mayor a 10 años provee una garantía extendida de un año adicional por el producto.

Las baterías con vida útil mayor a 10 años tienen un costo mayor de aproximadamente \$200.000 por encima de las de 5 años de operación.

Las baterías con mayor vida útil tienen un tiempo de entrega de 15 días adicionales a las de 5 años, dado que no se encuentran en stock en la bodega de Bogotá y deben realizar la salida directamente de Fabrica.

Impacto en el Porcentaje de Avance

Cronograma	Costos	Criterios de Aceptación
15 días adicionales	\$ 2.800.000	Si se aprueba el nuevo suministro de baterías con vida útil mayor a 10 años. Se baja un porcentaje de utilidad, pero se asegura la operación del sistema por el tiempo de garantía establecido en el proyecto, adicionalmente el costo de las nuevas baterías se compensa con una actividad de mantenimiento preventivo que no se tendría que llevar a cabo, porque el proveedor de las baterías la realizaría como un valor agregado por la compra de este tipo de baterías.

Firmas de Responsabilidad

Gerente del Proyecto
Jonnathan Iván Reyes

Líder del Proyecto
Steven Rico

Realizó:	Steven Rico	Líder del Proyecto
Revisó:	Melissa Diaz	Supervisora del Proyecto
Aprobó:	Jonnathan Iván Reyes	Gerente del Proyecto

SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

Dependencia	Área Técnica
Director	Jonnathan Iván Reyes
Proyecto	Diseño de Optimización Cultivo Acuapónico
Encargado	Ing. Steven Rico
Fecha reunión	13-07-2019

DIAGNÓSTICO GENERAL

Estado o Nivel de Avance	Se tiene la instrumentación en Laboratorio, ya se realizó la verificación de que los equipos no hayan sufrido daños o golpes en la parte interna de los empaques y carcazas, se realizaron las pruebas básicas de funcionamiento y los sensores de encuentran en buen estado.
---------------------------------	---

Pendientes	Realizar la programación del sistema con el PLC, datalogger y sensores de Oxígeno Disuelto, para calcular y configurar el controlador PID que llevara a cabo la operación del Blower junto con el variador de frecuencia.
-------------------	---

Compromiso	Finalizar la configuración en tres días del PLC, con el datalogger y sensores de Oxígeno Disuelto.
-------------------	--

ACTA DE CIERRE DE PROYECTO

1. Datos de la Reunión

Fecha	Hora de Inicio	Hora de Terminó	Lugar
30/07/2019	16:00	18:00	Bogotá D.C

2. Proyecto

Proyecto	DISEÑO AUTOMÁTICO PARA SISTEMA SOSTENIBLE DE ACUAPONIA	Código del proyecto	20191389
----------	--	---------------------	----------

3. Asunto

Cierre del Proyecto

4. Participantes

Nombre	Rol	Asistió (Si/No)
JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	Gestor del Proyecto	SI
RONALD STEVEN RICO PATIÑO	Líder de proyecto	SI
CESAR RODRIGUEZ	Cliente	
ALEJANDRO RODRIGUEZ	Cliente	

5. Resumen

Se cumple a cabalidad con el alcance del proyecto en los tiempos y costos especificados.
--

6. Lista de entregables

1. Diseño de la distribución de planta 2. Diseño del PFD 3. Diseño del P&ID 4. Filosofía de control 5. Arquitectura de control y comunicaciones 6. Listado de instrumentos y Fichas técnicas de equipos 7. Definición estratégica 8. Cronograma de actividades 9. Análisis de costos 10. Adquisiciones del proyecto 11. Riesgos del proyecto 12. Comunicaciones del proyecto 13. Responsabilidades del proyecto

7. Costos del proyecto

Costo total: 25.400.000
Costo real: 25.400.000

8. Duración del Proyecto

Horizonte del Proyecto	Año	Mes	Día
Fecha de Inicio	2019	05	02
Fecha de Terminación	2019	07	06

9. Clasificación del proyecto

Clasificación:	Confidencial:	SI _____	NO _____x_____	Otro _____
	Prioritario:	SI _____x_____	NO _____	Otro _____

10. Logros del proyecto

- Se fortalece y visibilizar la industria de acuapónica, hidroponía y acuicultura en el sector de tengo Cundinamarca como una posible fuente de trabajo o de auto sostenimiento en el sector.
- El diseño e implementación del proyecto genera empleo a diferentes grupos sociales, toda vez que nos genera empleo a nosotros mismos, así como a los técnicos y personal requerido, de igual manera a una empresa externa encargada del monitoreo y comunicaciones y posteriormente a otros empleos indirectos a la implementación.
- Se presenta reducción económica en el consumo de energía en mayor medida y de agua en los meses de verano.
- Se logra diseño para mayor cantidad de truchas arcoíris cultivadas en la misma piscina.
- Se presentan diseño para lograr contrarrestar los índices de evaporación de agua y se almacenamiento y aprovechamiento de manera más efectiva.
- Se presenta diseño de parque solar que permite la generación de energía limpia.

11. Beneficiarios del Proyecto

JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ
RONALD STEVEN RICO PATIÑO
CESAR RODRIGUEZ
ALEJANDRO RODRIGUEZ

12. Relación y manejo de los Stakeholders

Comunicación asertiva y afectiva de manera personal, digital y vía telefónica.

13. Comentarios Finales

Se cumple a cabalidad con los entregables del proyecto.

14. Documentación Relacionada en el Proyecto

Documento	Ubicación
Diseño Final	Enlace Drive

Firmas de Responsabilidad

JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ

Gerente del proyecto

RONALD STEVEN RICO PATIÑO

Líder del Proyecto

Realizó:	JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	
Revisó:	MELISSA DIAZ	
Aprobó:	RONALD STEVEN RICO PATIÑO	

ADQUISICIONES DEL PROYECTO

Código EDT	Producto o entregable	Tipo de adquisición	Modalidad de adquisición	Fechas estimadas		Presupuesto estimado
				Fecha de inicio	Fecha Fina	
20198913-1	Diseño de la distribución de planta	Servicio Diseño de proyecto ingeniería	Contratación Directa	24/05/2019	29/05/2019	\$2.000.000
20198913-2	Diseño del PFD	Servicio Diseño de proyecto ingeniería	Contratación Directa	11/06/2019	17/06/2019	\$1.500.000
20198913-3	Diseño del P&ID	Servicio Diseño de proyecto ingeniería	Contratación Directa	11/06/2019	17/06/2019	\$3.500.000
20198913-4	Filosofía de control	Servicio Diseño de proyecto ingeniería	Contratación Directa	4/06/2019	6/06/2019	\$500.000
20198913-5	Arquitectura de control y comunicaciones	Servicio Diseño de proyecto ingeniería	Contratación Directa	6/06/2019	6/11/2019	\$2.000.000
20198913-6	Listado de instrumentos y Fichas técnicas de equipos	Servicio Diseño de proyecto ingeniería	Contratación Directa	29/05/2019	6/06/2019	\$500.000
20198913-7	Definición estratégica	Servicio Diseño de proyecto ingeniería	Contratación Directa	2/05/2019	24/05/2019	\$2.314.286
20198913-8	Cronograma de actividades, Análisis de costos	Servicio Diseño de proyecto ingeniería	Contratación Directa	2/05/2019	2/02/2019	\$2.314.286
20198913-12	Riesgos del proyecto, Comunicaciones del proyecto, Responsabilidades del proyecto	Servicio Diseño de proyecto ingeniería	Contratación Directa	13/07/2019	19/07/2019	\$2.314.286

RIESGOS DEL PROYECTO

Nro	Datos del Riesgo								
	Estado actual	Categorías	Causas	Descripción	Probabilidad (1 a 5)	Impacto (1 a 5)	Prioridad	Plan de respuesta	Responsable
1	Vigente	Publicidad	Campaña publicitaria inadecuada, no se llega a las asociaciones del sector ni a los entes locales, No se considera atractiva la propuesta por los habitantes del sector	No se logra que los habitantes de sector conozcan el proyecto	3	2	Baja	Identificar los grupos sociales que puedan estar interesados y hacerles llegar la información de lo que se está desarrollando, hablar con la alcaldía y las respectivas JAL, identificar los líderes y contarles el proyecto.	Jonnathan ivan Reyes Suarez, Ronald Steven Rico Patiño
2	Vigente	Empleo	No se vincula a diferentes grupos sociales, y se acaparan funciones laborales	Poca generación de empleos directos e indirectos durante y después de la implementación del sistema	2	2	Baja	Garantizar por medio de los requerimientos de contratación que la empresa outsourcing utilice el recurso humano adecuado. Realizar seguimiento después de la instalación para servir de puente cuando se requiera personal para realizar mantenimientos y demás.	Jonnathan ivan Reyes Suarez, Ronald Steven Rico Patiño
3	Vigente	Diseño	Mal dimensionamiento en los cálculos del parque solar, y de	Bajos índices de Ahorro en energía y agua	3	4	Alta	Garantizar que el dimensionamiento de la granja solar sea acorde a lo que se necesita, de igual	Jonnathan ivan Reyes Suarez, Ronald Steven Rico Patiño

			precipitación y evaporación					manera realizar una adecuada implementacion, Comprobar y comparar los estudios para los cálculos de la evaporación de agua.	
4	Vigente	Diseño	Instrumentación, control o cálculos inadecuados para el oxígeno disuelto dentro de la piscina	No aumenta la producción piscícola	3	4	Media	Garantizar que los peces cuenten con mayor nivel de oxígeno disuelto en el agua sin presentar variaciones para que no se estresen.	Jonnathan ivan Reyes Suarez, Ronald Steven Rico Patiño
5	Vigente	Diseño	Error de dimensionamiento del consumo de agua de los cultivos y la evaporación en las piscinas con respecto a las precipitaciones del sector	El diseño planteado no baja el consumo de agua	2	2	baja	Realizar un análisis de información sobre la intensidad y periodicidad de la cantidad de agua lluvia que cae en el sector, Analizar el agua lluvia que se evaporar en sitio y generar las recomendaciones que den a lugar para la disminución de la evaporación.	Jonnathan ivan Reyes Suarez, Ronald Steven Rico Patiño
6	Vigente	Cálculos	No se calcula, correctamente indicadores económicos y de viabilidad financiera	No Se realiza un adecuado cálculo de costos.	2	2	baja	Verificar la propuesta económica e indicadores TIR y VPN para el tiempo estimado	Jonnathan ivan Reyes Suarez, Ronald Steven Rico Patiño
7	Vigente	Diseño	Errores Humanos de ingeniería	Errores en la ingeniería conceptual, básica y de detalle	3	3	medio	Realizar validación de los diseños por diferentes ingenieros buscando reducir la posibilidad de error	Jonnathan ivan Reyes Suarez, Ronald Steven Rico Patiño

COMUNICACIONES DEL PROYECTO

Objetivo		Usuario		Responsabilidad		Tiempo	
¿Que comunicar?	¿Por qué?	Destinatario	Método de comunicación	Preparación	Envío	Fecha inicial	Frecuencia
Informe de logros	Seguimiento y control	Supervisor	Escrito	Líder del proyecto	Gerente del proyecto	10/05/2019	Semanal
Informe de novedades	Correcciones y ajustes	Líder del proyecto	Escrito	Supervisor	Gerente del proyecto	11/05/2019	Semanal
Retroalimentación	Mejora continua	Gerente del proyecto	Escrito	Cliente	Cliente	1/06/2019	Quincenal
Informe de avance	Para retroalimentación	Cliente	Escrito	Gerente del proyecto	Gerente del proyecto	15/05/2019	Quincenal

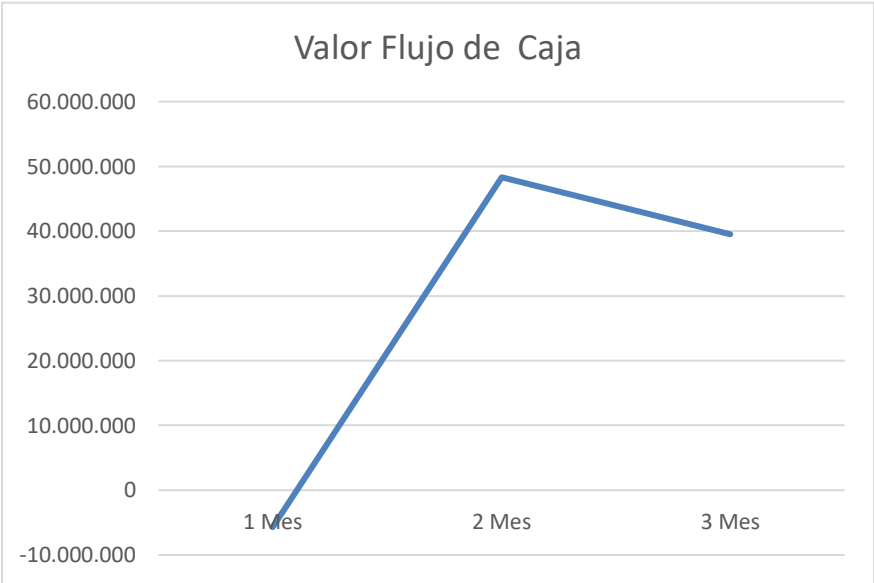
RESPONSABILIDADES DEL PROYECTO

Diagrama RACI	Miembros del equipo	
Producto/Entregable	Miembro1	Miembro2
Diseño de la distribución de planta	JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	RONALD STEVEN RICO PATIÑO
Diseño del PFD	JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	RONALD STEVEN RICO PATIÑO
Diseño del P&ID	JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	RONALD STEVEN RICO PATIÑO
Filosofía de control	JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	RONALD STEVEN RICO PATIÑO
Arquitectura de control y comunicaciones	JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	RONALD STEVEN RICO PATIÑO
Listado de instrumentos y Fichas técnicas de equipos	JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	RONALD STEVEN RICO PATIÑO
Definición estratégica	JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	RONALD STEVEN RICO PATIÑO
Cronograma de actividades	JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	RONALD STEVEN RICO PATIÑO
Análisis de costos	JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	RONALD STEVEN RICO PATIÑO
Adquisiciones del proyecto	JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	RONALD STEVEN RICO PATIÑO
Riesgos del proyecto	JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	RONALD STEVEN RICO PATIÑO
Comunicaciones del proyecto	JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	RONALD STEVEN RICO PATIÑO
Responsabilidades del proyecto	JONNATHAN IVAN REYES SUAREZ	RONALD STEVEN RICO PATIÑO

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

MES	1	2	3		
INGRESOS					
Primer desembolso		\$59.726.945		\$0	
Segundo desembolso		\$0		\$59.726.945	
Utilidad (10%)		\$0		\$11.945.389	
AI(5%,10%)=		\$0		\$17.918.084	
Total Ingresos		59.726.945		89.590.418	
COSTOS/ITEM			Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Salario Profesional Especializado	\$2.700.000	\$2.700.000	\$2.700.000	1	\$2.700.000
Salario Profesional Especializado	\$2.700.000	\$2.700.000	\$2.700.000	1	\$2.700.000
Paneles solares	\$0	\$0	\$715.000	14	\$10.010.000
Baterías	\$0	\$0	\$930.000	14	\$13.020.000
Regulador	\$0	\$0	\$910.000	1	\$910.000
Reductor DC/DC	\$0	\$0	\$460.000	1	\$460.000
Inversor	\$0	\$0	\$1.750.000	1	\$1.750.000
PLC + HMI	\$0	\$0	\$3.850.000	1	\$3.850.000
Datalogger	\$0	\$0	\$4.830.000	1	\$4.830.000
Blower	\$0	\$0	\$1.820.000	1	\$1.820.000
Bomba centrífuga	\$0	\$0	\$840.000	3	\$2.520.000
Sensores Oxígeno Disuelto	\$0	\$0	\$2.100.000	5	\$10.500.000
Sensor Radar	\$0	\$0	\$2.100.000	1	\$2.100.000
Sensor Nivel	\$0	\$0	\$1.050.000	1	\$1.050.000
Sensor Amonio/Nitrato	\$0	\$0	\$10.500.000	1	\$10.500.000
Electroválvula	\$0	\$0	\$140.000	1	\$140.000
Sensor PH	\$0	\$0	\$1.750.000	1	\$1.750.000
Cableado paneles solares 4mm2 X 40mts	\$0	\$0	\$126.000	1	\$126.000
Conectores paneles solares	\$0	\$0	\$234.000	14	\$2.293.200
Pluviómetro	\$0	\$0	\$560.000	1	\$560.000
Sensor evaporación	\$0	\$0	\$350.000	1	\$350.000
Variador de Frecuencia	\$0	\$0	\$770.000	1	\$770.000
Sensor Temp/Humedad	\$0	\$0	\$980.000	1	\$980.000
Pago a empresa Outosurcing	\$0	\$0	4.000.000	1	\$4.000.000
Imprevistos			\$17.918.084	1	\$17.918.084
Trasporte y Logística	\$300.000	\$300.000	300.000	1	\$300.000
Costos	\$5.700.000	\$5.700.000			\$97.907.284
Inflación anual del 3%	\$0	\$14.250			\$489.536
Costos Totales	\$5.700.000	\$5.714.250			\$98.396.820
BENEFICIOS	-5.700.000	54.012.695			-8.806.402

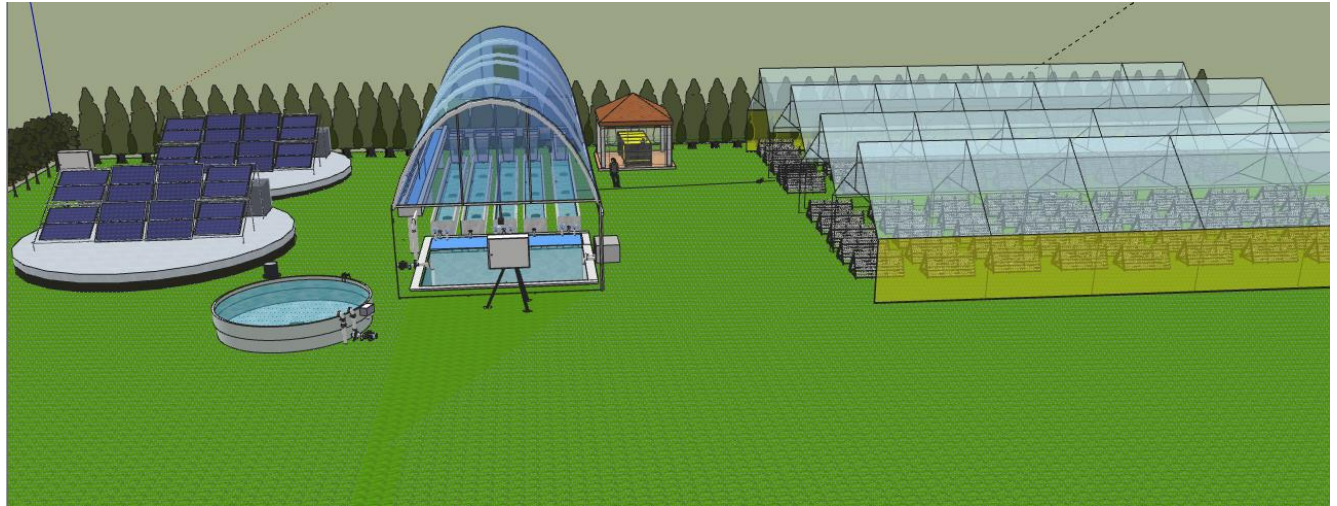
Periodo	Periodo1	Periodo2	Periodo3
Presupuesto	0	\$59.726.945	\$59.726.945
Acumulado	-\$5.700.000	\$48.312.695	\$39.50693



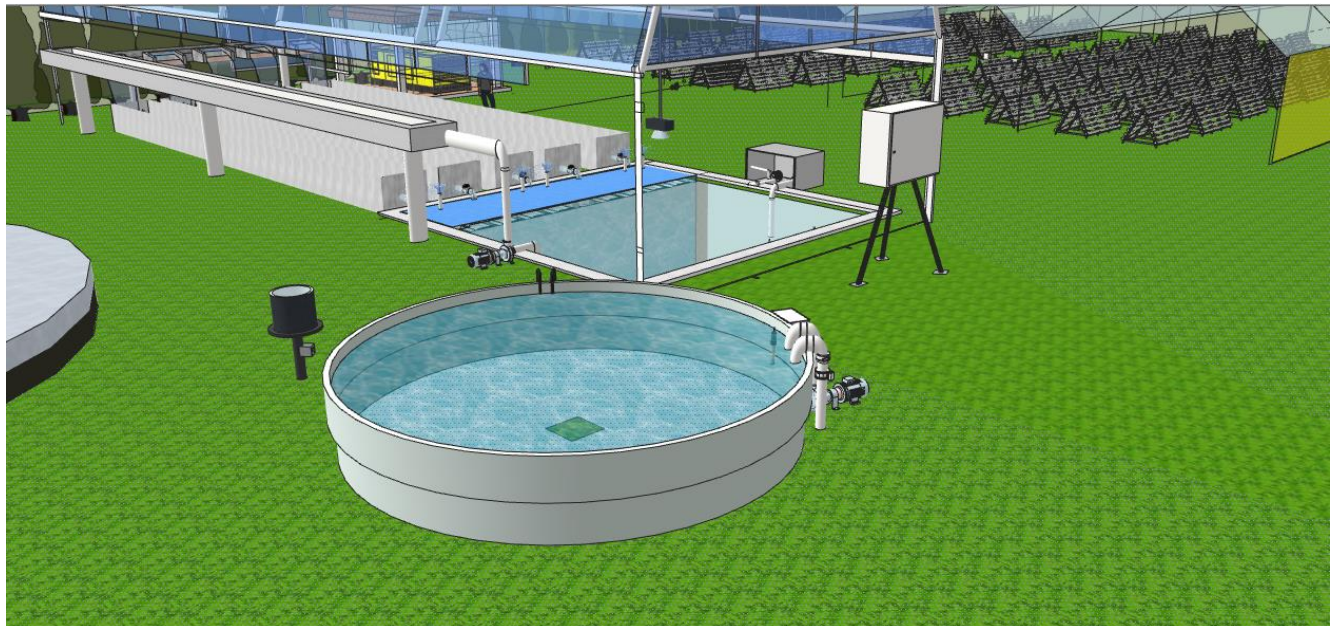
FASE DE EJECUCIÓN Y CIERRE

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

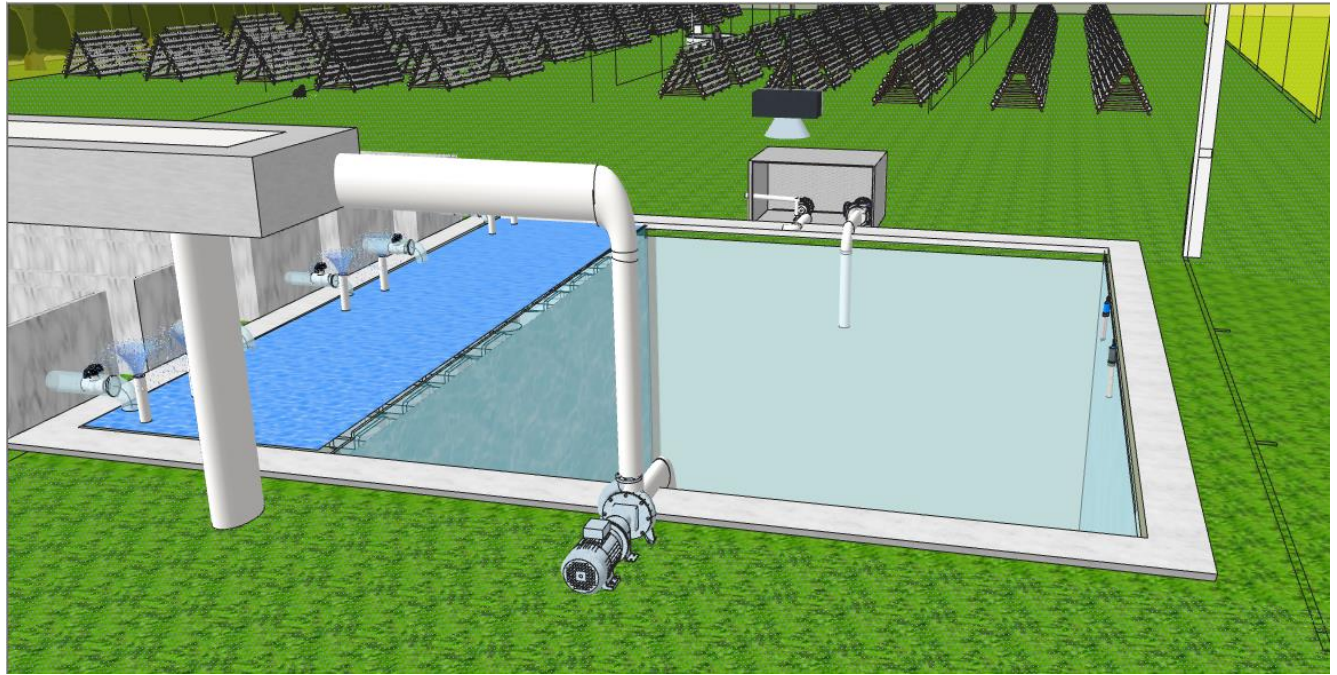
Vista general del sistema: Se logra visualizar el parque solar, el sistema de tanques de agua y el sistema de cultivo Hidropónico



Tanque de agua lluvia: La bomba envía el agua lluvia al tanque principal, cuenta con un sensor de nivel, el cual se mide de manera indirecta por medio de la presión. Podemos visualizar el pluviómetro y el gabinete donde se encuentra el PLC



Tanque principal: Se cuenta con un sensor de nitratos y amonio de color azul, también con un sensor de PH y temperatura de color gris, y en la parte superior se puede visualizar el sensor de radar, también se logra visualizar un Blower y dos bombas centrifugas que hacen parte del sistema.



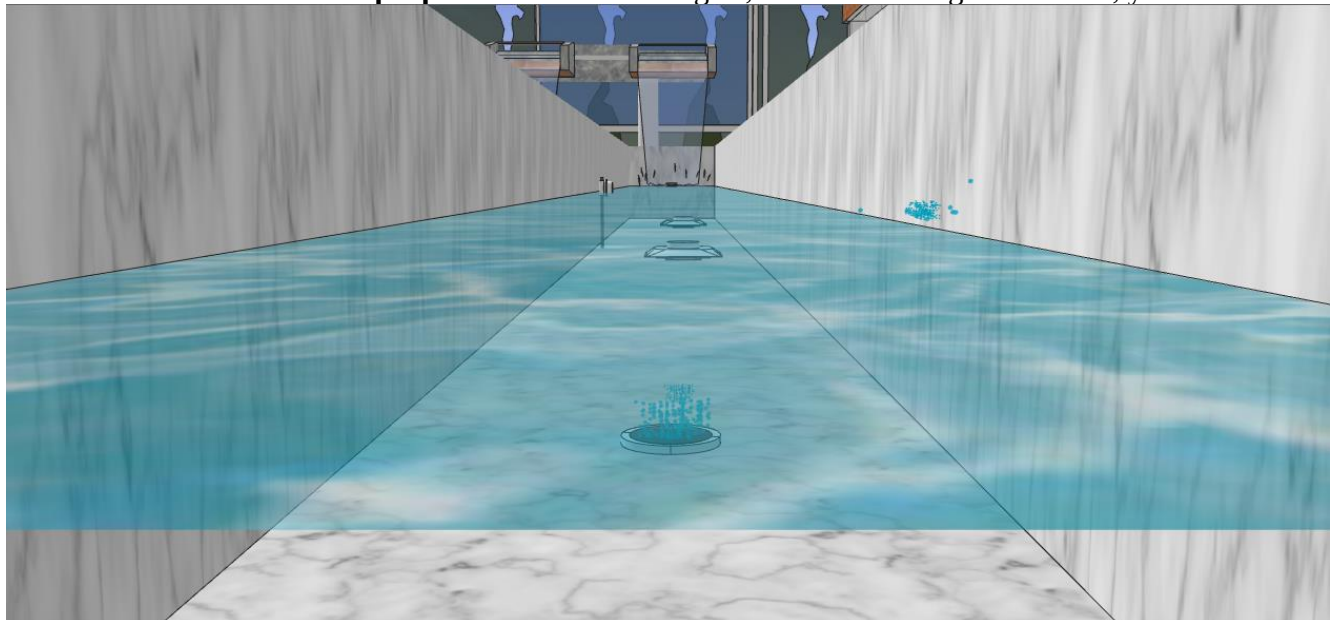
Filtro Biológico: En la siguiente imagen podemos observar el filtro biológico compuesto por diferentes tipos de piedra y arena presente en el tanque principal



Cascadas de agua y tanque de cultivo piscícola: Estas cascadas realizan la oxigenación de agua de manera natural, En los tanques de cultivo piscícola podemos observar los sensores de oxígeno disuelto y los difusores



Elementos dentro de un tanque piscícola: Caídas de agua , sensores de oxígeno disuelto, y difusores



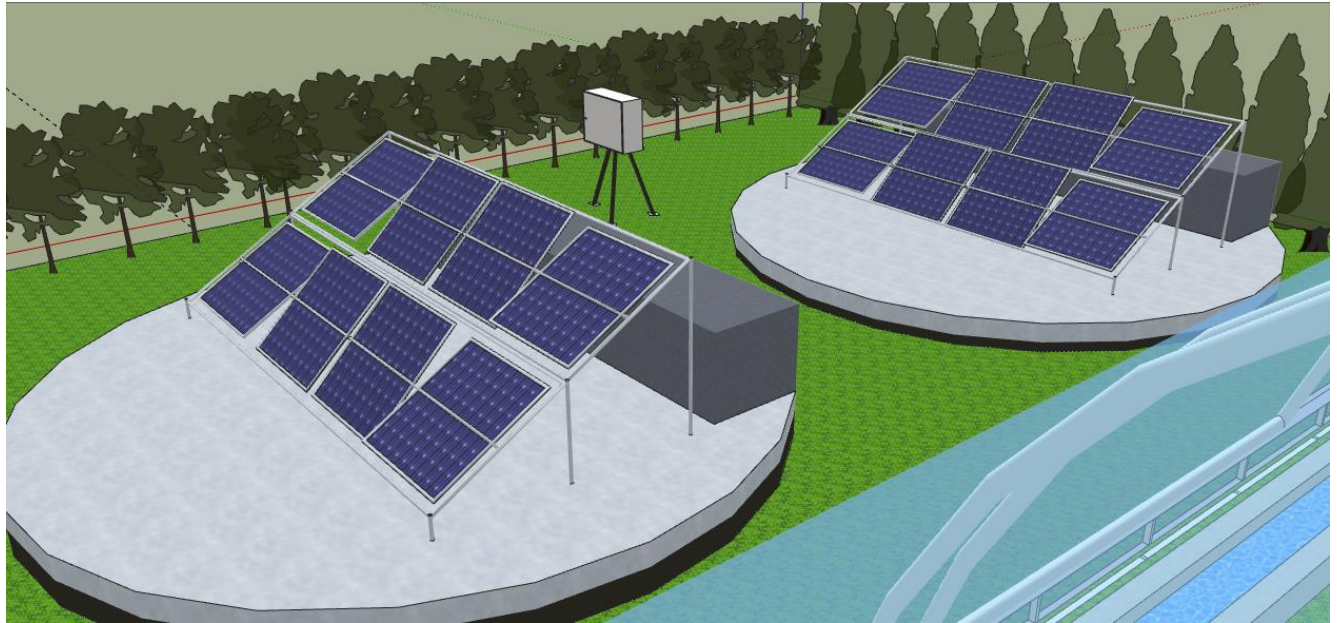
Cultivo Hidropónicos: Desde el filtro biológico se tiene una línea de proceso a el cultivo Hidropónico, donde se tiene una bomba con una electroválvula, la cual se activa por medio de un timer.



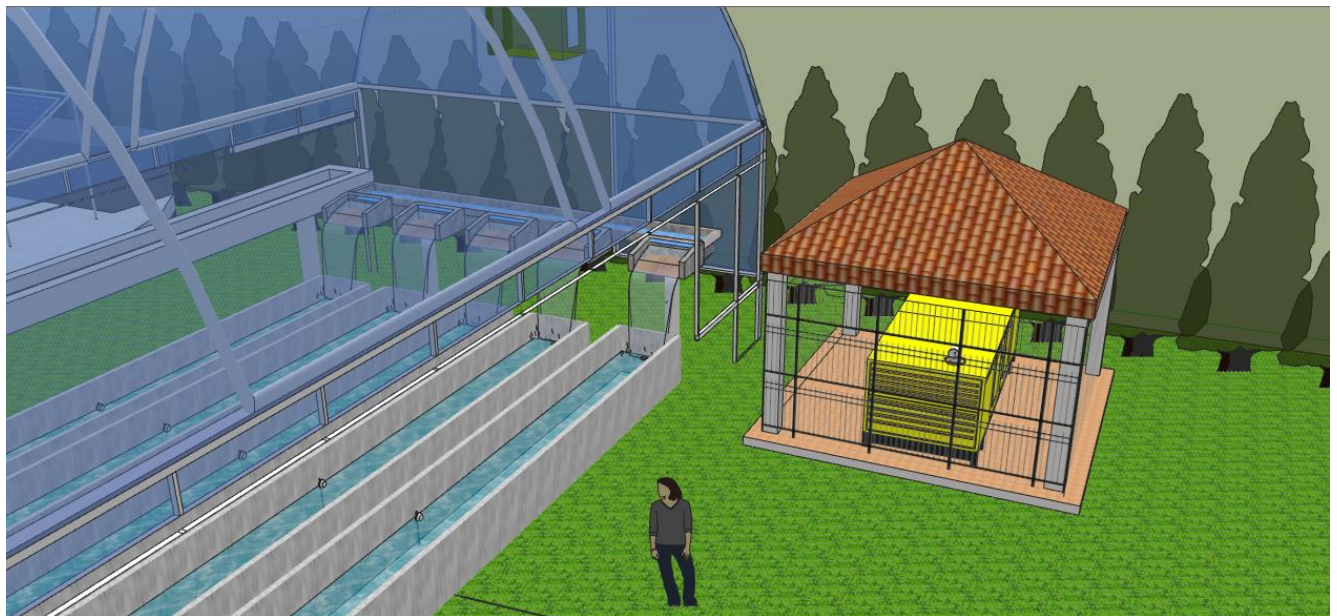
Tanque de evaporación: Dentro del cultivo hidropónico se cuenta con un tanque de evaporación, y una estación que mide variables meteorológicas, cuenta con su respectivo sensor de nivel, y una antena GPRS.



Parque solar: Se visualiza el sistema de energía alternativa, los gabinetes para las baterías, y un gabinete para las respectivas conexiones.



Panta eléctrica: Podemos visualizar la planta eléctrica que se cuenta actualmente en acuapónicos La Mariana

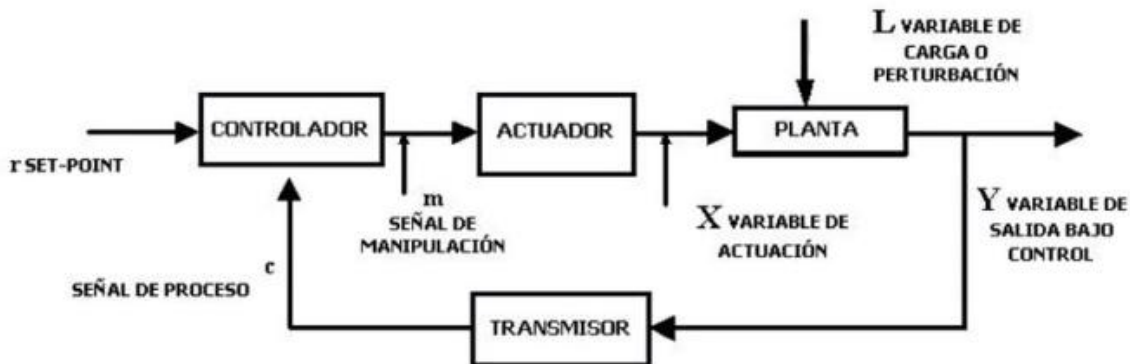


FILOSOFIA DE CONTROL

Dada la naturaleza del proceso continuo dentro de acuapónicos la mariana, Se tiene una materia prima la cual es agua fluyendo de manera constante a través de las diferentes etapas de la planta, manteniendo un delicado equilibrio en las condiciones de operación del proceso Hidropónico y de Acuicultura, de esta manera las variables a controlar en el sistema toman valores en un rango continuo, por lo que se mide y se actúa constantemente sobre un rango de valores parametrizado en el actuador, de tal forma que las señales predominantes del proceso son las señales continuas que representan a las variables de proceso y de control (Oxígeno disuelto, flujo, Nivel, Nitritos, Nitratos, Amonio, Temperatura, etc.).

ARQUITECTURA DE CONTROL

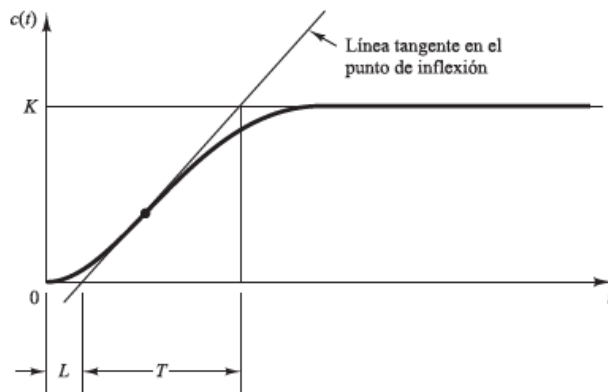
La arquitectura de control para cada lazo responde al control por retroalimentación de lazo cerrado.



ESTRATEGIAS DE CONTROL

1) ZIEGLER-NICHOLS

El sistema de acuaponía la mariana responde a un proceso continuo, este sistema cuenta con varios lazos de control los cuales deberán ser sintonizados experimentalmente en campo, esto es posible partiendo del supuesto de que los sistemas a controlar no contienen integradores ni polos dominantes complejos conjugados, inicialmente se realiza una excitación a la entrada del sistema de cada lazo de control y se realiza la adquisición de datos correspondiente a la variable de salida la cual es la misma variable a controlar, posteriormente de acuerdo a la primera ley de ZIEGLER-NICHOLS se procede a calcular el tiempo de **retardo L** y la constante de **tiempo T**.

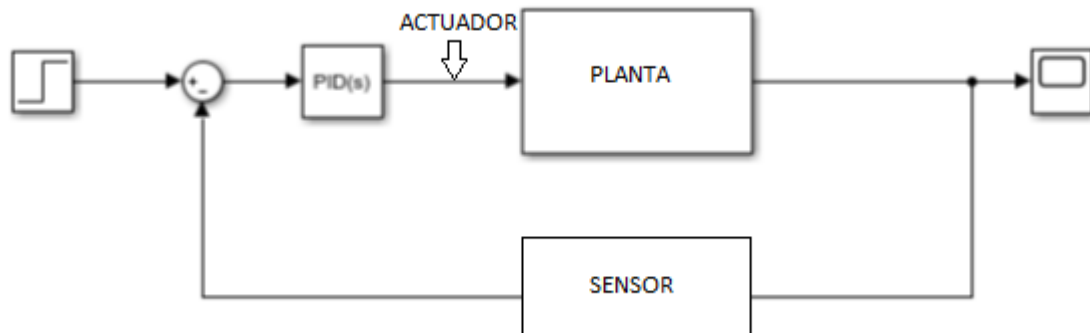


Con los valores de **L** y **T** podemos determinar las ganancias del controlador que el lazo requiera ya sean proporcionales (P) Integrales (I) o derivativas (D) de acuerdo con la siguiente tabla.

Regla de sintonía de Ziegler-Nichols basada en la respuesta escalón de la planta (primer método).

Tipo de controlador	K_p	T_i	T_d
P	$\frac{T}{L}$	∞	0
PI	$0.9 \frac{T}{L}$	$\frac{L}{0.3}$	0
PID	$1.2 \frac{T}{L}$	$2L$	$0.5L$

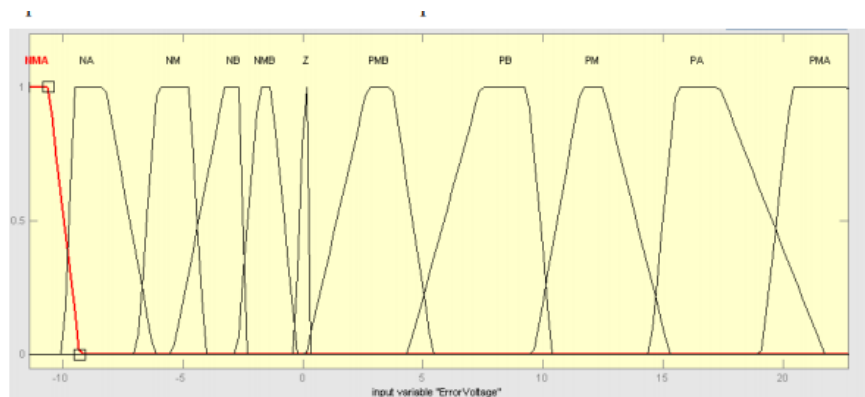
Posteriormente se verifica la respuesta de la planta con las ganancias del controlador calculadas.



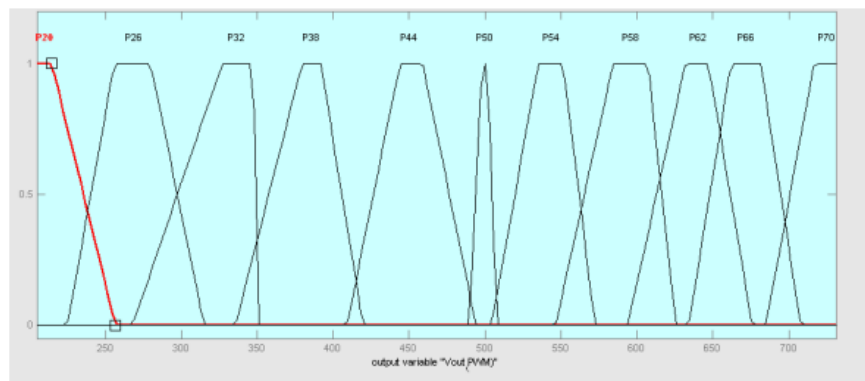
De acuerdo al estándar IEC 61313-3 se podría programar el PLC basado en el Diagrama de contactos (LD - Ladder Diagram), combinado con el Diagrama de bloques de funciones (FBD Function Block Diagram), Sin embargo se recomienda para mayor rapidez utilizar texto estructurado (ST) de igual manera en combinación con el diagrama de bloques de funciones (FBD Function Block Diagram), Cabe aclarar que en cualquiera de los dos lenguajes del estándar será posible implementar una programación adecuada.

FUZZY

Esta estrategia de control se basa más en el conocimiento del proceso que tiene el diseñador y menos en un planteamiento matemático riguroso. se establecen los conjuntos difusos de manera intuitiva los cuales serán empleados de tal manera que se puedan definir las variables de entrada y salida, así mismo es necesario definir los grados de pertenencia para cada una de las variables de control.



Funciones de membresía correspondientes a la entrada



Funciones de membresía correspondientes a la Salida

Posterior a ello se realiza plantean las reglas difusas dentro de PLC,

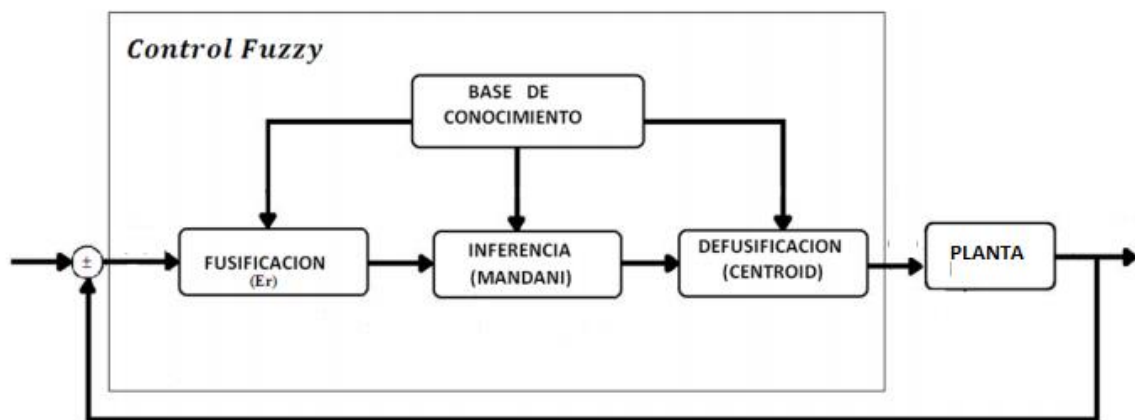
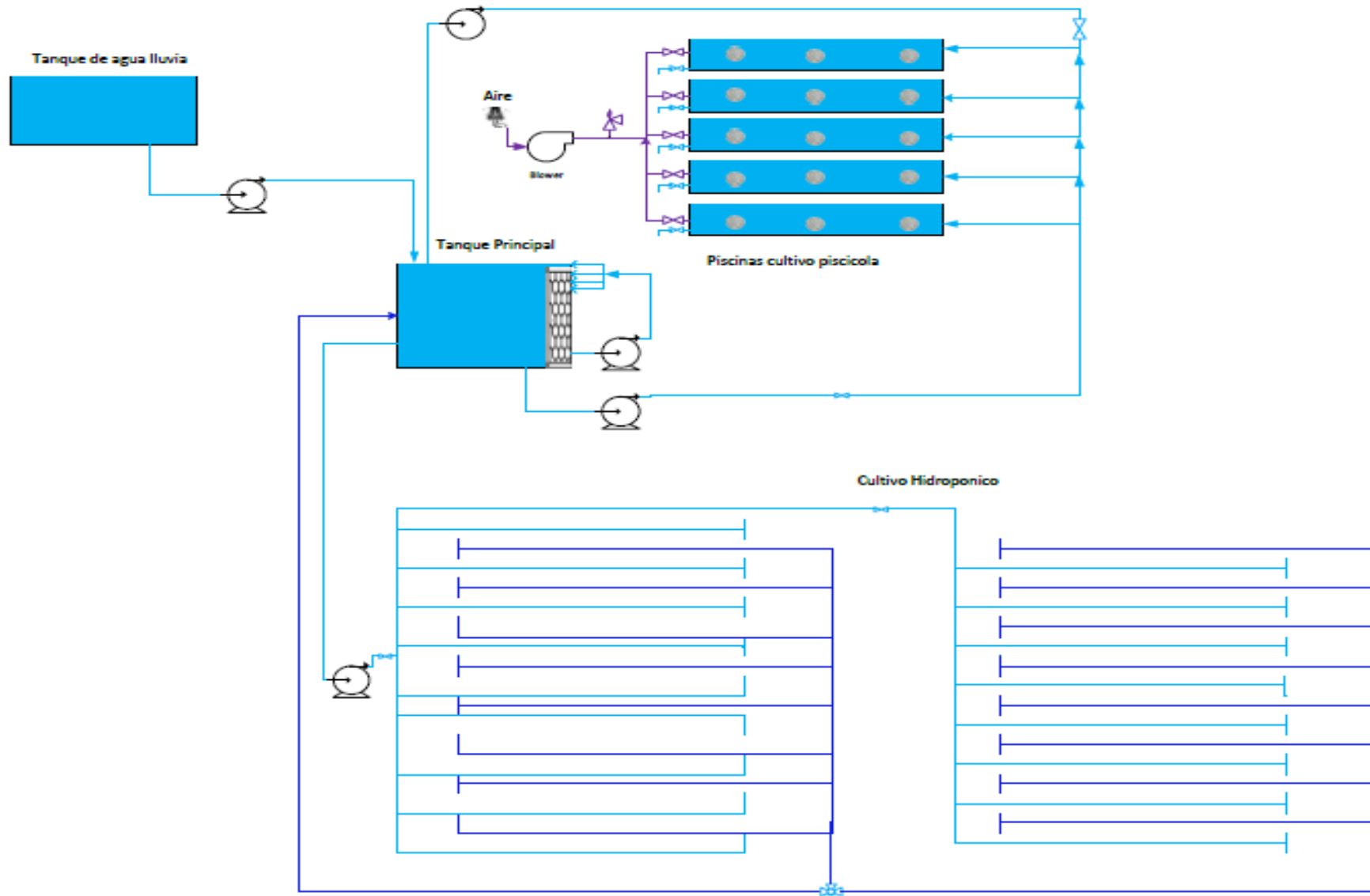


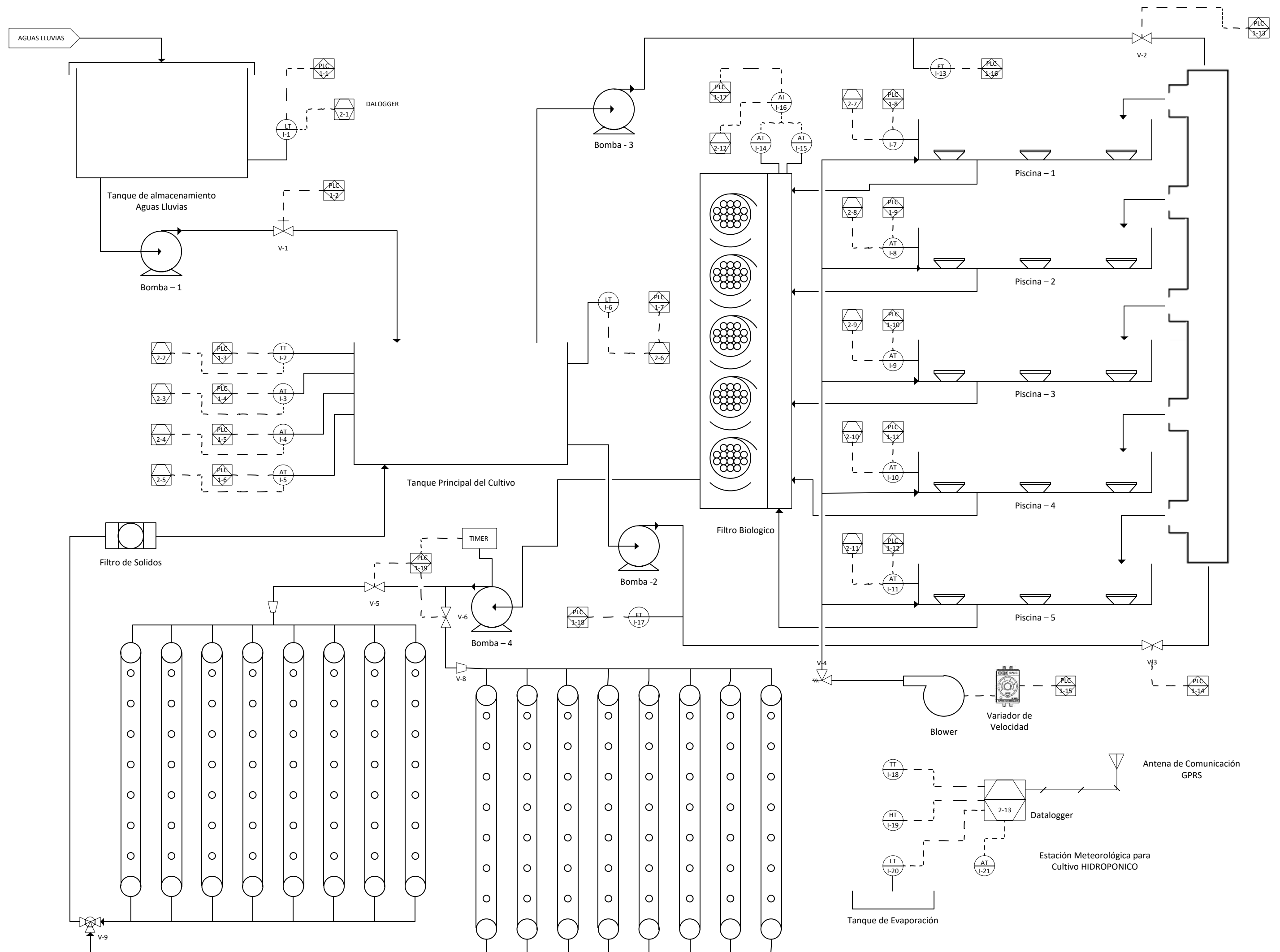
Diagrama de Bloques del Controlador FUZZY

Debido a que la programación de esta estrategia de control puede contener varios condicionales de acuerdo con las reglas difusas planteadas se recomienda de acuerdo con el estándar IEC 61131-3 implementar en el PLC programación basada en Texto Estructurado (ST).

PFD P&ID
ARQUITECTURA DE CONTROL

Diagrama de Flujo de Procesos - PFD





ARQUITECTURA SISTEMA AUTOMATICO CULTIVO ACUAPONICO

**Sistema
de
Alimentación**

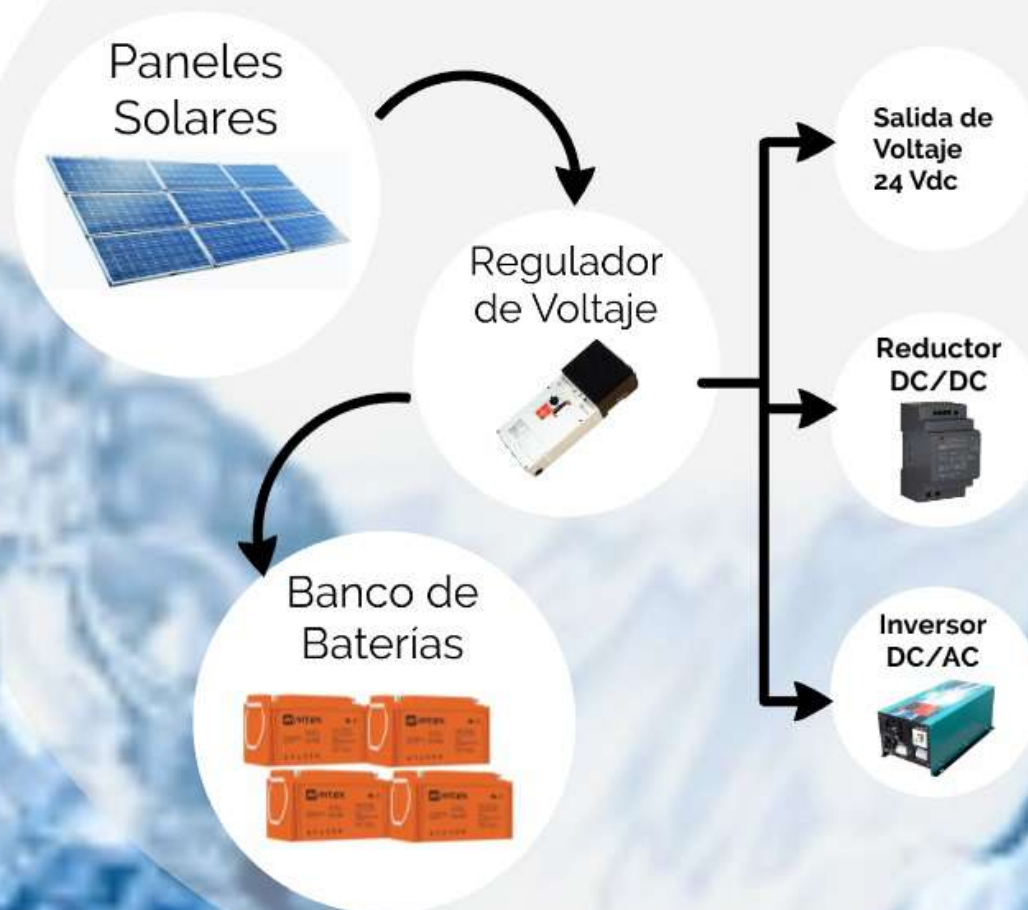
**Control,
Monitoreo y
Telemetría**

**Visualización
WEB**

Ing. Steven Rico
Ing. Jonathan Reyes

Energías Renovables

Parque Solar



Arreglo de Paneles Solares

CANTIDAD
14



Especificaciones

- Panel Solar para sistemas de 24 Vdc y 250W
- Máximo Voltaje en circuito abierto 36 Vdc
- Máximo Voltaje en circuito cerrado 29,87 Vdc
- Corriente máxima I_{mp} 8,33 amperios
- Eficiencia del modulo 15,4 %
- Eficiencia de celda solar 17,1



Regulador de Voltaje

- 97.9% de eficiencia máxima.
- Es adecuado para aplicaciones de bombeo
- Proporciona comunicaciones remotas, registro de datos, ajuste y medición.
- El TriStar MPPT 600V es el único controlador fotovoltaico de 600 voltios que ofrece protocolos de comunicación abiertos y verdadera funcionalidad habilitada para Ethernet.



Configurable para sistemas de
12/24/36/48/60 Vdc



Banco de Baterías

CANTIDAD
14



Batería de 12 Vdc 120Amp/h

- De ciclo profundo
- Vida útil hasta 12 años a 20° C
- Soporta 2000 ciclos para un 30% de profundidad de descarga



Voltaje de salida 24Vdc

Los 24 Vdc alimentan los siguientes equipos del sistema:

- PLC
- Variador de Frecuencia para Blower
- Sensores de Amonio y Nitrato
- Electroválvulas
- Sensor de nivel Tipo Radar



Reductor 24Vdc/12Vdc

DDR-60G-12

- Voltaje de salida ajustable entre 9 a 13.2 Vdc
- Corriente de salida 5 amp
- Rango Voltaje de entrada de 9 a 36 V
- Adecuado para instalaciones con Riel DIN

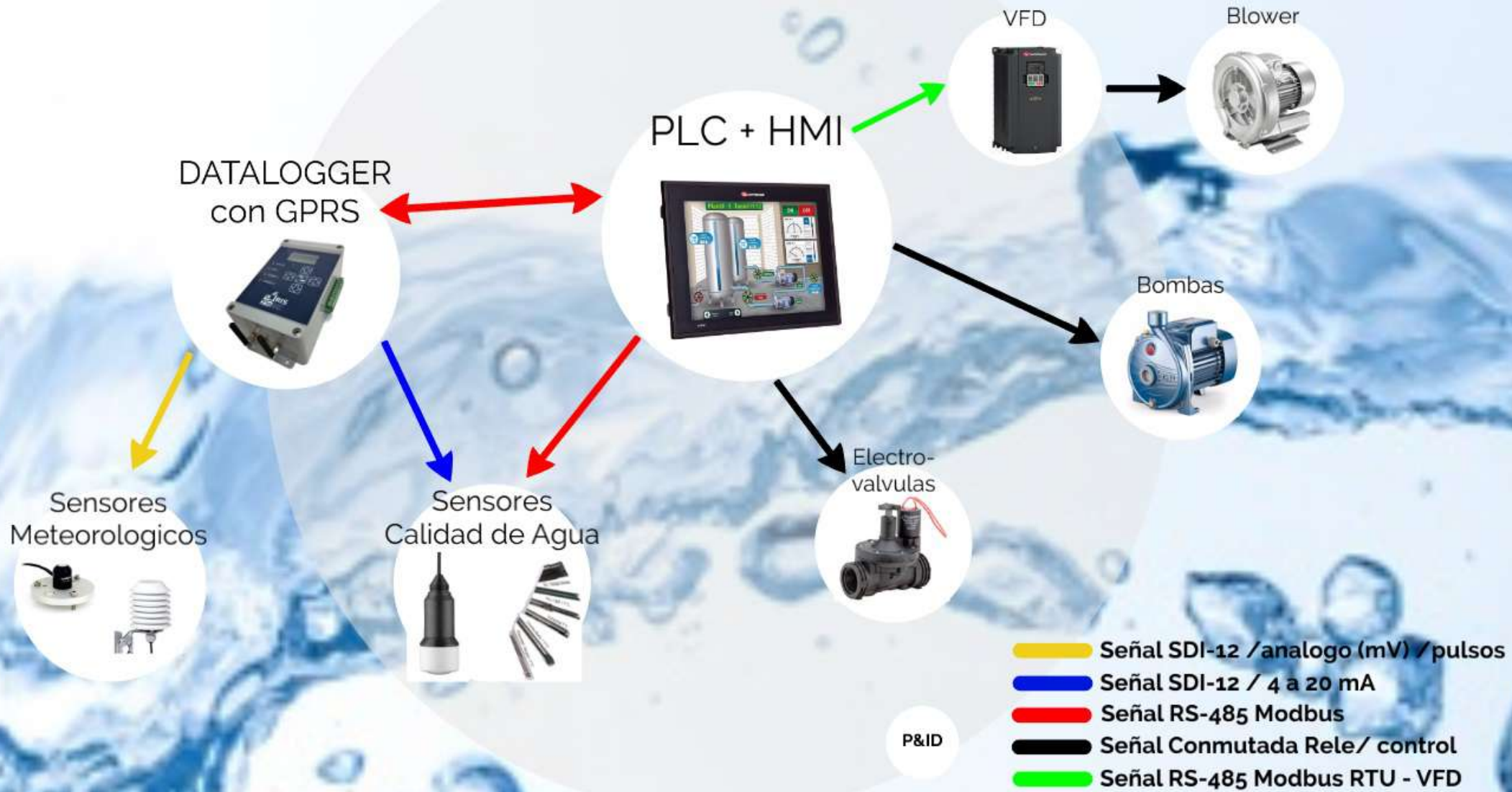


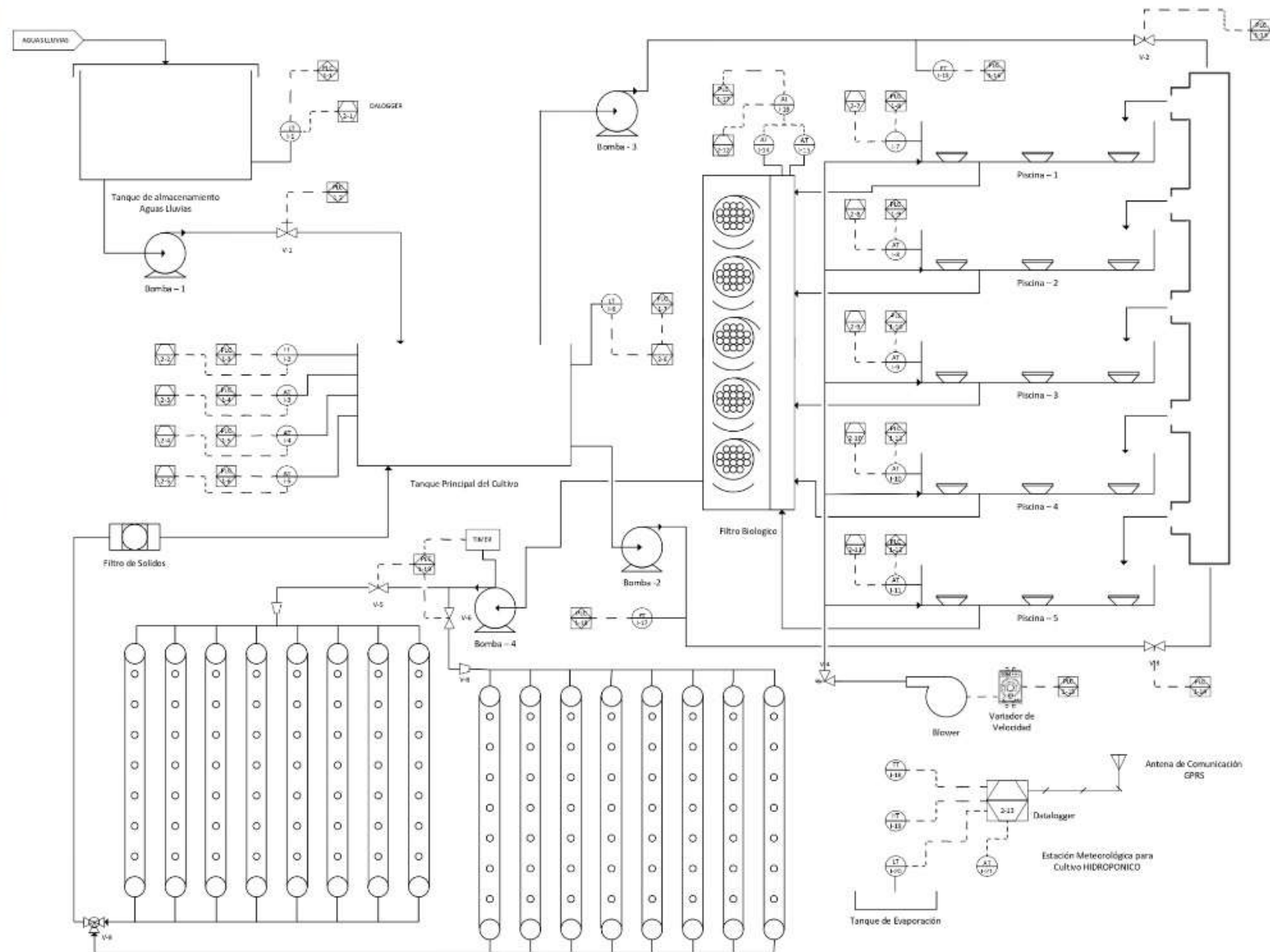
INVERSOR 24VDC / 110VAC

- Inversor de 5000W de onda pura, marca Power Jack
- DC Voltaje de entrada: 24V AC
- Voltaje de salida: Reglamento 110V-120V: $\pm 5\%$
Frecuencia: 60 Hz $\pm 3\%$ de eficiencia
- 90% Salida Forma de onda:
- Protección de la temperatura de onda sinusoidal pura:
70C
- entrada de alarma de bajo voltaje: 21V
- entrada de apagado de baja tensión : 20V
- entrada de alarma alta tensión: 28V
- entrada de apagado de alto voltaje:> 29V



INSTRUMENTACIÓN





Datalogger IRIS 270

- Opción de doble comunicación
- Carcasa de aluminio fundido
- IP67 y IP68 opcional
- Bajo consumo de energía
- Funciona con pilas y carga solar
- Hasta 50 sensores virtuales.
- Memoria no volátil y tarjeta SD.
- Configuración inalámbrica local y descarga de datos
- Compatible para comunicación con PLC por protocolo Modbus RTU.

¡IDEAL PARA:

- Adquisición de datos
- Estaciones hidrométricas
- Estaciones meteorológicas automáticas
- Monitoreo ambiental
- Monitoreo Agrometeorológico



Sensores Meteorológicos

- Sensor de Evaporación
- Tanque de Evaporación Clase A
- Sensor de Precipitación
- Sensor de temperatura y humedad relativa
- Sensor de Radiación Solar



Calidad de Agua



- Sensores de Nivel, tipo radar y de presión
- Sonda de pH y temperatura del agua
- Sonda de Amonio y Nitratos con visualizador para operador.
- Sondas de Oxigeno disuelto



VEGA

WTW
a xylem brand

STEVENS
MEASUREMENTS TO MIND

PONSEL
BY AQUALABO

PLC + HMI - UNITRONICS Vision 1210

- Con pantalla táctil de 12.1" en color de alta resolución y resolución grande.
- Entradas / salidas de complemento para un controlador todo en uno; Expande hasta 1000 I / Os, para medición digital, analógica, de alta velocidad, temperatura y peso.
- Autoajuste PID, hasta 24 bucles independientes
- Programas de procesos, recetas y registro de datos a través de tablas de datos.
- Tarjeta MicroSD - registro y copia de seguridad.

Puerto de comunicación

- Mini USB para programación
- Puede transportar
- RS485 / RS232 aislados
- Opcional Serial / Ethernet adicional

Protocolos:

- MODBUS
- SNMP (Protocolo simple de administración de red)
- CANOPEN, CANlayer2, UniCAN
- BACnet



Electroválvula de 24Vdc de 1 Pulgada

Modelo	Electroválvulas CPV
Material	Plástico (Nylon reforzado) Muelle y tornillería en acero inoxidable.
Uso	Residencial, comercial, agrícola
Color	Negro
Tipo	Electroválvula
Medidas	2.54 cm

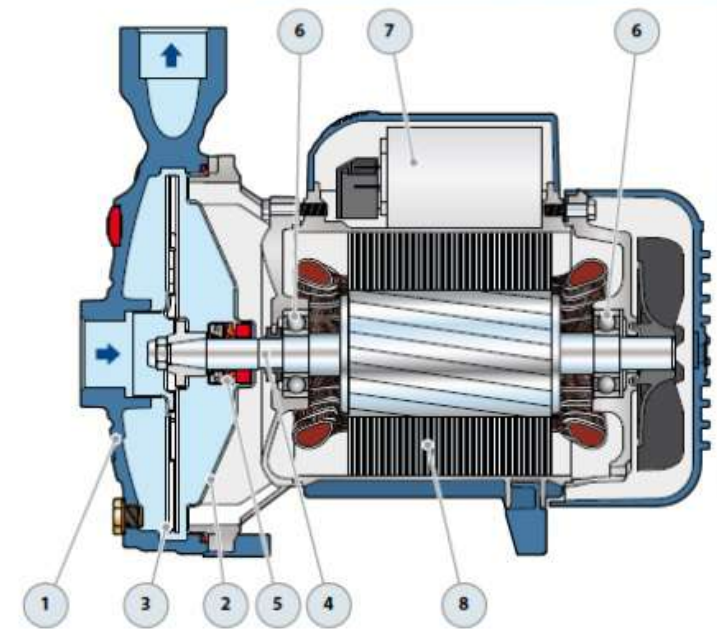
Función Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería. La válvula se mueve mediante una bobina solenoide. Generalmente no tiene más que dos posiciones: abierto y cerrado, o todo y nada.

Características Electroválvula de riego 24 V Cepex - rosca hembra 1'. Electroválvula de riego Cepex. Fabricada con nylon reforzado. Muelle y tornillos en acero inoxidable. Presión de trabajo de 0,5-10 BAR. Solenoide 2 vías, control interno, 24 VAC/50HZ. Electroválvula riego rosca hembra 1'. Sin tubos ni accesorios externos Construcción compacta Cierre por tornillos Orificio auto-limpiante



BOMBAS CENTRIFUGAS

POS.	COMPONENTE	CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS				
1	CUERPO BOMBA	Hierro fundido con tratamiento de cataforesis con bocas roscadas ISO 228/1				
2	TAPA	Acero inoxidable AISI 304 (en hierro para CP 650-660-670)				
3	RODETE	Acero inoxidable AISI 304				
4	EJE MOTOR	– Acero inoxidable EN 10088-3 - 1.4104 para CP600-610-620 – Acero inoxidable AISI 431 para CP 650-660-670, CP 650M-660M-670M				
5	SELLO MECANICO	<i>Electrobomba</i>	<i>Sello</i>	<i>Eje</i>	<i>Materiales</i>	
		<i>Modelo</i>	<i>Modelo</i>	<i>Diámetro</i>	<i>Anillo fijo</i>	<i>Anillo móvil</i>
		CP 600-610	AR-12	Ø 12 mm	Cerámica	Grafito
		CP 620	AR-14	Ø 14 mm	Cerámica	Grafito
6	RODAMIENTOS	<i>Electrobomba</i>	<i>Modelo</i>			
		CP 600-610	6201 ZZ / 6201 ZZ			
		CP 620	6203 ZZ / 6203 ZZ			
		CP 650-660-670	6204 ZZ / 6204 ZZ			
		CP 650M-660M-670M				
7	CONDENSADOR	<i>Electrobomba</i>	<i>Capacidad</i>			
		<i>Monofásica</i>	<i>(220 V)</i>		<i>(110 V o 127 V)</i>	
		CPm 600	10	µF - 450 VL	25	µF - 250 VL
		CPm 610	14	µF - 450 VL	25	µF - 250 VL



VFD de Unitronics

Nueva línea de productos de Unitronics - Variable Frequency Drives (VFDs) : esta importante versión nos permite satisfacer las demandas del mercado de soluciones de control de motores y movimiento.

Los VFD de Unitronics se pueden usar como un producto independiente o como parte de un paquete completo Todo en Uno con nuestros controladores PLC + HMI: UniStream®, Vision™ y Samba™.

Esto simplifica el flujo de trabajo al permitirle:

- Obtenga sus VFD, controladores PLC + HMI y componentes relacionados, así como soporte técnico, de un solo proveedor.
- Opere su VFD directamente desde el panel HMI del controlador
- Utilice el mismo software de programación que el control PLC y la aplicación HMI para:
 - Configure y configure múltiples VFD en un instante
 - Supervise y depure su VFD, ya sea a través de UniLogic o Scope Trace
 - Acceda de forma remota a su VFD a través de UniLogic



BLOWER



- POTENCIA 2,35 H.P.
- POWER 110V/220V 60 Hz MONO/BIFA
- MAXIMO FLUJO DE AIRE (Q.MAX) 255 M³/H
- VACIO MAXIMO (mbar) -180
- PRESION MAXIMA (MBAR) 180
- PRESION MAXIMA (PSI) 2,61
- CAUDAL MAXIMA (CFM) 150,09
- VELOCIDADDES (RPM) 3445
- ENTRADA / SALIDA 2" X 2"
- CONSUMO CON CARGA 24 / 12 Amp.



ENLACE DE COMUNICACIONES

Proveedor de Servicio



Aplicativo WEB



Servidores

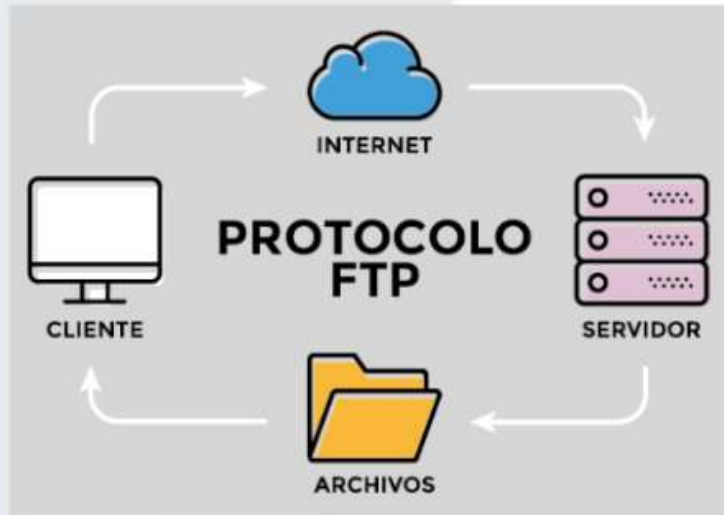


Comunicaciones GPRS

Dependiendo del sitio se valida la cobertura de señal celular con los operadores de CLARO, MOVISTAR, TIGO, operadores que brindan la mayor cobertura a nivel Nacional.



Servidor FTP

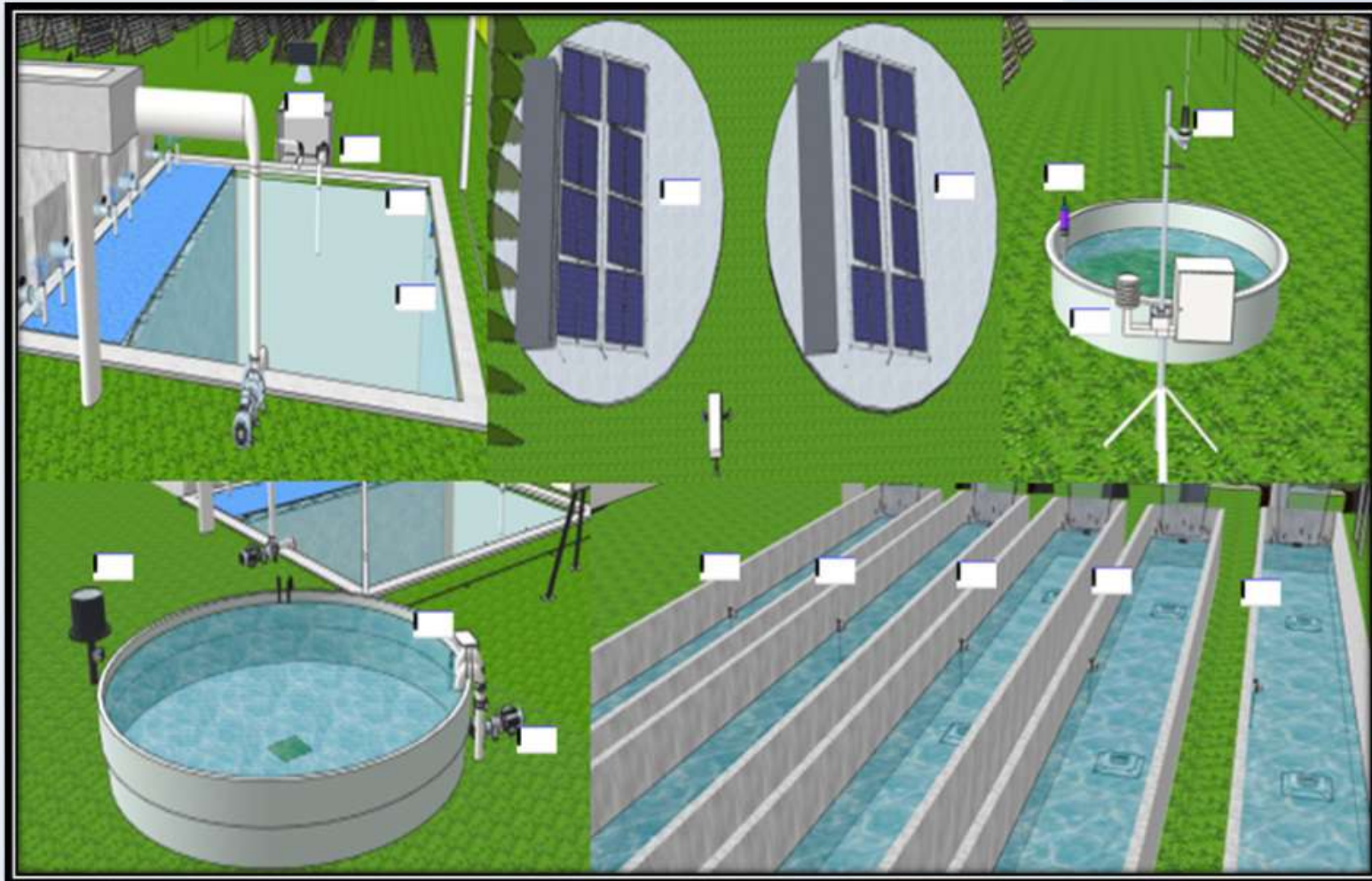


- Arquitectura Cliente - Servidor
- Realiza una conexión rápida con el servidor.
- Es ideal para subir muchos archivos o pocos, según se necesite.
- Es multiplataforma, funciona en cualquier sistema operativo.
- Permite subir y bajar archivos bi-direccionalmente.

- Soporta conexiones encriptadas con certificados SSL
- No necesitas saber comandos ni usar la terminal, tiene clientes gráficos.
- No se requiere de conocimientos técnicos para usarlo.



Aplicativo WEB



VISTA
GLOBAL
HMI





CONCLUSIONES

- La implementación del sistema permite reducir el gasto energético del cultivo mínimo en un 30% de la facturación mensual.
- La propuesta permite monitorear constantemente los niveles de agua y evaporación, con el fin de mantener las piscinas de acuicultura con niveles estables y constantes.
- Se logra desarrollar una estrategia para mantener el oxígeno disuelto del agua estable y constante para mitigar el estrés de los peces.
- El anticiparse a una exposición prolongada de radiación solar permite mitigar la deshidratación de las hortalizas y a su vez contrarrestar un consumo adicional del agua.
- El sistema permite tener acceso constante a la información de operación y comportamiento del sistema acuapónico.
- Permite aumentar la producción en el cultivo, generando un mayor porcentaje de trucha en el mismo espacio.

ANEXOS

ANÁLISIS DE SOSTENIMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO EN UN SISTEMA DE ACUAPONÍA CON AGUAS LLUVIAS

Dentro del marco del análisis de información se toman datos de precipitación y evaporación desde el año 2010 al 2018 del municipio de Tenjo-Cundinamarca, estos datos son suministrados por la Corporación Ambiental Regional de Cundinamarca la CAR, los cuales son aprovechados para realizar los estudios de pérdidas de agua en el Sistema acuapónico y la manera de como tener almacenamiento del recurso hídrico para administrarlo proporcionalmente a las piscinas del cultivo durante todo un año de producción.

PRECIPITACIÓN (mm/m2)						
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
2010	27	46	19	216	194	74
2011	43	37	117	154	130	63
2012	84	39	136	142	47	7
2013	0	72	44	98	63	45
2014	74	120	58	86	67	51
2015	31	13	23	68	2	25
2016	0	26	39	173	135	39
2017	31	41	184	84	118	79
2018	19	22	116	125	14	100

PRECIPITACIÓN (mm/m2)						
Año	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviem	Diciembre
2010	215	94	56	111	163	100
2011	47	16	130	107	181	87
2012	73	44	37	69	30	47
2013	24	90	16	52	116	127
2014	24	14	11	189	130	94
2015	46	19	27	24	100	0
2016	31	49	42	119	152	42
2017	40	76	23	77	151	109
2018	21	40	32	100	70	28

Tabla de datos de Precipitación Tomados de LA CAR

Evaporación (mm/m2)						
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
2010	111	44	128	36	76	73
2011	61	65	89	43	61	44
2012	80	88	51	44	47	94
2013	76	74	60	47	59	75
2014	34	54	49	42	53	31
2015	39	28	82	86	77	79
2016	85	68	110	90	64	63
2017	101	114	96	133	64	66
2018	122	83	73	51	87	41

Evaporación (mm/m2)						
Año	Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviem	Diciem
2010	40	37	85	71	31	26
2011	54	76	62	59	45	65
2012	57	52	56	98	102	71
2013	88	53	44	47	32	30
2014	64	71	16	67	96	85
2015	74	82	109	81	83	105
2016	59	57	64	49	81	38
2017	74	65	59	87	61	67
2018	73	69	62	71	62	68

Tabla de datos de Evaporación Tomados de LA CAR

Para el tratamiento de los datos se utiliza la herramienta de MATLAB, la información de precipitación y evaporación se importa en un archivo plano y se utilizan dos funciones para extraer graficas de promedio, máximos, mínimos y comportamiento a través del tiempo. La función “plot” permite obtener el comportamiento de los datos a treves del tiempo.

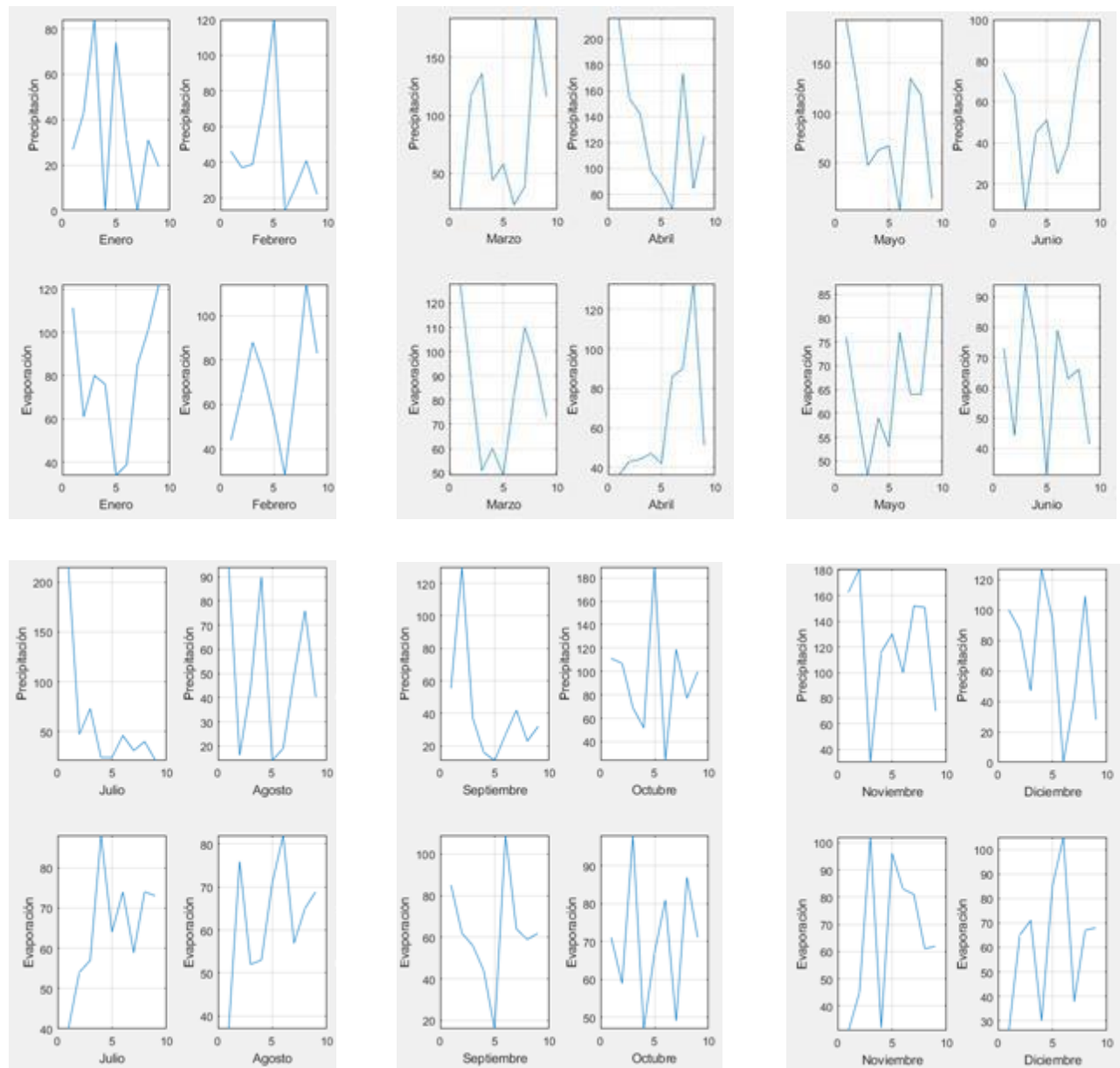
```
subplot(filagrafica,columgrafica,5);
plot(DatoLLUVIA(:,Columna7));grid on;
ylabel('Precipitación');
ylim([MinDatos7,MaxDatos7]);
xlabel('Mayo')
```

Y la función “boxplot” permite obtener el promedio, máximo y mínimos del consolidado de información.

```
subplot(1,columngrafica,2);boxplot
(DatoLLUVIA(:,Columna22));
xlabel('Agosto Evaporación'); grid on;
ylim([MinDatos,110]);
```

Graficas de Resultados

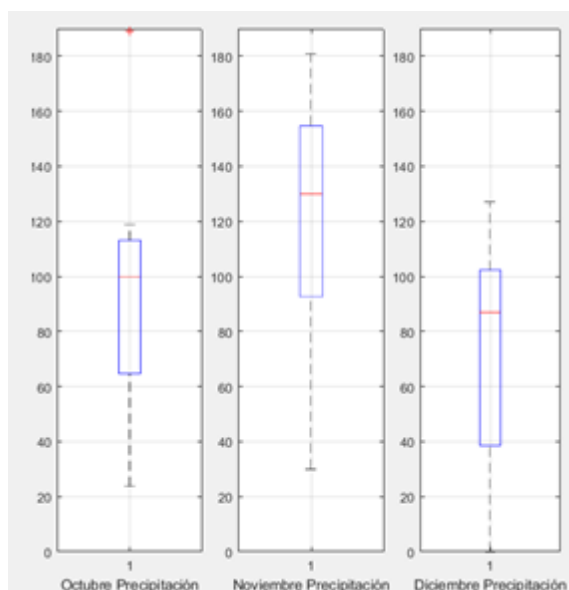
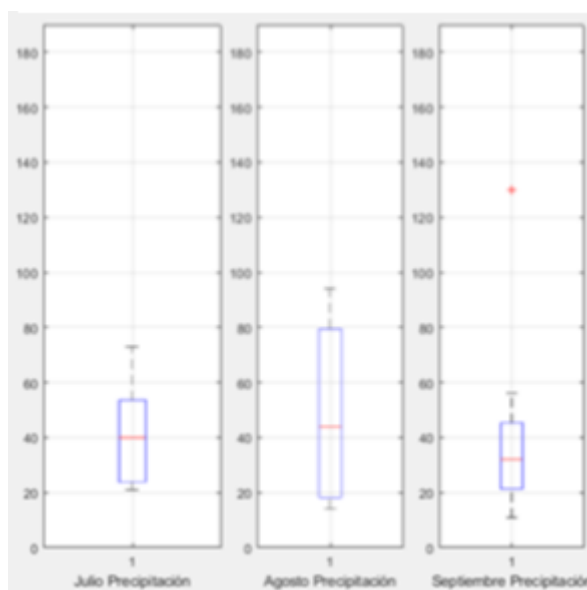
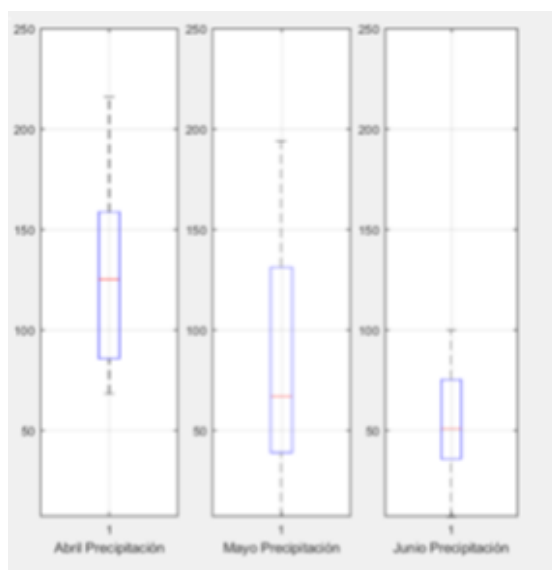
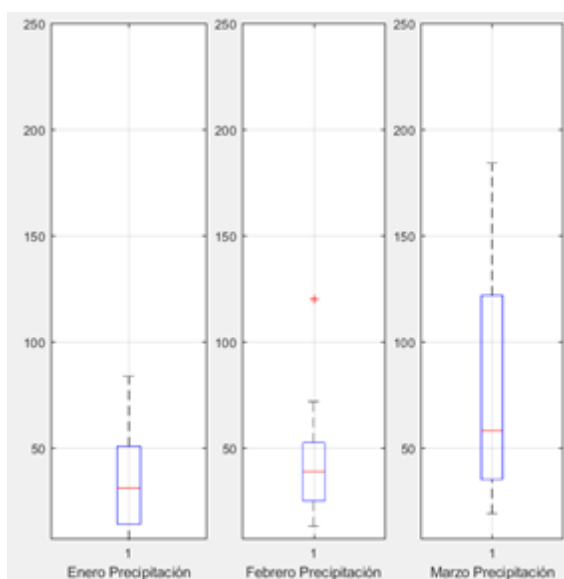
Función plot



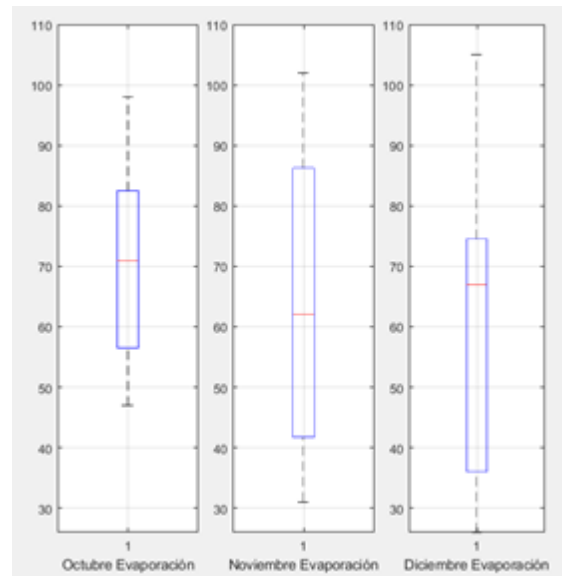
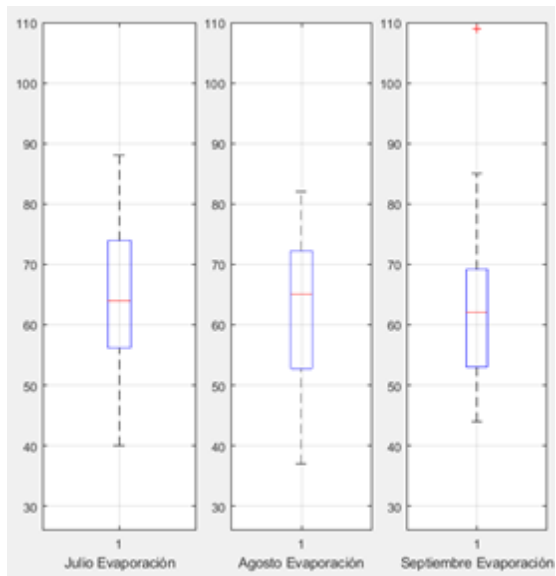
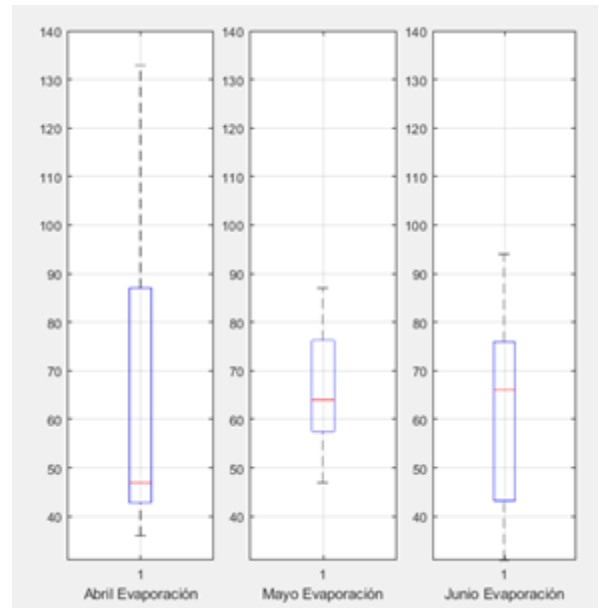
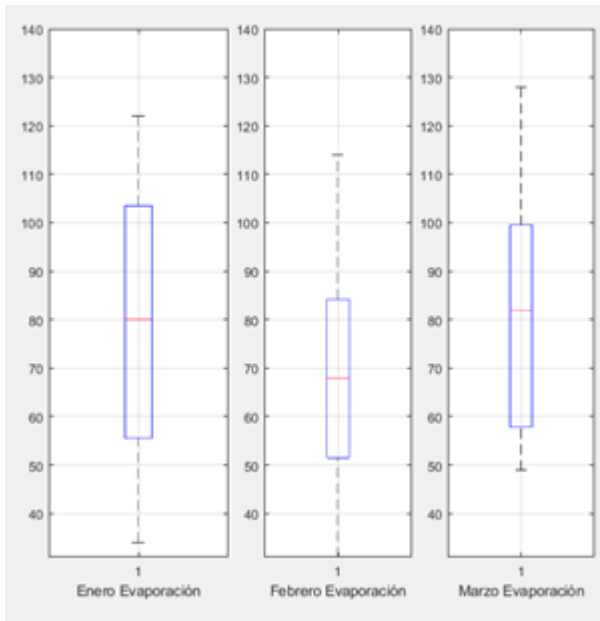
Verificando las graficas se puede interpretar que en la zona de Tenjo Cundinamarca todos los meses se presentan lluvias, las cuales son aprovechables para renovar y abastecer las piscinas del cultivo acuapónico, comportamiento que garantiza un adecuado desarrollo de producción en el sistema para abastecer una fracción de la demanda en mercados locales, como restaurantes, pequeños supermercados y hogares.

Situación que no se llevaría a cabo, si el cultivo fuese situado en una zona de bajas lluvias como la costa en el departamento de la Guajira, donde las condiciones Climáticas cambias totalmente la dinámica y procedimientos para garantizar una producción sostenible en un cultivo acuapónico.

Función boxplot promedios de precipitación



Grafica de promedio de Precipitación

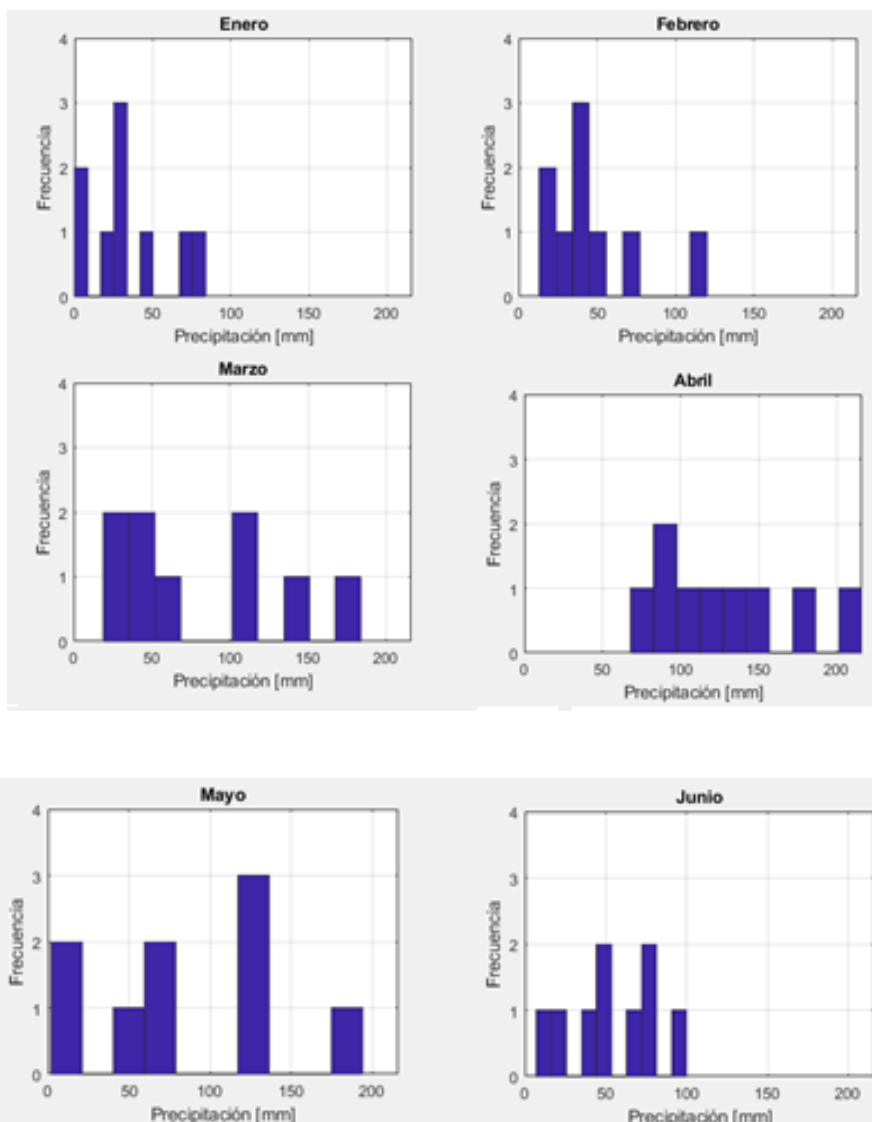


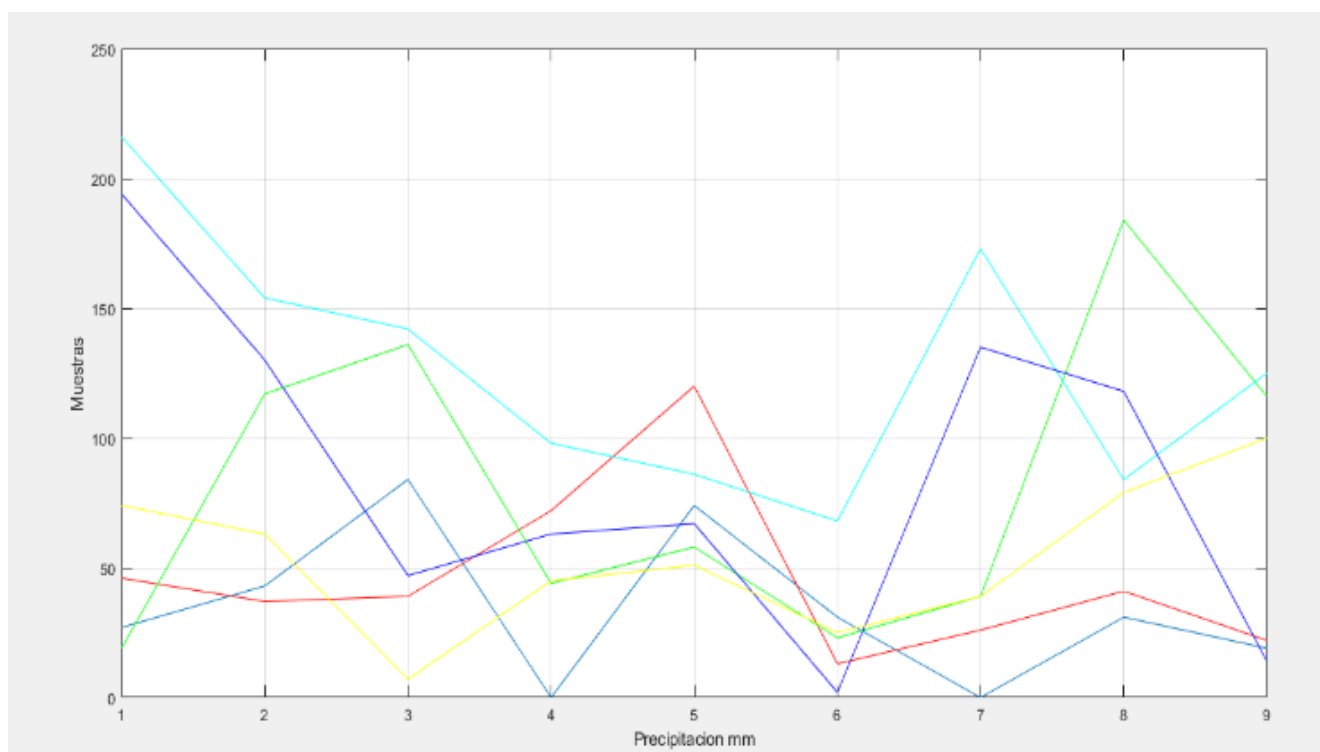
Grafica de promedio de Evaporación

Precipitaciones de Enero a Junio

Hipótesis nula: El promedio de lluvia en (mm) en los meses de Enero a Junio es el mismo.

Se rechaza la hipótesis nula:
el estadístico de prueba (t_o) es 3.8485
y el valor crítico (t_{crit}) 2.2656
el nivel de significancia de 0.05



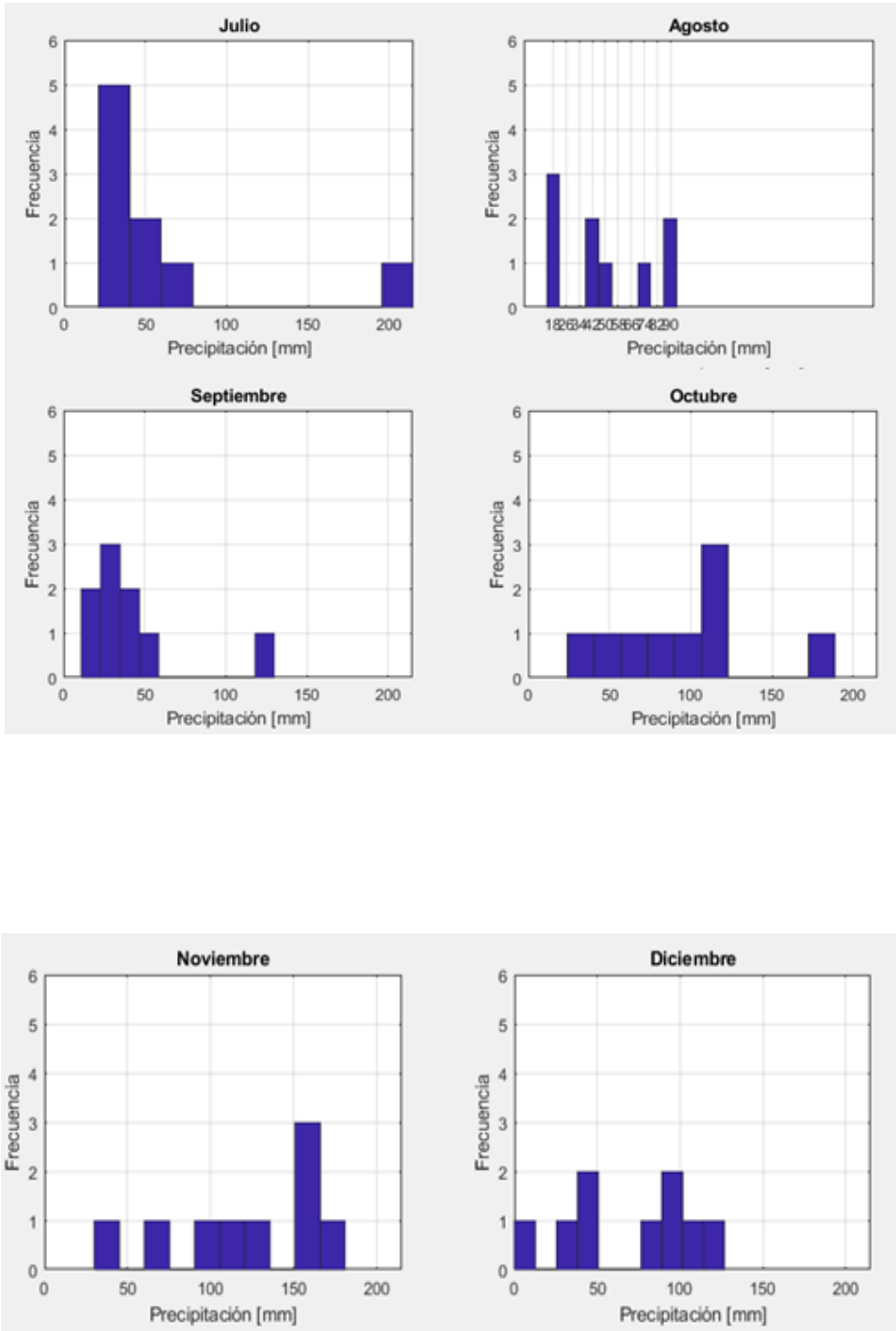


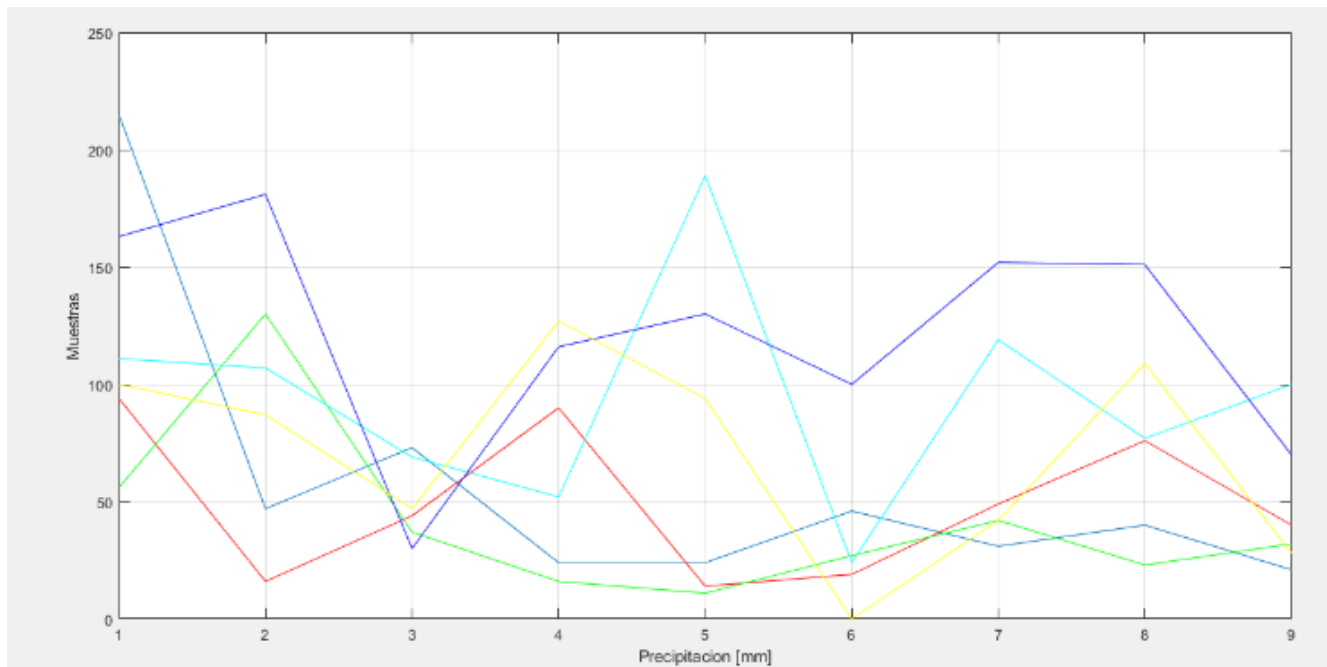
Muestras de Precipitación de Enero a Junio

Precipitaciones de Julio a Diciembre

Hipótesis nula: El promedio de lluvia en (mm) en los meses de Julio a Diciembre es el mismo.

Se rechaza la hipótesis nula:
 el estadístico de prueba (t_o) es 4.0137
 y el valor crítico (t_{crit}) 2.4085
 el nivel de significancia de 0.05



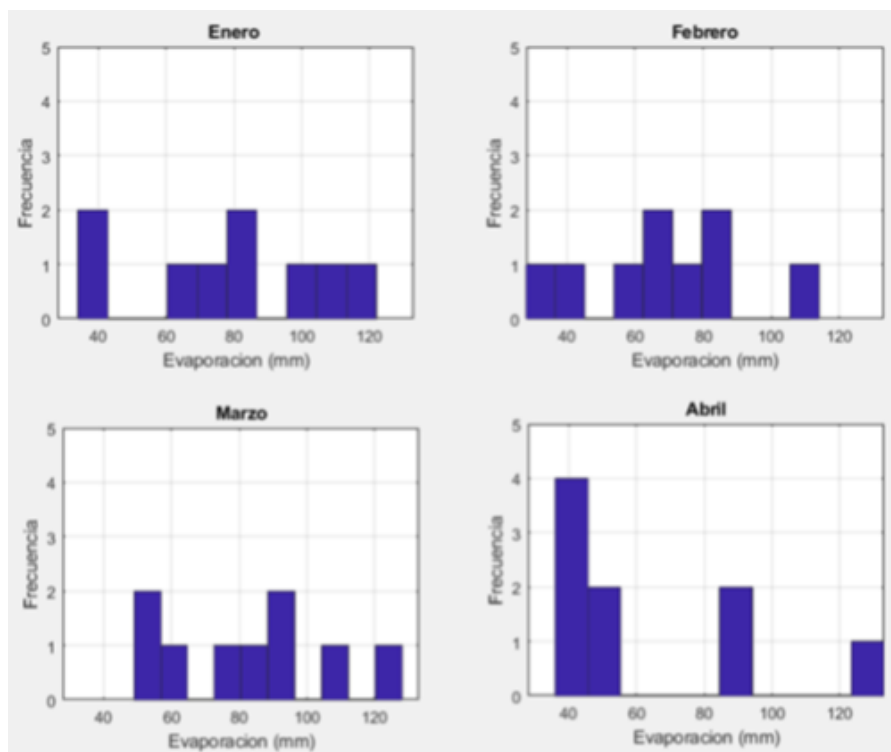


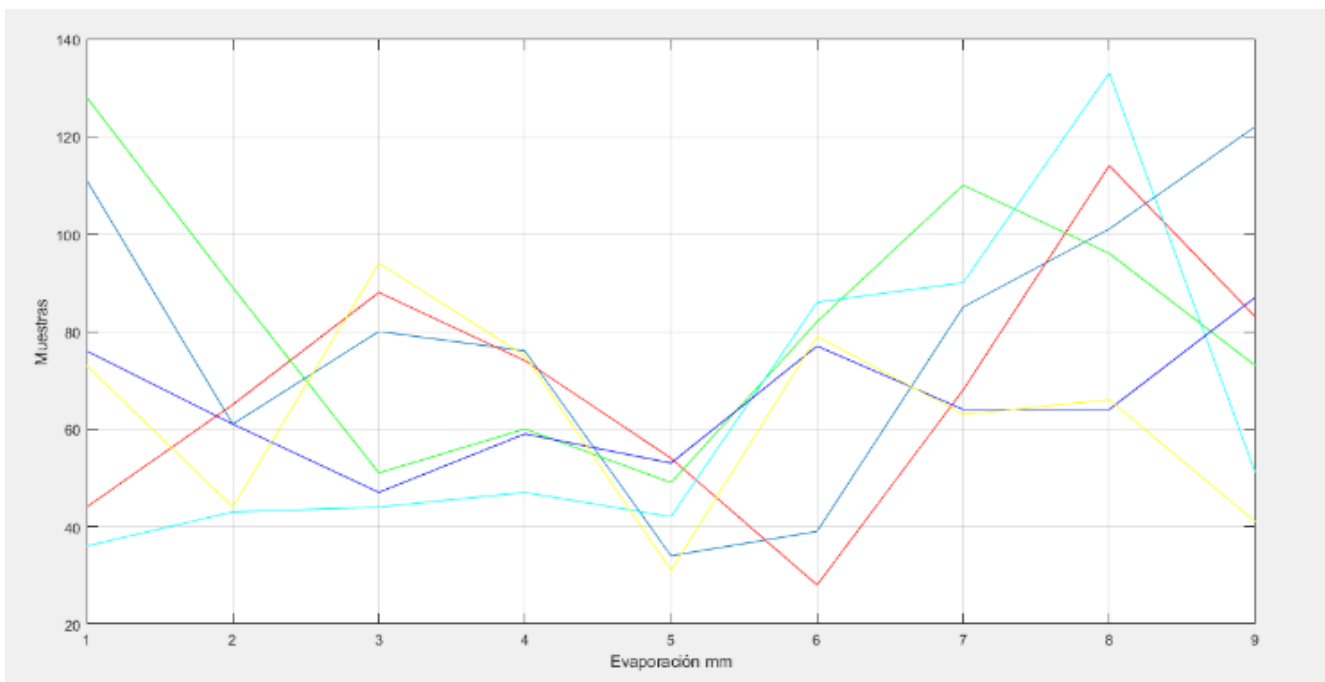
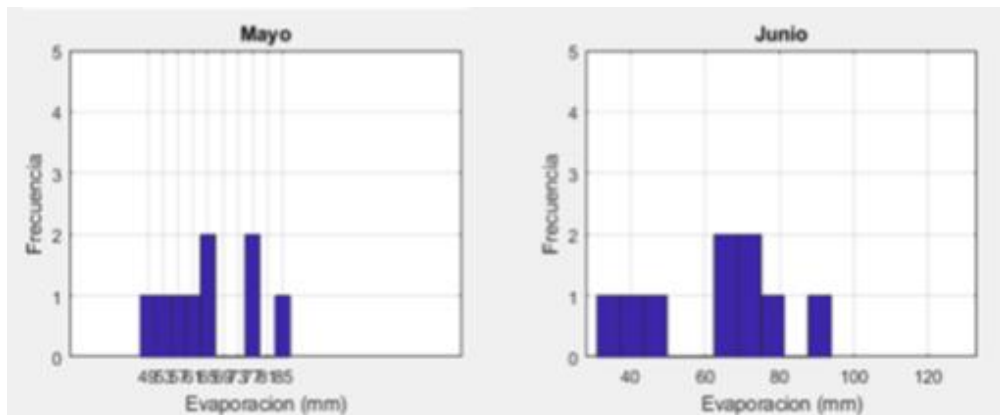
Muestras de Precipitación de Julio a Diciembre

Evaporación de Enero a Junio

Hipótesis nula: El promedio de Evaporación en (mm) en los meses de Enero a Junio es el mismo.

No se rechaza la hipótesis nula:
 el estadístico de prueba (t_o) es 0.92695
 y el valor critico (t_{crit}) 2.4085
 el nivel de significancia de 0.05

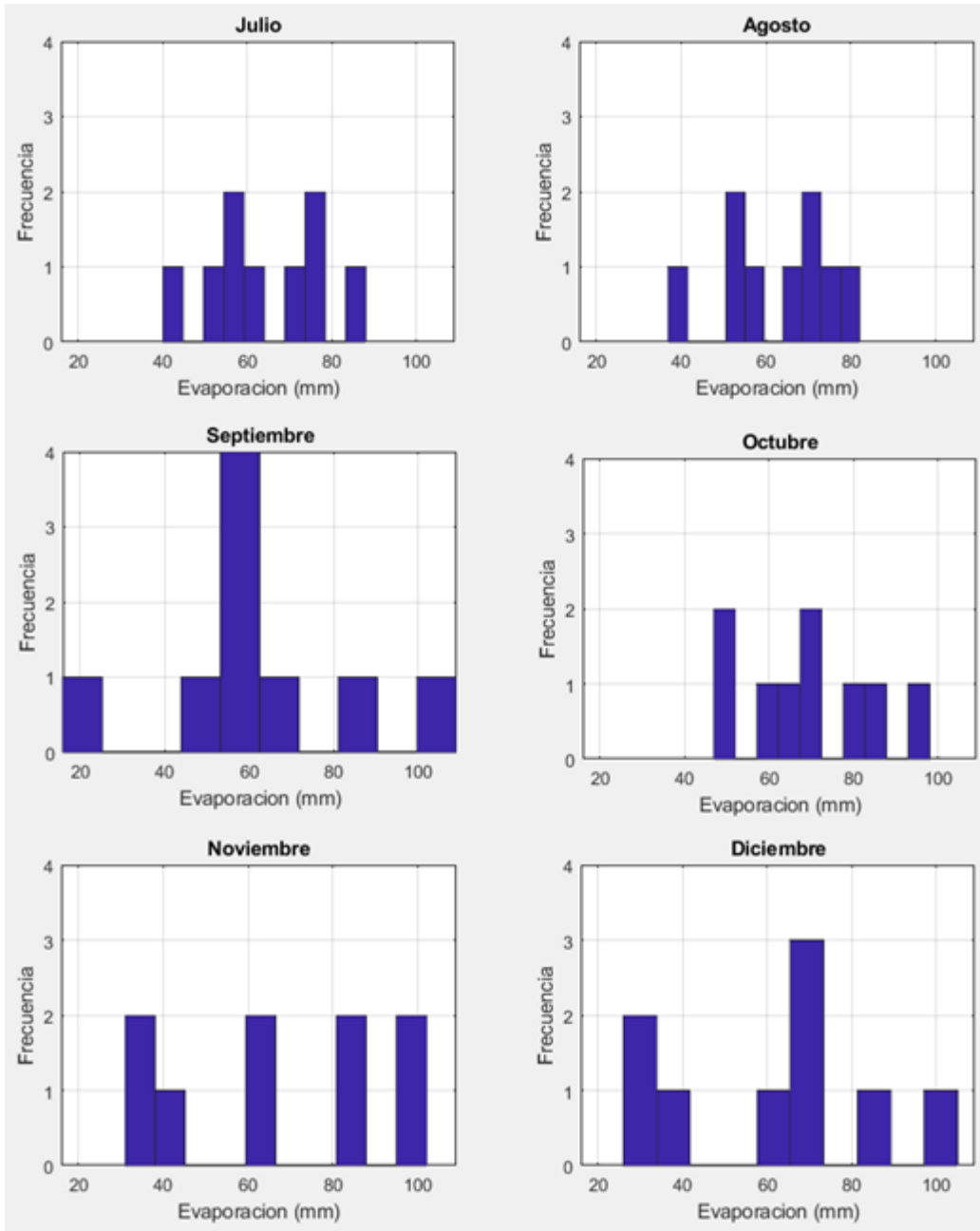


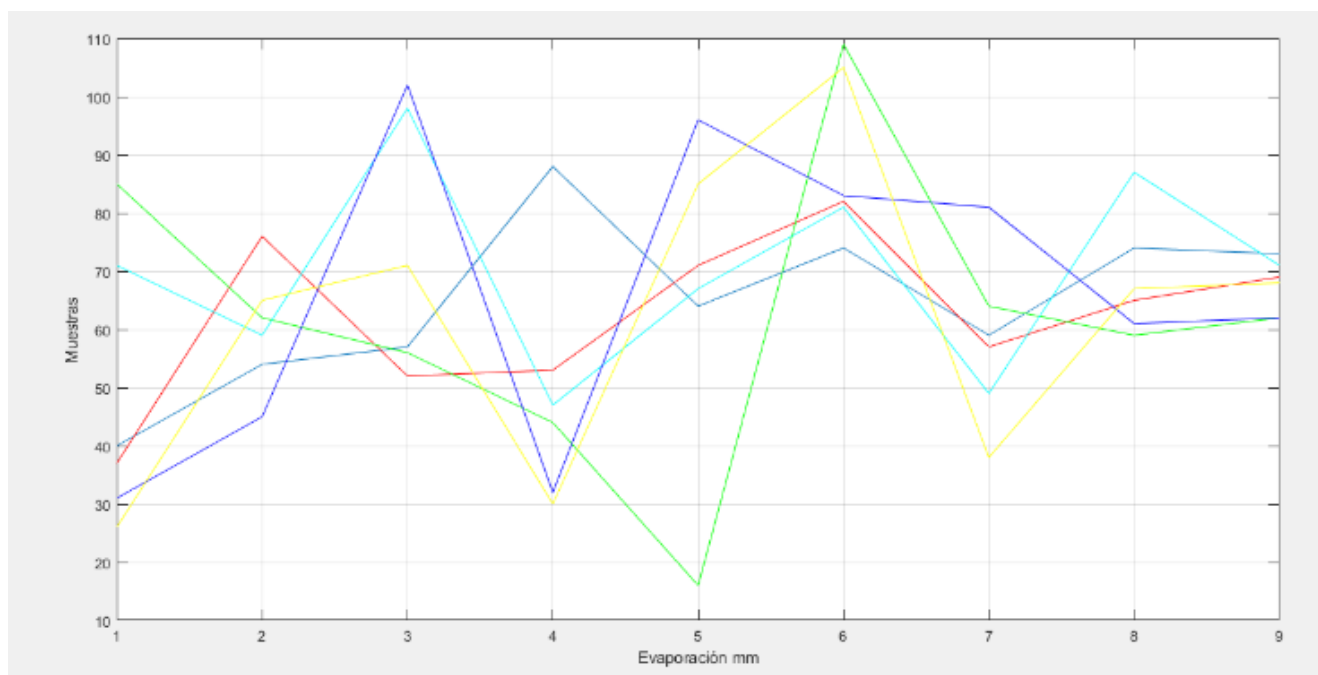


Evaporación de Julio a Diciembre

Hipótesis nula: El promedio de Evaporación en (mm) en los meses de Julio a Diciembre es el mismo

No se rechaza la hipótesis nula:
 el estadístico de prueba (t_o) es 0.20442
 y el valor crítico (t_{crit}) 2.4085
 el nivel de significancia de 0.05



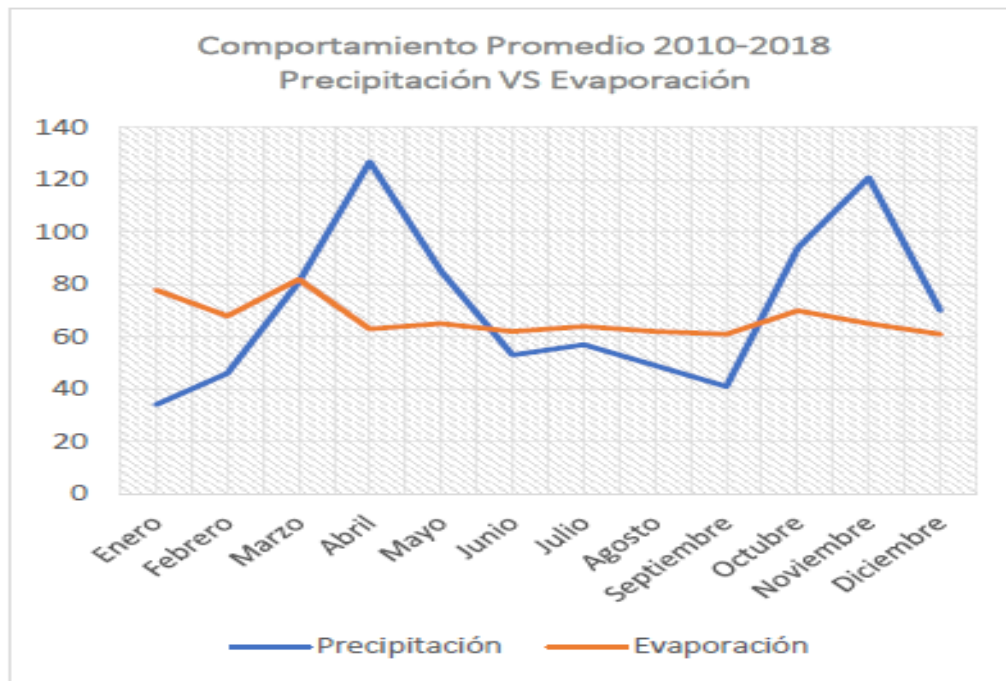


Muestras de Evaporación de Julio a Diciembre

La cantidad de agua que puede ser captada para el abastecimiento del cultivo es directamente proporcional al área de donde se está captando, por lo que contemplamos como Hipótesis del proyecto que se requiere mínimo un área de 150 m² (*ancho de 10 mts y largo de 15 mts*) para asegurar la captación de aguas lluvias y el abastecimiento proporcional del recurso para cinco (5) piscinas con dimensiones de 5 metros de largo, por (x) 1 metro de ancho y por (x) 1 metro de alto, para la producción del cultivo de trucha arcoíris.

Las piscinas contienen 5m³ y se debe mantener durante todo el año en esos niveles de agua, por lo que obtenemos los siguientes resultados mes a mes del abastecimiento y de la pérdida del recurso hídrico.

PRECIPITACIÓN PROMEDIO 2010-2018 (mm/m ²)					
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
34	46	81	127	85	53
Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviem	Diciem
57	49	41	94	121	70
EVAPORACIÓN PROMEDIO 2010-2018 (mm/m ²)					
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
78	68	82	63	65	62
Julio	Agosto	Septiem	Octubre	Noviem	Diciem
64	62	61	70	65	61



Consideraciones

La Hipótesis del estudio de realizar una captación en un área de 150 m² se cumple para garantizar la producción del cultivo acuapónico y abastecer la demanda de trucha arcoíris que Acuapónico la Mariana tiene ante sus clientes.

- Dentro de los cálculos no se estimaron los datos de pérdidas que son generadas por el consumo del sistema hidropónico para su desarrollo.
- Con un área de captación de 150 m², Acuapónicos La Mariana puede implementar una piscina adicional de las mismas dimensiones (5 m x 1m x 1 m), para satisfacer una mayor demanda en producción de trucha arcoíris.
- Los datos de Evaporación son tomados en campo abierto, se requiere un histórico de datos de al menos 1 año de la evaporación interna del invernadero donde se encuentra el cultivo, para realizar un análisis con una precisión mayor de las pérdidas del recurso hídrico que puede presentar las piscinas en el cultivo acuapónico