
Sistema de Monitoreo de Estanques Truchas San Isidro

Andrés Leonardo Beltrán Alvarado



BOGOTÁ 2014
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
Especialización en Instrumentación Electrónica

Agradecimientos

Con la elaboración de este proyecto de tesis para la culminación de mi Especialización en Instrumentación Electrónica, expreso mi agradecimiento a la universidad Santo Tomas, porque en sus aulas recibí el conocimiento intelectual y humano de cada uno de mis maestros, quienes a lo largo de mi especialización me han transmitido sus amplios conocimientos.

Especial agradecimiento al Ingeniero Fernando Rivera Insignares, por su apoyo, confianza y orientación que me brindó para la realización de este proyecto de forma satisfactoria.

A mis padres y hermano, por su apoyo moral y económico a lo largo de mis estudios y por estar siempre conmigo y especialmente en la elaboración de este proyecto de grado.

A los propietarios, directivos y trabajadores de truchas san isidro, por la colaboración y el apoyo que me brindaron en todo el proceso para la realización de este proyecto.

Contenido

1. Introducción	1
2. Objetivos	2
2.1. General.....	2
2.2. Especifico	2
3. Desarrollo del plan de negocio	2
3.1. Antecedentes.....	2
3.2. Justificación.....	3
3.3. Problema.....	4
3.4. Propuesta de solución	4
3.5. Descripción del proceso o servicio	5
3.5.1. Siembra de alevinos.....	6
3.5.2. Juvenil (Levante).....	6
3.5.3. Engorde.....	6
3.5.4. Cosecha.....	7
3.5.5. Empacado del producto	7
3.6. Estado del arte	8
3.6.1. Diseño e implementación del prototipo de un sistema de monitoreo y automatización para estanques piscícolas TecnoParque (SENA nodo Valledupar)	8
3.6.2. Diseño de estanques en acuicultura intensiva	9
3.6.3. Sistema de descarga cero	13
3.6.4. Sistema de monitoreo de oxígeno, temperatura y pH (Point Four)	14
3.7. Especificaciones técnicas del producto	15
3.7.1. Especificaciones de funcionamiento	15
3.7.2. Especificaciones de montaje físico	15
3.7.3. Especificaciones de ambiente de operación	15
3.7.4. Especificaciones de gestión de producto	16
3.8. Requerimientos Legales.....	16
3.9. Requerimientos contractuales.....	17
3.10. Requerimientos	17
3.10.1. Organizacional	17
3.10.2. Legales.....	18
3.10.3. Financiero.....	18

3.10.4.	Infraestructura	18
3.11.	Riesgos del proyecto	18
3.11.1.	Identificación de riesgos	18
3.11.2.	Gestión de los riesgos	18
3.12.	Ingeniería básica.....	19
3.12.1.	Diagrama en bloques de la solución	19
3.12.2.	Narrativa de los procesos que generan la solución	21
3.13.	Ingeniería de detalle.....	22
3.13.1.	Escogencia de los componentes	22
3.13.2.	Diagramas y planos de la solución	29
3.13.3.	Listado de elementos.....	30
3.14.	Recursos para el proyecto.....	31
3.15.	Factibilidad técnica del proyecto	31
3.15.1.	Precios del mercado.....	31
3.15.2.	Utilidad del proyecto	34
3.15.3.	Precio de venta del proyecto.....	35
3.16.	Conclusiones.....	35
4.	Bibliografía.....	36
ANEXOS.....		38
Anexo A		38
Anexo B		40
Anexo C		41
Anexo D		44
Anexo E		46
Anexo F		47
Anexo G		49
Anexo H.....		51

Figuras

Figura 1. Fases de producción en Truchas San Isidro.	6
Figura 2. Lavado y secado de la trucha.	8
Figura 3. Diagrama de funcionamiento del prototipo.....	9
Figura 4. Estanque tipo circular.....	9
Figura 5. Estanque tipo Rectangular.....	10
Figura 6. Diseño prototipo estanque multivórtice (Baradad & Llorà, 2011).	10
Figura 7. Estanque circulares en geomembrana.	11
Figura 8. Estanque circular sistema Dual-drain (Baradad & Llorà, 2011).....	12
Figura 9. Sistema descarga cero (Mana, s.f.).....	13
Figura 10. Diseño de un sistema descarga cero implementado filtros B52 (Mana, s.f.).	13
Figura 11. HMI PT4 (Point four systems Inc, s.f.).....	14
Figura 12. Diseño del sistema PT4 (Point four systems Inc, s.f.).	15
Figura 13. Diagrama de bloques de la solución.	19
Figura 14. Bloque de sensores.....	22
Figura 15. Sensor y transmisor de temperatura.	23
Figura 16. Sensor y transmisor de oxígeno.	23
Figura 17. Sensor y transmisor de alcalinidad.....	24
Figura 18. Sensor y transmisor de nivel.	24
Figura 19. Bloque HMI y PLC.	25
Figura 20. PLC y módulo de comunicación (Anexo D).....	25
Figura 21. Modulo entrada análoga.....	26
Figura 22. Modulo E/S digital (Anexo F).....	27
Figura 23. HMI touch screen.....	28
Figura 24. Fuente de alimentación.	28
Figura 25. Luz piloto.	29
Figura 26. P&ID.	29
Figura 27. Sistema de estanques aquaponics.....	32
Figura 28. Sistema de monitoreo Point Four Systems	32

Tablas

Tabla 1. Descripción de los símbolos de acuerdo al P&ID.	30
Tabla 2. Elementos entregables.	30
Tabla 3. Repuestos.	30
Tabla 4. Materiales para la elaboración del proyecto.	31
Tabla 5. Costos fijos.	33
Tabla 6. Costos variables directos.	33
Tabla 7. Costos Variables indirectos.	34
Tabla 8. Costo total del proyecto.	34
Tabla 9. Tasa, costo de oportunidad en el mercado.	34
Tabla 10. Precio de venta del proyecto.	35
Tabla 11. Total Costos Fijos.	51
Tabla 12. Costos Variables Indirectos.	53
Tabla 13. Costos Variables Directos.	54

1. Introducción

El presente documento es un trabajo de grado, en el cual se demuestra y se aplican los conocimientos adquiridos en la Especialización de Instrumentación Electrónica, para poder cumplir con los requisitos de la institución, con respecto a la obtención del título de Especialista en Instrumentación Electrónica. Para el desarrollo de este trabajo de grado, se contó con una empresa familiar llamada Truchas San Isidro, encargada de la crianza de trucha tipo arco iris, la cual presentaba un alto índice de mortalidad. Truchas San Isidro está ubicada en la vereda San Isidro del municipio de Piedecuesta, en el departamento de Santander, Colombia. Este proyecto de grado se concibe con el propósito de elaborar un Sistema de Monitoreo para la empresa, con el fin de disminuir la mortalidad de la trucha y así aumentar su nivel de producción y brindar una herramienta de apoyo para el crecimiento de la empresa.

El proyecto está compuesto de tres fases y un cronograma de actividades (ver Anexo A), en donde se da a conocer todo lo relacionado con el proceso de producción de la trucha y cuáles factores son los que más afectan la crianza de estos animales y que propuesta de solución se plantea para mitigar estos factores.

En la primera fase se hace todo lo correspondiente a la ingeniería conceptual, en donde se establece la identificación y planteamiento del problema, para luego hacer una propuesta de solución contextualizada y explicar detalladamente las ventajas y desventajas que se van a tener en cuenta al hacer la implementación de esta propuesta de solución. Al haber planteado el problema y haber contextualizado la propuesta de solución, se empieza con la identificación de los requerimientos y especificaciones del producto, para hacer una delimitación de este proyecto y no tener inconvenientes con el cliente al hacer la implementación y puesta en marcha de la herramienta.

Al haber terminado la ingeniería conceptual y haber presentado qué tecnologías se están implementado en este momento para dar una solución al problema planteado, seguiremos con las dos últimas fases del proyecto que son la ingeniería básica y la ingeniería de detalle.

En la ingeniería básica se establece y define el sistema, el cual dará solución al problema que tiene Truchas San Isidro. En esta fase se hace un diseño global donde se detallan por medio de bloques, las partes que constituyen la solución y se hace una descripción donde se explica cuál es la función de cada componente, y cómo va a ser su comportamiento con el resto de los sistemas.

En la ingeniería de detalle se hace el desglose de cada bloque y se define qué tipo de componentes y fabricantes se van a implementar en cada uno de los sistemas, para dar solución al problema planteado en la ingeniería conceptual. Después de la selección de cada uno de los componentes se procede hacer el diseño de los planos en donde se muestran el conexionado y ubicación de los equipos para proceder con la puesta en marcha de la herramienta. Por último se hace un estudio de factibilidad del proyecto en donde se comparan los precios del mercado actualmente y qué ventajas y desventajas se observan al hacer comparación con nuestra propuesta de solución y cuál sería el más económico y rentable para el cliente.

2. Objetivos

2.1. General

Hacer un documento que refleje la conceptualización, diseño, propuesta de implementación y puesta en operación de un plan de negocios para un problema planteado en Truchas San Isidro.

2.2. Especifico

Hacer el análisis de un problema en la empresa Truchas San Isidro con respecto al sistema de manejo de temperatura, oxígeno, nivel y alcalinidad en los estanques donde se realizan los procesos de inicio, engorde y levante.

Hacer el análisis, identificar el problema, plantear la solución y hacer el diseño de solución mediante el proceso de ingeniería conceptual, básica y de detalle. Hacer una propuesta de solución para la implementación, cuyo alcance es la procura, el suministro, la adecuación, las pruebas y la puesta en servicio de un sistema de monitoreo de estanques.

Planificar los procesos para que finalmente se pueda hacer la valoración del costo del proyecto y una propuesta de precios de venta público y precios de venta mínimo para el proyecto.

3. Desarrollo del plan de negocio

3.1. Antecedentes

Truchas San Isidro está ubicada en la finca el Campín vereda San Isidro a una altitud de 2100 m.s.n.m y temperatura entre de los 8 °C y 24 °C, su hidrografía es el río Manco, el cual nace del Páramo de Berlín y desemboca en el lugar denominado Pescadero del Chicamocha, situado al nororiente de la región andina del país, cordillera occidental, a 30 Km del municipio de Piedecuesta departamento del Santander.

Desde 1.999 hasta el día de hoy es una empresa de orden familiar y una mype ya que cuenta con mano de obra directa. Truchas San Isidro, es un criadero de trucha de tipo arco iris (*nombre científico: Oncorhynchus mykiss*) (YURANI & MARCELA, 2012) las cuales se encuentran en condiciones de estanque, que hace las veces de un hábitat artificial capaz de satisfacer las exigencias biológicas del animal en su medio natural, las atenciones de las necesidades alimenticias y de protección sanitaria de los peces en cultivo, depende mayormente del piscicultor, con el fin de obtener resultados favorables en los niveles de producción esperados. Truchas San Isidro trabaja con dos tipos de estanques que son: un estanque artificial, diseñado y construido especialmente con fines piscícolas, puede ser a tajo abierto o con material de concreto armado (cemento, ladrillo, refuerzo de piedras, etc.) y estanques de derivación, que se construyen aprovechando las características topográficas del terreno, de tal manera que el agua que los abastece es derivada del río, riachuelo o manantial hacia los estanques mediante un canal. Según la topografía del terreno y la cantidad de agua a utilizar dentro de los estanques de derivación, se pueden clasificar en:

- **Estanques en rosario o serie:** Se encuentran uno a continuación de otro, unidos por un solo canal, el abastecimiento del agua se produce mediante la llegada del canal al primer estanque, y el agua que sale de éste ingresa al siguiente y así sucesivamente.
- **Estanques en paralelo:** Se construye uno al costado del otro en forma paralela presentando cada uno de ellos abastecimiento y desagüe independiente que facilita la limpieza.
- **Estanques mixto:** Son estanques en paralelo y continuo.

Truchas San Isidro posee una infraestructura de 26 estanques mixtos, en donde se realiza los procesos de inicio, levante y engorde. Actualmente Truchas San Isidro tiene una producción de 12 toneladas mensuales de truchas tiene y consta del siguiente procesos de producción: Se compran los alevinos y son colocados en los estanques de inicio, con su respectiva oxigenación hasta cuando ya se encuentren climatizados en un proceso que dura entre 5 a 10 horas, comenzando el proceso de producción del criadero de truchas. En un tiempo aproximado entre 7 y 9 meses la trucha arco iris crece y se le denomina juvenil, cada vez que se tiene este crecimiento se van transportando de estanques hasta que se encuentran en la etapa de engorde y se comienza el proceso de sacrificio, para después ser empacada en tres diferentes presentaciones mariposa, filete y entera, para ser transporta a su comercialización.

3.2. Justificación

Con la elaboración de un sistema que permita el correcto monitoreo y garantice que la trucha tendrá unas condiciones de estadía adecuadas, durante el tiempo que dure su proceso de inicio, levante y engorde se tendrá como beneficio entregar una herramienta tecnológica que facilite el monitoreo de estos animales para así poder obtener una información detallada y tomar medidas de solución más rápidas a los problemas que se generan diariamente en la producción. Así mismo, con el monitoreo de esta granja acuícola se tecnificará los procesos de inicio, levante y engorde de estos animales de una manera óptima, disminuyendo procesos repetitivos, que cuestan y posiblemente acarrearían costos adicionales que se pueden evitar.

Por otro lado el proyecto al ser implementado se obtendrá una reducción en los niveles de infecciones que este tipo de animal puede adquirir por distintas vías, además se prevendrá una transmisión de dichas infecciones y problemas hacia el ser humano haciendo más higiénico el proceso, entre otros.

Así mismo, se logrará entregar un producto de mejor calidad al mercado, lo cual se verá reflejado en sus características físicas finales, gracias a que se tomará un cuidado más estricto del entorno que rodea al animal. Al lograr reducir el índice de mortalidad de la trucha, podemos reducir aleatoriamente la cantidad de alevinos para siembra, logrando así una disminución de los costos de inversión y de esta manera estabilizar la producción.

3.3. Problema

La mayor parte de mortalidad de la trucha depende de la falta de control en las condiciones de temperatura, oxígeno, niveles del agua y alcalinidad de la misma, generando problemas de crecimiento, asfixia, estrés, desnutrición, canibalismo entre los animales y enfermedades infecciosas.

En condiciones naturales la pérdida de alevinos se estima en el 10% del lote sembrado para la producción total de trucha, teniendo en cuenta que un lote empieza con 50.000 alevinos, al tener la mortalidad del 10% se está perdiendo en todo el proceso de producción alrededor de 5.000 animales por lote. Al mejorar estos aspectos podemos obtener un rendimiento en la producción de la trucha, sustentando la reducción de pérdidas económicas con el fin de reducir dicha mortalidad a porcentajes menores de los estudiados y establecidos por la administración de Truchas San Isidro.

Según datos internacionales (específicamente de las trucheras de Chile), el promedio normal de pérdidas en alevinos en producción es del 2.3%. Lo que nos demuestra que en Truchas San Isidro se está perdiendo un promedio del 7.7% más de lo normal, que equivale a un promedio de 1.660Kg por lote y agregado que se maneja un promedio de 10 lotes por año, la pérdida anual sumaría un estimado de 16 toneladas por año.

3.4. Propuesta de solución

Mediante la realización de este proyecto se quiere dar solución a aspectos relacionados al ambiente confinado para la crianza de trucha tipo arco iris de Truchas San Isidro, ubicada en la vereda San Isidro municipio de Piedecuesta Santander. Se va prestar solución al monitoreo de temperatura, oxígeno, alcalinidad y niveles de agua en tanques de producción.

Para la medición de la temperatura y el oxígeno se adecuará un sistema en el cual se monitoree cada uno de los estanques, para que así el operario con esta información tenga una visión general de la producción con el objetivo de disminuir la asfixia, y así el operario pueda tener una información inmediata para actuar con rapidez y brindar la solución pertinente.

Al elevarse la temperatura del agua las truchas no comen. Al tener una mejor información de la temperatura se puede evitar la proliferación bacteriana en los residuos de comida, no en su totalidad pero si en un margen importante que logre evitar que la trucha adquiera más enfermedades y que la comida servida se descomponga en un tiempo menor. Además de evitar suministrar alimento que a la postre se perderá.

Con el monitoreo de la alcalinidad se pretenderá disminuir el impacto que los desechos de los animales y residuos de comida ocasionen enfermedades, buscando mejorar las calidades de limpieza oportuna de los estanques y así mejorar la asepsia para la vida de la trucha, evitando

que el animal tenga un estrés respiratorio generando un exceso de muco branquial interfiriendo en el intercambio gaseoso e iónico lo que genera una intoxicación y muerte del animal.

Se instalaran sensores para los niveles del agua, mínimos y máximos y así se evitará la pérdida del oxígeno si se bajan los niveles por accidente o por disminución del caudal, o si se aumentan sacarían la trucha de los tanques por vaciado y la posibilidad de revolver los lotes por inundación.

3.5. Descripción del proceso o servicio

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), es una especie perteneciente a la familia de los Salmónidos, originaria de la costa del Pacífico de América del Norte. Esta especie de animales habita en aguas de bajas temperaturas entre los 9 – 12 °C para la producción de alevinos y de 12-18 °C para el engorde (Solla, 2005). Debido a su fácil adaptación al cautiverio, su crianza ha sido ampliamente difundida en casi todo América del Sur, en países como: Argentina, Brasil, Bolivia Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Para tener un cultivo de buena calidad la trucha dependerá de varios factores como lo es, la cantidad y calidad del agua, la densidad que se siembra, la uniformidad en el crecimiento de los animales, el manejo, la limpieza y la alimentación.

La calidad del agua es uno de los factores más importantes a tener en cuenta para el cultivo de la trucha, necesitándose un nivel de oxígeno entre 6.5-9 ppm en la entrada de los estanques, el pH entre 7-8.5 y la temperatura óptima para el engorde de 12-18 °C. Para la captación del agua o bocatoma, la truchera consta de un sedimentador, sistema de filtración, canales de conducción, cajas y canales de reparto para que el agua llegue en forma uniforme y controlada a los estanques. El suministro de agua se hace preferiblemente por canal abierto, o en su defecto, por tuberías o mangueras, contando con un registro para el control del caudal.

Truchas San Isidro compra los alevinos procedentes de la piscigranja Truchas Suralá, ubicada en Choconta (Cundinamarca), con un tamaño de 2.5 – 3.2 cm y 0.5 g como promedio. Estos se transportan en unos contenedores, en donde recibe ciertos cuidados de oxigenación, temperatura y Ph para así mantener los animales en óptimas condiciones durante el viaje. Cuando los alevinos lleganl a su destino se procede a verificar si la temperatura del agua de los contenedores es diferente a la de los estanques, siendo que este caso se cumpla se procede a un atemperamiento o aclimatación mezclando lentamente ambas aguas. En la siguiente imagen (Figura 1), se muestra un esquema de producción el cual se realiza en Truchas San Isidro, lo explicaremos de la siguiente manera.

FASES DE PRODUCCIÓN

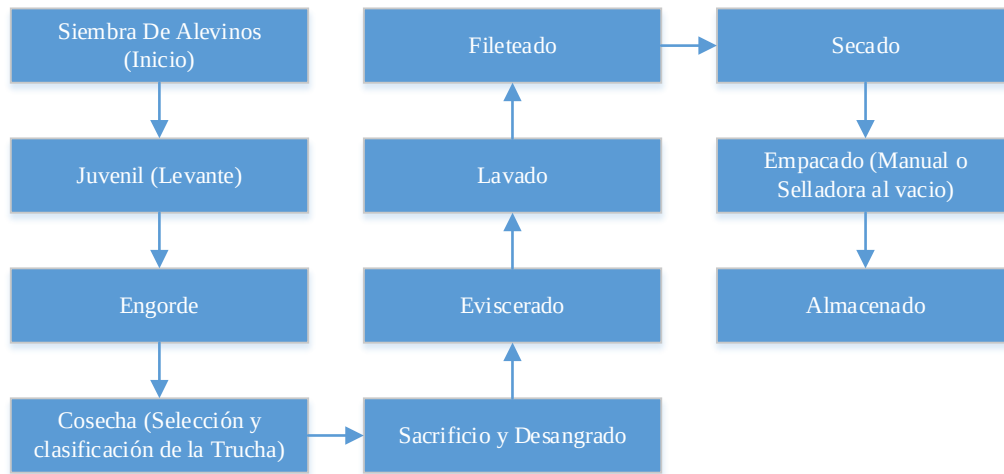


Figura 1. Fases de producción en Truchas San Isidro.

3.5.1. Siembra de alevinos

Al pasar 48 horas de la aclimatación de los alevinos se procede a realizar el proceso de conteo y selección. En esta fase del proceso los alevinos son alimentados con comida de inicio, el cual contiene alrededor de 45% de proteína, suministrándose a una cantidad equivalente al 8.5% de su biomasa, con raciones distribuidas entre 6 a 8 veces diarias durante 1 mes, durante ese mes estos animales crecen entre 6–8 cm y se comienza a la disminución de la distribución del concentrado de 3 a 6 veces por día durante 3 meses (Mendoza Bojorquez & Palomino Ramos, 2004). Durante este periodo la mortalidad de estos animales es del 5% debido a factores como temperatura y la higiene de los estanques, debido que en esta fase los animales son muy sensibles al contagio de enfermedades y asfixia.

3.5.2. Juvenil (Levante)

En esta fase del proceso los alevinos alcanzan medidas entre los 13–18 cm, estos animales son alimentados con concentrado de levante el cual contiene aproximadamente el 42% de proteína, suministrándose a una cantidad entre 1.5% y 3% de su biomasa, con raciones distribuidas entre 1 a 3 por día durante un periodo de 3 meses, durante este periodo los animales alcanzan un pesos promedio de 58 g. Estos datos que se dan de los pesos de los animales se dan debido a que cada 15 días, cada estanque empieza un proceso de pesaje de los animales (Mendoza Bojorquez & Palomino Ramos, 2004). Los problemas de mortalidad que se presenta en la siembra de los alevinos, también están presentes en la fase de levante pero con un porcentaje 2%.

3.5.3. Engorde

Las truchas alcanzan un tamaño entre los 18 a 30 cm, este tamaño es de gran acogida en el mercado debido a su alta demanda y talla comercial ya que estos animales tienen un peso entre los 250-400 g. Estos animales son alimentados con concentrado de engorde el cual contiene

aproximadamente el 40% de proteína, suministrándose a una cantidad entre 1.1% y 1.6% de su biomasa, con raciones distribuidas entre 1 a 2 por día durante un periodo de 4 meses (Mendoza Bojorquez & Palomino Ramos, 2004). Igual que en los procesos anteriores, estos animales poseen una mortalidad del 2%.

3.5.4. Cosecha

A partir del noveno mes se puede hacer el proceso de cosecha debido a que los peces alcanzan un peso entre 350–400 g y como es de un gran atractivo comercial, se empiezan cosechas parciales, en donde se extrae un porcentaje de la población de cada estanque que esté en este peso, lo que permite disminuir la densidad de poblacional y así evitamos laceración entre los animales producidos por el habita confinado en el que se encuentra (Mendoza Bojorquez & Palomino Ramos, 2004). En esta fase se pierde el 1% de la cosecha total.

Para realizar la cosecha además de estar en el peso promedio se debe tener las siguientes consideraciones:

- Debe estar libre de hongos y sin laceraciones.
- Suspender la alimentación 24 horas antes de la cosecha.
- Se debe desangrar el pez con el fin de tener una buena textura en la carne.
- Al momento de desangrar este pez, se debe poner en canastas refrigeradas para así conservar la carne.
- En el transporte de la trucha a la planta de empackado se debe tener cuidado en el transporte de estos animales evitando que se golpeen entre ellos, para evitar laceraciones en el animal.

3.5.5. Empacado del producto

Luego de seleccionada y sacrificada, pasa a la planta de proceso convirtiéndose en materia prima. Llega a la ventanilla de la planta de procesos desangrada y en canastas de 10 kilos debidamente seleccionada por tamaño y peso. Se procede a abrir con un corte ventral, se retiran las vísceras con extremo cuidado evitando contaminación, se hace un raspado vertebral para retirar residuos de sangre y otros, tiempo aproximado del proceso 3 minutos por 3 operarios.

Pasa en canastas de 10 kilos al lavado manual con agua debidamente tratada, se retira los residuos y el exceso de baba, duración del proceso 3 minutos por 3 operarios, se comienza a retirar las espinas con cuchillo y la columna vertebral y se abre en forma de mariposa o filete se enjuaga nuevamente, tiempo del proceso 3,5 minutos por 3 operarios (Figura 2).



Figura 2. Lavado y secado de la trucha.

Se deja escurrir libremente durante 3 minutos, para el procesos de sellado se emplean dos métodos en donde se meten en bolsas de empaque al vacío plástico, debidamente abiertas y se sellan manualmente con un resistencia, tiempo del proceso, 4 minutos por 2 operarios. Se colocan en la selladora al vacío en filas de 6 bolsas por dos secciones, tiempo del proceso 3,5 minutos por 2 operarios. Se almacena en canastas de 10 kilos en el cuarto frio pre-enfriado a -16°C durante 12 horas, luego se reempaca en cajas de cartón de 25 kilos, lista para despacho.

3.6.Estado del arte

3.6.1. Diseño e implementación del prototipo de un sistema de monitoreo y automatización para estanques piscícolas TecnoParque (SENA nodo Valledupar)

El TecnoParque es un programa de innovación tecnológica del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) dirigida a todos los Colombianos, que actúa como acelerador para el desarrollo de proyectos de I+D+i materializados en prototipos funcionales en cuatro líneas tecnológicas: Electrónica y Telecomunicaciones, Tecnologías Virtuales, Ingeniería y diseño y Biotecnología nanotecnología, que promueva el emprendimiento de bas (Timmons, Summerfelt, & Vinci, 1998)e tecnológica (Avendaño & Acosta, s.f.).

Este proyecto fue realizado en el año 2010 en las instalaciones acuícolas del Centro Biotecnológico del Caribe, el cual tiene la capacidad de sensor las variables de temperatura, oxígeno, alcalinidad y salinidad (PH) y nivel.

Luego de ser procesadas estas características en cada uno de los estanques, el sistema portable envía los datos por radiofrecuencia a un centro de operación que constara de un sistema de recepción encargado de codificar los datos para ser visualizados en un computador que manejará una base de datos que nos ayudará a llevar un historial necesario para establecer costos de producción de cada estanque. Este proyecto constó de 4 fases; fase de análisis, fase de diseño, fase de ejecución y fase de evaluación y ajuste, el cual se desarrolló en un periodo de 4 meses.

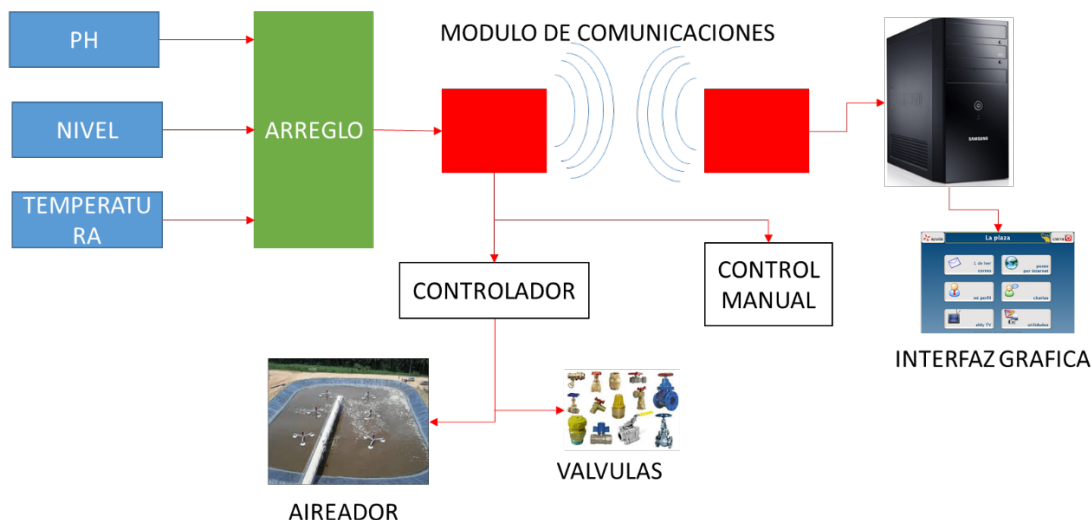


Figura 3. Diagrama de funcionamiento del prototipo.

3.6.2. Diseño de estanques en acuicultura intensiva

Un diseño adecuado de los estanques para una instalación acuícola debe ajustarse primordialmente al comportamiento de la especie, con el fin de optimizar su actividad natatoria y mejorar el bienestar para lograr que haya una reducción del nivel de estrés. Al hacer un uso más eficiente del espacio disponible para la instalación, podemos mejorar el caudal de agua aportando más oxígeno, minimizando las zonas muertas y las corrientes de cortocircuito en el interior del tanque (Timmons, Summerfelt, & Vinci, 1998). Esto deberá facilitar la eliminación de las heces y del alimento no ingerido, disminuyendo el riesgo sanitario y el impacto medioambiental de la actividad acuícola.

Existen dos tipos de estanques, circulares y rectangulares. Los estanques circulares disponen normalmente de una entrada de agua tangencial lo que permite la formación de un vórtice en su interior, permitiendo alcanzar velocidades altas y al mismo tiempo mejorar la uniformidad de las condiciones ambientales (concentraciones de oxígeno y metabolitos), favoreciendo una distribución más uniforme de los peces y mejorando la limpieza del estanque.



Figura 4. Estanque tipo circular.

Los rectangulares son usados principalmente por la facilidad de construcción, la facilidad para la pesca y clasificación de los peces. Algunos problemas asociados desde el punto de vista hidrodinámico: en ellos la velocidad del agua suele ser menor, favoreciendo la acumulación de heces y alimento no ingerido en el estanque, y es más frecuente la presencia de corrientes de cortocircuito y la aparición de zonas muertas, produciendo condiciones ambientales más heterogéneas, especialmente en las zonas más próximas a la entrada de agua (Oca, 2004).



Figura 5. Estanque tipo Rectangular.

Existen algunas soluciones y diseños que tratan de elaborar estanques mixtos con las ventajas hidrodinámicas de los estanques circulares combinadas a las constructivas y de manejo de los estanques rectangulares. Uno de ellos es el estanque multivórtice propuesto por Watten (2000), y consistente en un estanque rectangular en el que las entradas y salidas de agua se disponen de modo que se favorezca la formación de múltiples vórtices idénticos, con un comportamiento hidrodinámico similar al de los tanques circulares.

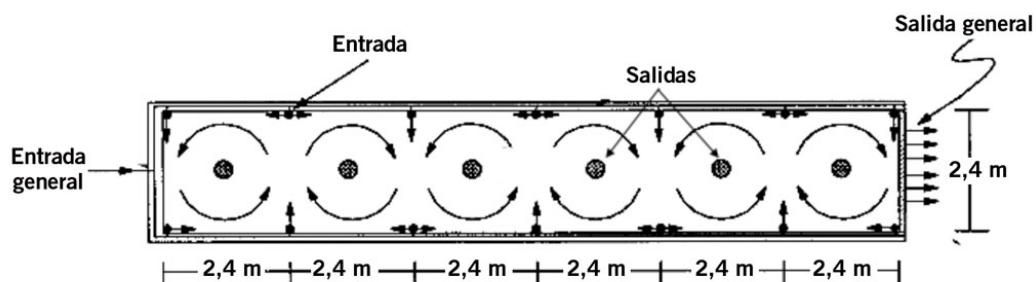


Figura 6. Diseño prototipo estanque multivórtice (Baradad & Llorà, 2011).

3.6.2.1. Estanques Piscícola circulares en Geomembranas.

La creciente demanda de alimentos de alta calidad proteica como es la carne de pescado, conlleva a generar tecnologías más eficientes para obtener mayores rendimientos en la comercialización del producto en un menor espacio y posibilidades de inversión con un costo/beneficio factible, controlando la sanidad acuícola y el cumplimiento del impacto ambiental para cuando los suelos no son propicios para este fin, considerando también su conservación.

La geomembrana pertenece a los geosintéticos, son fabricados en láminas importadas 100% virgen de HDPE 40 de 1mm de espesor, que no permiten la concentración de calor, no se parten, ni se decoloran, ni se perforan fácilmente. Actualmente esta tecnología se ha convertido en actividad industrializada totalmente, respondiendo muy bien a la demanda alimenticia mundial de organismos que cada día se ven más afectados por la pesca industrial. Con la fabricación geomembrana en estanques circulares fabricados, se pueden resolver problemas en la retención de agua, ofreciendo una mayor eficiencia en los equipos de aireación mejorando las condiciones en la calidad del agua y por consiguiente mayor productividad y ahorro de energía (Geo Soluciones, s.f.).



Figura 7. Estanque circulares en geomembrana.

Estos estanques, solo necesitan un espacio adecuado para su ubicación y son fáciles de instalar, reduciendo así los costos y la contaminación con respecto a los estanques elaborados en concreto, que son inamovibles, un poco más económicos pero con la gran diferencia que en climas extremos mantienen su frío constante o en climas calientes mantienen su temperatura produciendo un calentamiento de los peces induciéndolos a una expansión de la llamada exoftalmia. El mantener temperatura baja o alta por más tiempo hace aumentar el stress y sufrimiento de los peces, en cambio los construidos en geomembrana, varían su temperatura muy rápido y sus reservas de agua rápidamente se adaptan al ambiente. A continuación vamos a nombrar algunas características de la geomembrana:

- Resistencia
- Durabilidad
- Permeabilidad
- Estos tanques son de alta resistencia a los rayos ultravioleta (uv)
- Limpieza
- Control de entradas y salidas de agua
- Control de la sanidad y aplicación de tratamientos de prevención y remediación de enfermedades
- Adaptación de equipos de aireación
- Adaptación a sistemas de recirculación de agua
- La resistencia del HDPE a ser expuesta a los rayos uv se ve incrementada al añadir el carbón negro.
- Ausencia total de agentes plastificantes, la volatilización no es un problema.

3.6.2.2. Auto limpieza de las heces y alimento no ingerido.

Los biosólidos que se generan debido a la alimentación deben eliminarse dentro del estanque, ya que si se dejan suspendidos en el estanque, se empieza a consumir una parte del oxígeno disponible para los peces y generarían un aporte secundario de amonio. La eliminación de los biosólidos dependerá por un lado del flujo del agua, que contribuirá a contener o arrastrar los biosólidos. En los estanques circulares la eliminación de los biosólidos se ve facilitada por el “efecto de las hojas de té”. Es fácil observar este efecto al remover una taza con hojas de té. Al dejar de remover observamos que se forma un vórtice y que las hojas se concentran en la parte central. Este efecto favorece auto limpieza de los tanques circulares y multivórtices.

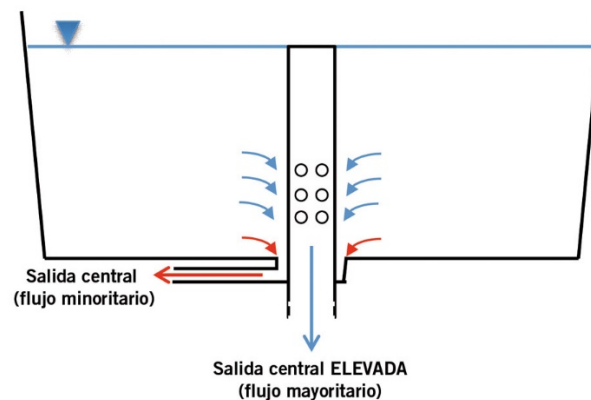


Figura 8. Estanque circular sistema Dual-drain (Baradad & Llorà, 2011).

Se han diseñado diferentes tipos de dispositivos para estanques circulares con el fin de concentrar los biosólidos a la salida de los tanques y facilitar su tratamiento. Estos dispositivos reciben el nombre de Dual-drain y consisten en una doble salida del agua del tanque (flujo mayoritario y flujo minoritario). Una salida se emplaza en el fondo del tanque por donde se recogen los biosólidos con una pequeña cantidad de agua (flujo minoritario); la segunda salida se encuentra elevada y recoge del orden del 90% del agua del tanque (flujo mayoritario). En la mayoría de los sistemas el flujo mayoritario también sale por el centro de la célula de flujo rotacional, en un punto elevado; mientras que en otros sistemas este flujo mayoritario sale por un punto elevado en la pared del tanque. Normalmente, el agua que sale por el fondo representa un 5-20% del total del agua, pero contiene del 80 al 90% de los biosólidos presentes en el tanque (Baradad & Llorà, 2011). Esta concentración de los biosólidos en un volumen reducido de agua hace más eficiente el sistema de tratamiento de agua, que será distinto para el flujo minoritario con alta carga de biosólidos que para el resto.

En el caso de los tanques rectangulares, los biosólidos se depositarán en el fondo del tanque o se mantendrán en suspensión y serán arrastrados por el flujo de agua en función de la velocidad del agua y de la turbulencia generada por la actividad natatoria de los peces. En este último caso, suele ser recomendable recogerlos en el mismo tanque, creando una zona de decantación en la parte final, separada de la zona de cultivo mediante una reja que impide el acceso a los peces, facilitando así que los biosólidos sedimenten en el fondo de la zona de decantación.

3.6.3. Sistema de descarga cero



Figura 9. Sistema descarga cero (Mana, s.f.).

Es un sistema de reciclaje de agua, que emplea una serie de filtros exclusivos cuyo contenido principal está basado en B⁵², usa procesos similares a los empleados en plantas de tratamiento de aguas residuales para remover el amonio. El amonio al ser una de las toxinas más significativas en acuicultura y en concentraciones que exceden unas pocas partes por millón es extremadamente perjudicial para los peces, en ambientes pobres de oxígeno pueden llevar a varias enfermedades de las agallas y a una tasa de crecimiento reducida.

Estudios han demostrado que la B^{52} es capaz reducir químicamente el amonio mediante un proceso de adsorción del amonio en el mineral, desplazando así el equilibrio NH_4-NH_3 en la solución acuosa y reduciendo el potencial de toxicidad del NH_3 . Cuando se usa la cantidad óptima de B^{52} el nivel de NH_4 se reduce a una tasa altamente dependiente de la tasa de movilidad del agua. La cantidad de B^{52} requerida depende del tipo de pez, la concentración de población en cada estanque, el pH, la temperatura, el volumen, la calidad y la tasa de flujo de agua a través del lecho de B^{52} . La regeneración de la B^{52} se logra con una solución de laboratorio que permite la continua reutilización del lecho de intercambio iónico (Mana, s.f.).

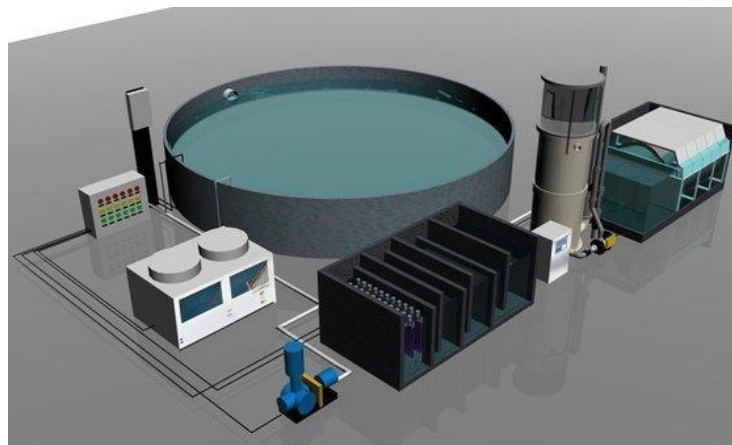


Figura 10. Diseño de un sistema descarga cero implementado filtros B52 (Mana, s.f.).

Phill Pauvert es un especialista de origen Francés en recirculación de agua, y está aplicando este sistema en Colombia a una nueva generación de sistemas de cría de trucha y tilapia, y el resultado al que se ha llegado ha sido impresionante. Como sustrato en filtros biológicos la B⁵² proporciona un adecuado hábitat para el crecimiento de la población bacteriana requerida para la transformación de NH₄ a NO₃ y permanece efectiva como filtro químico capaz de modificar las fluctuaciones de los niveles de NH₄ en los sistemas. Esta propiedad realmente realza las funciones biológicas que hacen al NH₄ disponible para las bacterias a un nivel más estable, permitiendo así a esta población permanecer abundante durante períodos de baja contaminación de NH₄.

3.6.4. Sistema de monitoreo de oxígeno, temperatura y pH (Point Four)

Point Four Systems Inc. fue establecida en 1988 y ahora es una filial de Versatech Holdings Inc., una compañía privada registrada en la Columbia Británica, Canadá. La misión del Point Four es proporcionar a los usuarios soluciones que les permitan recabar información sobre sus parámetros de calidad del agua; para suministrar sistemas para el tratamiento de agua y poder lograr las características deseadas, con especial énfasis en la gestión de los gases disueltos en el agua (Point four systems Inc, s.f.).



Figura 11. HMI PT4 (Point four systems Inc, s.f.).

El monitor PT4 es un monitoreo multicanal y sistema de control para medir el oxígeno, temperatura, pH, salinidad, presión de gas, TDGP, ORP / Redox y conductividad y se pueden utilizar con cualquier sensor que proporciona una salida de 4-20 mA. Puede mostrar hasta ocho mediciones y controlar hasta ocho entradas digitales simultáneamente. El PT4 tiene registro de datos, conectividad de PC y capacidades de control e incluye un monitor de visualización y una caja de conexiones para que los diferentes sensores estén conectados. Está diseñado para su uso al aire libre y se puede suministrar con una serie de opciones de montaje y de cerramiento.

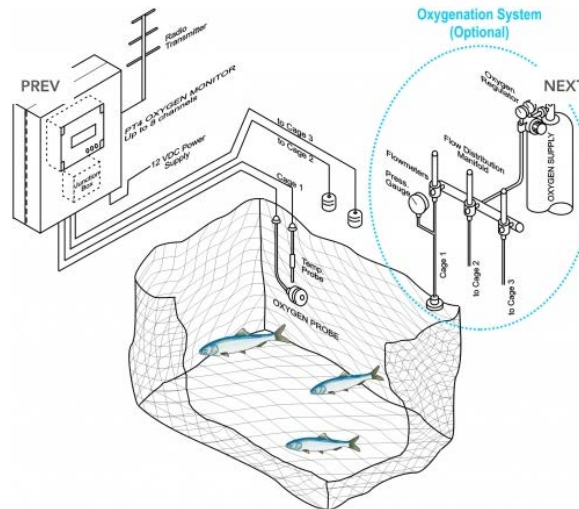


Figura 12. Diseño del sistema PT4 (Point four systems Inc, s.f.).

El Monitor de PT4 es adecuado para su uso en una variedad de industrias, incluyendo la acuicultura (cría de peces comerciales, operaciones de engorde y transporte de pescado vivo), Hothouse / Invernadero, producción vegetal, agua potable embotellada y tratamiento de aguas residuales.

3.7. Especificaciones técnicas del producto

3.7.1. Especificaciones de funcionamiento

- Trucha tipo arco iris.
- PLC.
- HMI.
- Sensor de temperatura con un rango óptimo entre 12 °C y 17 °C.
- Sensor de oxígeno con un rango óptimo entre 7 ppm y 9 ppm.
- Sensor de alcalinidad con un rango óptimo hasta 20 ppm.
- Sensor de nivel
- La mayoría de los dispositivos deben tener protección IP68 con el fin de no tener cortos ni filtraciones.
- La forma de implementación para equipos eléctricos esta sujetas a la carta RETIE para instalaciones eléctricas.

3.7.2. Especificaciones de montaje físico

- Estanques rectangulares elaborados en cemento
- Estanques circulares elaborados en cemento
- Se requiere adecuar un sistema de suministro de energía auxiliar, este en un lugar seco y con el compartimiento del combustible lleno siempre.
- Racks para el almacenamiento de los PLC

3.7.3. Especificaciones de ambiente de operación

- Este dispositivo se debe implantar en zonas con altura entre 2000 y 2500 metros sobre el nivel del mar.

- La temperatura ambiente está entre 8°C-22°C.
- La humedad relativa del sitio está entre 65%-80%.
- Para un óptimo desempeño a las truchas, se les debe garantizar una temperatura entre los 10 y 18 grados Celsius.
- Calibración de los instrumentos entre seis meses y un año para verificar su precisión.
- Alimentación de los implementos de 220 VAC bifilar o 110VAC monofásico con el fin de utilizar la red eléctrica en la zona sin alterar otra red existente.
- Protección de Picos en la corriente por medio de estabilizadores o breakers.

3.7.4. Especificaciones de gestión de producto

- De ser necesario el ingreso de personal al estanque este debe ser solo en caso de alguna anomalía de la herramienta, que estén en temporada de cosecha, limpieza de los estanques o enfermedad, el personal que ingrese debe hacerlo de manera segura, apropiada y lo más limpio posible para evitar contaminación dentro del estanque.
- Verificación del funcionamiento por parte del encargado del recinto de 1 a 2 veces por semana para rectificar el funcionamiento.
- Para probar que la herramienta funciona y al momento de la implementación a nivel comercial, se hace necesario que la manipulación externa sea mínima solo en casos extremos se permitirá el ingreso de personal autorizado al confinamiento.
- Asegurar por medio visual la limpieza y sistemática para asegurar un nivel de asepsia óptimo. En caso de lluvia con tormenta eléctrica o detectar sobre picos de energía se recomienda apagar la herramienta del todo para evitar daños.

3.8. Requerimientos Legales

Para el diseño de la solución se van a seguir los requisitos y recomendaciones de la NTC 5700:2008, NTC 1322:2007 y NTC 5443:2006, ISO-22000 que sirven de orientación a los productores, tanto para el mercado nacional como para el de exportación, con el fin de mejorar la condición de producción. Estas recomendaciones tienen como beneficio mejorar la calidad del producto, y tener un buen control del agua que se maneja en el proceso de inicio, levante y engorde. Algunas de las recomendaciones que nos dan las normas son:

- La empresa debe disponer de un manual de calidad y ponerlo en práctica. Este manual debe estar soportado por un sistema de gestión documental que contemple procedimientos detallados, instrucciones, registros y documentos vigentes que abarquen todos los procesos y operaciones referentes a puntos de control con sus criterios de cumplimiento (NTC 5700:2008).
- Se debe establecer un plan de contingencia que contemple las acciones a tomar, en caso de situaciones que puedan amenazar la inocuidad del producto, la salud humana, el bienestar animal o ambiental, y que hayan sido identificados como riesgos letales como: cortes de energía eléctrica, agua, daños por fenómenos naturales, fuego, productos químicos (NTC 5700:2008).
- Se debe realizar una evaluación visual técnica para asegurar que los centros de producción son adecuados para su propósito (cuarentena, reproducción, incubación, eclosión, larvicultura, alevinaje y áreas de engorde), mantenidos y reparados. Se debe encontrar en buen estado de mantenimiento los centros de producción, otras instalaciones y equipos (NTC 5700:2008).

- Las estructuras de confinamiento deben ser mantenidas en condiciones de limpieza e higiene, e impedir el acceso de animales domésticos (NTC 5700:2008).
- Cuando el lavado y la clasificación se realice con equipos automáticos, se debe señalar que estos se inspeccionan, controlan y supervisan para que sean utilizados de forma adecuada y para garantizar las condiciones higiénico-sanitarias e incluso mantener las precauciones necesarias para la prevención de accidentes (NTC 5433:2006).
- La NTC 1322:2007 nos habla sobre el procedimiento de la toma de muestra para observar el estado de los alimentos.

3.9. Requerimientos contractuales

Para facilitar los procesos de implementación de los requisitos sanitarios, se estableció el Convenio INVIMA – SENA, para mejorar el nivel sanitario de los establecimientos y ampliar las opciones comerciales de los fabricantes. El artículo 28 del Decreto 3075 de 1997, dice que todo establecimiento destinado a la fabricación, procesamiento, envase y almacenamiento de alimentos debe implantar y desarrollar un Plan de Saneamiento con objetivos claramente definidos y con los procedimientos requeridos para disminuir los riesgos de contaminación de los alimentos. Este plan debe ser responsabilidad directa de la dirección de la Empresa.

El Plan de Saneamiento debe estar escrito y a disposición de la autoridad sanitaria competente e incluirá como mínimo los siguientes programas:

- a. Programa de Limpieza y Desinfección
- b. Programa de Desechos Sólidos
- c. Programa de Control de Plagas

3.10. Requerimientos

3.10.1. Organizacional

La empresa cuenta con un total de 30 empleados, en los que se encuentran personal operativo, personal administrativo y directivos. Para el desarrollo de este proyecto se requiere personal capacitado y especializado en las siguientes áreas.

- Ingeniero especializado en Instrumentación. Para todo lo relacionado a la implementación y diseño de los sistemas de instrumentación que se van a trabajar.
- Médico veterinario. Para la verificación del comportamiento y sanidad de los animales después de la implementación del proyecto.
- Ingeniero ambiental. Para garantizar la conservación y preservación de los recursos naturales.
- Ingeniero civil. Para el diseño de la construcción y ubicación de los equipos de medición en cada uno de los estanques.
- Ingeniero electricista. Para el control y protección de los sistemas y equipos que intervienen.
- Maestro de obra. Todo lo referente a la adecuación del sitio para la implementación del proyecto.
- Director del proyecto.
- Ingeniero electrónico

- Gerente del proyecto
- Ingeniero programador
- Ingeniero civil

3.10.2. Legales

Para obtener la aprobación para la realización de este proyecto solo nos piden que estemos registrados en la cámara de comercio.

3.10.3. Financiero

Para la realización de este proyecto, se va a empezar con un anticipo del 40% del valor total del costo del proyecto, para poder empezar con la construcción y compra de los materiales y equipos que se van a implementar en el desarrollo del proyecto.

3.10.4. Infraestructura

- Como la zona en donde se va implementar el proyecto es de difícil acceso, se solicita el préstamo, construcción o arrendamiento de una sede en donde los trabajadores y profesionales se puedan hospedar.
- Debido a las condiciones del terreno y construcción de los estanques, se necesita herramientas nuevas de trabajo como, martillos, taladros, perilleros, entre otros.
- debido al difícil acceso se necesitan vehículos de transporte 4X4, para todo lo relacionado al transporte de los trabajadores, transporte de materiales y alimentos.

3.11. Riesgos del proyecto

3.11.1. Identificación de riesgos

Uno de los riesgos más importantes en este proyecto, es la muerte de los peces en cada uno de los estanques debido ciertos factores:

- Taponamiento en uno de los caudales principales de agua debido a los escombros que pueden dejar la adecuación del terreno, lo que puede generar inundación en toda la truchera.
- Desplome de algunos de los estanques, debido a las condiciones del terreno.
- Contaminación del agua debido a los materiales que se van a usar para el proceso de construcción.
- Disminución de los niveles del agua provocando que los animales se asfixien.

3.11.2. Gestión de los riesgos

Para la solución de estos riesgos que se han identificado se ha propuesto lo siguiente:

- Verificación constante de los niveles del agua en cada estanque.
- La adecuación y construcción se va manejar por medio de los de circulación del agua.
- Se va a supervisar periódicamente el agua que circula por los demás estanques y se medirá el oxígeno, temperatura y alcalinidad.
- Se realizara estudios químicos al agua, para verificar que esta no afecte al medio ambiente.
- Verificar constantemente que los estanques no tengan filtraciones y en caso de tenerlas dar una pronta solución.

- Hacer verificación, adecuación y medición del terreno en el que se va a trabajar, para evitar derrumbes inesperados.
- Verificar la calidad en la que se encuentra actualmente cada uno de los estanques para poder realizar adecuaciones y mejoras de cada uno de ellos.

3.12. Ingeniería básica

3.12.1. Diagrama en bloques de la solución

En este diagrama de bloque se presenta una posible solución a los problemas planteados. Como se observa en la Figura 12. El bloque de sensores capta variaciones de temperatura, nivel, oxígeno y alcalinidad del agua, estas variaciones las convierte en un valor eléctrico, para que después en el bloque de tratamiento de señales, se traten y estabilicen las señales procedentes de los sensores para ser enviadas de una forma correcta al PLC cuya labor es la de analizar y procesar todos los datos proveniente de los sensores, en donde posteriormente se realizara la activación de alarmas en caso de alguna anomalía que se encuentre en alguno de los estanques. Todos los datos y alarmas que son enviados al PLC se podrán observar de una forma detallada en un HMI, el cual mostrará los valores de temperatura, nivel, oxígeno y alcalinidad del agua de cada estanque, y si por algún motivo se genera alguna anomalía éste indicará en que estanque y qué problema se está presentado de forma muy detallada. A continuación explicaremos las entradas y salidas de cada bloque.

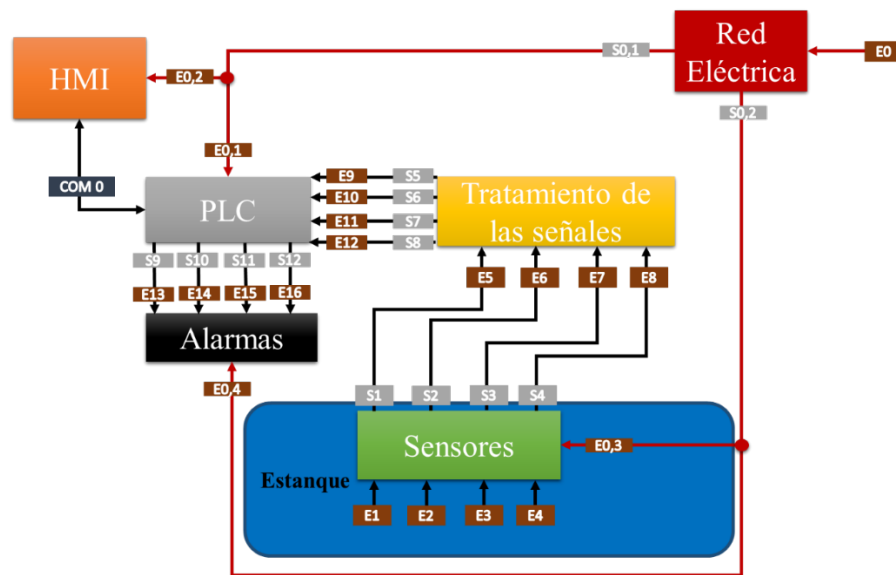


Figura 13. Diagrama de bloques de la solución.

3.12.1.1. Red Eléctrica.

➤ Entradas

E0: Este sistema está regido por la electricidad pública que está a 110 V_{AC} a 60 Hz.

➤ *Salidas*

S0,1 - S0,2: Voltajes de alimentación provenientes del bloque de poder el cual será 110 V_{AC} a 60 Hz y 24 V_{DC} (+10 % / -15 %).

3.12.1.2. Sensores

➤ *Entradas*

E0,3: Voltajes de alimentación provenientes del bloque de poder el cual será 110 V_{AC} a 60 Hz o 24 V_{DC} ($\pm 10\%$).

E1: Adquisición de la señal física (temperatura) del agua; las variaciones térmicas en que la trucha puede tener un óptimo crecimiento está en el rango de 12 - 17°C de temperatura promedio.

E2: Adquisición de la concentración de oxígeno del agua; El rango optimo esta entre 7 ppm - 9 ppm, teniendo en cuenta como límite inferior una concentración no menor a 5ppm.

E3: Adquisición de la alcalinidad del agua; representa el nivel de toxicidad que tienen el agua, valores por debajo de 10 ppm se considera que el agua tiene una toxicidad muy alta.

E4: Representa la cantidad de agua que se encuentra en el estanque en donde su nivel mínimo es de y su nivel máximo es de.

➤ *Salidas*

S1: Corresponde a la señal de salida en términos de voltaje y corriente que arroja el sensor de temperatura. 0 – 24 V_{DC} y con un valor de corriente máxima de 200 mA.

S2: Corresponde a la señal de salida en términos de voltaje y corriente que arroja el sensor de oxigeno 0 – 24 V_{DC} y con un valor de corriente máxima de 200 mA.

S3: Corresponde a la señal de salida en términos de voltaje y corriente que arroja el sensor de alcalinidad 0 – 24 V_{DC} con una corriente máxima de 200 mA.

S4: Corresponde a la señal de salida en términos de voltaje y corriente que arroja el sensor de nivel 0 – 24 V_{DC} con una corriente máxima de 200 mA.

3.12.1.3. Tratamiento de señales.

➤ *Entradas*

E5: Voltaje del sensor de temperatura 0 – 24 V_{DC} con un valor máximo de corriente de 200 mA.

E6: Voltaje del sensor de oxigeno 0 – 24 V_{DC} con un valor máximo de corriente de 200 mA.

E7: Voltaje del sensor de nivel de alcalinidad 0 – 24 V_{DC} con un valor máximo de corriente de 200 mA.

E8: Voltaje del sensor de nivel 0 – 24 V_{DC} con un valor máximo de corriente de 200 mA.

➤ *Salidas*

S5 – S8: Señal de cada uno de los sensores ya tratada (Temperatura, oxigeno, alcalinidad y nivel), 0 - 24 V_{DC} con un valor máximo de corriente de 200 mA.

3.12.1.4. PLC.

➤ Entradas

E0, 1: Esta entrada hace parte de la alimentación del PLC. Su valor es de 110 V_{AC} a 60 Hz.

E9 – E12: Estas entradas corresponden a los valores provenientes de los sensores de temperatura, oxígeno, alcalinidad y nivel del estanque, los cuales ya han sido adecuados. Su rango está comprendido entre 0 y 24 V_{DC} con un valor máximo de 200 mA de corriente.

➤ Salidas

S9 - S11: Estos valores son emitidos por el PLC y van dirigidos al sistema de alarmas de temperatura, oxígeno, alcalinidad y nivel del estanque. Los rangos comprendidos en esta etapa son 0 – 24 V_{DC} con un rango máximo de corriente de operación de 200 mA.

COM0: Comunicación entre el PLC y el HMI

3.12.1.5. HMI

➤ Entradas

E0, 2: Esta entrada hace parte de la alimentación del HMI. Su valor es de 24 V_{DC}.

COM0: Comunicación entre el HMI y PLC.

3.12.1.6. Alarmas

➤ Entradas

E0, 4: Esta entrada hace parte de la alimentación del bloque de sensores. Su valor es de 24 V_{DC}.

E13 – E14: Señal de activación de las alarmas (Temperatura, oxígeno, alcalinidad y nivel) que indicaran si hay alguna anomalía en los estanques, su funcionamiento está bajo una entrada de nivel DC cuyo rango es 0 V_{DC} para indicar que no hay alarma alguna y 24 V_{DC} para indicar una anomalía.

3.12.2. *Narrativa de los procesos que generan la solución*

3.12.2.1. Red eléctrica.

En el módulo de poder se encuentra todo lo relacionado a la adecuación de la señal proveniente de la alimentación pública, la cual llegará a una caja de protección acometida. La energía que proviene de la red pública se conecta a un interruptor general automático (IGA) con una capacidad de 40 A, el cual va a proteger contra sobre cargas y cortos circuitos.

3.12.2.2. Bloque de Sensores.

Los sensores son los encargados de captar las variaciones de temperatura, nivel, oxígeno y alcalinidad que se encuentran en cada uno de los estanques. Estos sensores van conectados a una alimentación DC, la cual puede ser suministrada por el PLC o puede conectasen a una fuente de poder DC externa que irá conectada a la red eléctrica de la truchera.

Para la medición de temperatura, oxígeno y alcalinidad se va a implementar sensores analógicos, que se encargarán de recibir estas variaciones físicas y serán convertidas en valores eléctricos, Para la medición de nivel del agua vamos a utilizar sensores de contacto los cuales se van a poner a una distancia mínima y máxima de cada estanque. Los valores de cada sensor son

enviados a un PLC el cual nos convierte estos valores eléctricos en valores legibles para cualquier operador de la planta por medio de un HMI.

3.12.2.3. Tratamiento de las señales.

Dependiendo del tipo de sensor, éste puede requerir o no de una etapa de tratamiento de señal el cual se va a encargar de filtrar o amplificar la señal del sensor para que después sea entregada de una forma adecuada al PLC.

3.12.2.4. PLC y HMI.

El PLC es el encargado de recibir y leer las señales analógicas de cada uno de los sensores, estas señales pasan por un programa de control que se carga al PLC, al recibir los datos provenientes de los sensores el PLC empieza hacer cálculos matemáticos y como resultado controla diferentes tipos de hardware en un tiempo de milisegundos. El PLC va a intercambiar la información con un paquete de software en el nivel de planta como interfaces máquina operador (HMI) el cual es un medio en el que un usuario puede comunicarse con una máquina, un equipo o una computadora, y comprende todos los puntos de contacto entre el usuario y el equipo.

3.12.2.5. Alarmas.

Al haber alguna anomalía las alarmas nos van a indicar si existe alguna emergencia en la planta dependiendo del tipo de sensor que la está emitiendo, estas alarmas van a estar conectadas al PLC maestro.

3.13. Ingeniería de detalle

3.13.1. *Escogencia de los componentes*

3.13.1.1. Bloque de sensores.

Se va a mostrar la selección de los componentes para lo referente al bloque de sensores y tratamiento de señales, estos sensores estarán alimentados a 24V_{DC} y tendrán una señal de salida de 4 – 20 mA, además de tener una resistencia al agua y que sean sumergibles.

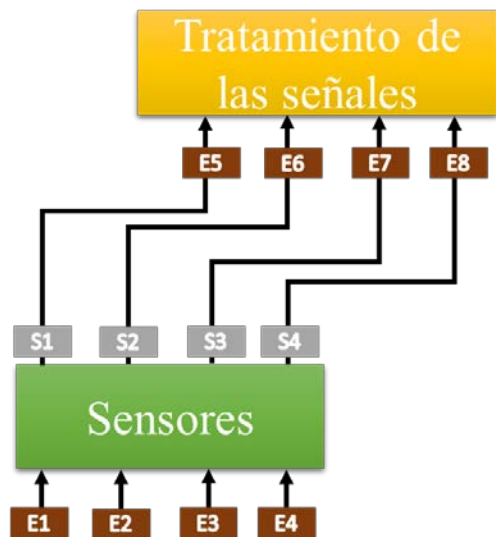


Figura 14. Bloque de sensores.

➤ *Sensor y transmisor de temperatura (OxyGuard)*



Figura 15. Sensor y transmisor de temperatura.

- Sonda con transmisor 4-20 mA
- Construcción: Sensor punta 9mm diámetro X 32mm. Cuerpo 21.5 mm diámetro. Longitud total con cable Casquillos 117 mm. También disponible con un medio "rosca del tubo. Otras formas del cuerpo bajo petición.
- Longitud del cable: cable estándar 5 m 2 hilos 0,75 mm² PUR. Otras longitudes disponibles bajo petición.
- Temperatura de funcionamiento: gama estándar -5 ° C a + 45 ° C.
- Calibración: Fábrica de calibrado de 4-20 mA = -5 ° C a + 45 ° C otros valores a pedido.
- Precisión: +/- 0,2 grados. ° C
- Tiempo de respuesta: 1 milisegundo.
- Alimentación: 14 voltios (50 ohmios de resistencia de bucle) a 32 VDC (950 ohm resistencia de bucle)
- Accesorios incluidos: Caja de conexiones con terminales.
- Precio: USD \$ 300

➤ *Sensor y transmisor de oxígeno (Sensorex)*



Figura 16. Sensor y transmisor de oxígeno.

- O₂ Rango de medición: DO6441-T DO Sensor, Membrana de teflón, 4-20 mA (0-100% sat.) Material del cuerpo: Noryl
- Cátodo: Silver
- Ánodo: Zinc (Serie DO6400), Plomo (DO 7400 Series)

- Temperatura máxima: 50 ° C
- Requisitos de alimentación: 24 V_{DC}
- Cable: longitud 5 m, estañado
- Caudal mínimo: 1 cm/s
- Precisión: +/- 0,2%
- Tiempo de respuesta: 1 ms
- Precio: USD \$ 567.50

➤ *Sensor y transmisor de alcalinidad (Baoten)*



Figura 17. Sensor y transmisor de alcalinidad.

- Escala: 0,1% - 15% de HCl, H₂SO₄, HNO₃, NaOH, etc
- Precisión: Clase 2.5
- Características de la carga: 0-1000Ω cuando 0-10mA; 0-500Ω cuando 4-20mA
- Características eléctricas: 2-hilos, 3 hilos DC24V (16-38V) o 4 hilos 220 (160-250V)
- Medio Temperatura: -10 ° C - 100 ° C
- Longitud: 2 m
- Cable: 5 m
- Temperatura ambiente: -10 ° C - 55 ° C
- Humedad: ≤ 95%
- Precio: USD \$ 400

➤ *Sensor de nivel (EMS)*



Figura 18. Sensor y transmisor de nivel.

- Rango de medición: 0 0,3 m-600m

- Medios de medición: agua, aceite, etc
- Precisión: $\pm 0.2\%$ FS opcional $\pm 0.1\%$ FS
- Frecuencia de muestreo: ≤ 2 ms
- Fuente de alimentación: 12-36V_{DC}
- Material del cuerpo: 304 / 316L de acero inoxidable (opcional)
- Señal de salida: 4-20 mA o 0-5 V_{DC}
- Temperatura ambiente: -40 °C a 85 °C
- Estabilidad a largo plazo: $\leq 0.1\%$ FS / Año
- Temperatura de funcionamiento: -10 °C a +80 °C
- Variación de temperatura: $\pm 0.01\%$ FS / °C
- Sobrecarga: 200% FS
- Protección: IP68
- Precio: USD \$ 200

3.13.1.2. PLC y HMI.

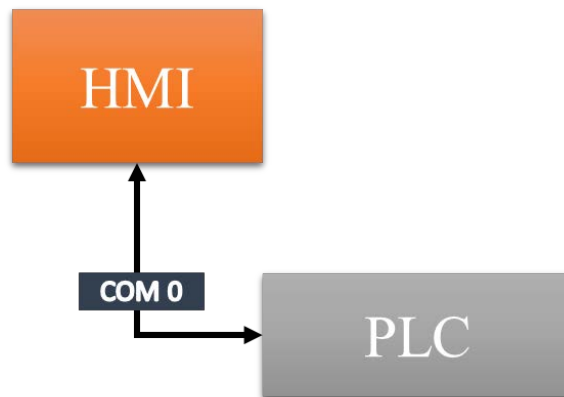


Figura 19. Bloque HMI y PLC.

➤ CPUs AC500 (ABB)



Figura 20. PLC y módulo de comunicación (Anexo D).

- Tipo: PM573-ETH y TB521-ETH
- Ambiente de operación : 0 °C +60 °C
- Protección: IP20
- Tensión de alimentación: 24V_{DC}
- Memoria de programa de usuario Flash EPROM y RAM: 512KB

- Memoria de datos de usuario integrada 512 kB incluidos 288 kB guardados
- Tarjeta de memoria (según la tarjeta SD utilizada): al menos 512 MB
- Datos de servidor web para disco RAM de usuario: 1024 kB

Número máximo de módulos de ampliación en bus de E/S: hasta un máximo de 10 (se permiten módulos S500 y/o S500-eCo)

- Entradas digitales: 320
- Salidas digitales: 240
- Entradas analógicas: 160
- Salidas analógicas: 160
- Numero de ranuras de acoplamiento: 2
- Conexión para el acoplador integrado en la CPU: Ethernet RJ45
- 1 a 4 módulos de comunicaciones enchufables
- Interfaz de E/S para conexión directa de hasta de 10 módulos de expansión
- Interfaz FieldBusPlug esclavo
- Conexión COM1: Bloque de terminales enchufable de 9 pines
- Conexión COM2: SUB-D de 9 pines
- Precio: USD\$ 1400,00

➤ *Módulo de Entradas Analógicas (ABB)*



Figura 21. Modulo entrada análoga.

- Tipo: AI523
- Unidad terminal: TU516
- Entradas analógicas (AI), configuración individual: 16
- Tensión nominal 24 V CC

Resolución de señal para configuración del canal

- -10 V ... +10 V: 12 bits + signo
- 0 ... 10 V: 12 bits
- 0 ... 20 mA, 4 ... 20 mA: 12 bits

Entradas analógicas (AI)

- Configuración de la señal por AI: máximo posible por modulo y según configuración: número de AI/puntos de medición (dependiendo de la técnica de 2/3 hilos o del circuito de entrada diferencial Anexo E)
 - 0 ... 10 V: 16 / 16
 - -10 V ... +10 V: 16 / 16
 - 0 ... 20 mA: 16 / 16
 - 4 ... 20 mA: 16 / 16
 - Resistencia de entrada por canal tensión: > 100 k Ω ; corriente: aprox. 330 Ω
 - Precio: USD\$ 385.00
- *Modulo E/S digitales (ABB)*



Figura 22. Modulo E/S digital (Anexo E).

- Tipo: DX571 Relé
- Ambiente de operación: 0 °C +60 °C
- Protección: IP20
- Entradas digitales DC 24V: 8
- Salidas digitales (RELE): 8
- Corriente de salida: 2 A
- Voltaje primario: 24 V_{DC}
- Price: USD\$ 200.00

➤ *HMI (ABB)*



Figura 23. HMI touch screen.

- Tipo: CP635
- Interfaz de comunicación: 2x Ethernet 100 Mbit; 1x RS232/422/485; 2x USB 2.0 Host; 1x SD card slot; 2x Expansion slot
- Protección: IP66
- Memoria de programa: 256 MB
- Alimentación: 24 VDC
- Color de pantalla: 64K color
- Resolución: 800 X 480 pixel
- Tamaño de pantalla: 16:9 wide screen 7 pulgadas
- Tipo de pantalla: TFT color, LED backlight, touch screen
- Puerto serial: RS232/RS422/RS485
- Price: USD \$1.049,75

3.13.1.3. Red eléctrica.

La tensión que llega de la red eléctrica es de 240 V_{AC} a 50Hz, esta res ya cuenta con protección contra picos.

➤ *Fuente de alimentación (ABB)*



Figura 24. Fuente de alimentación.

- Tipo: CP-E 24/5.0
- Entrada de voltaje: 115/230 V AC (90-132 V AC, 180-264 V AC, 210-375 V DC), auto seleccionable.
- Salida de voltaje: 24 V_{DC} auto ajustable

- Salida de Corriente: 5 A
- Eficiencia: 88%
- Ambiente de operación: -35 °C +70 °C
- Potencia de salida: 120 W
- Precio: USD \$150

3.13.1.4. Alarmas.



Figura 25. Luz piloto.

- Tipo: ML1-100 (Rojo, verde, amarillo, azul, blanco, transparente)
- Alimentación: 24 V_{DC}
- Precio: USD \$4.50

3.13.2. **Diagramas y planos de la solución**

A continuación se muestra el P&ID un diagrama de conexión de los equipos e instrumentos para monitorear el proceso, en la siguiente tabla se va mostrar el significado de cada uno de estos instrumentos (Para ver el diagrama completo dirijase al [Anexo B](#)).

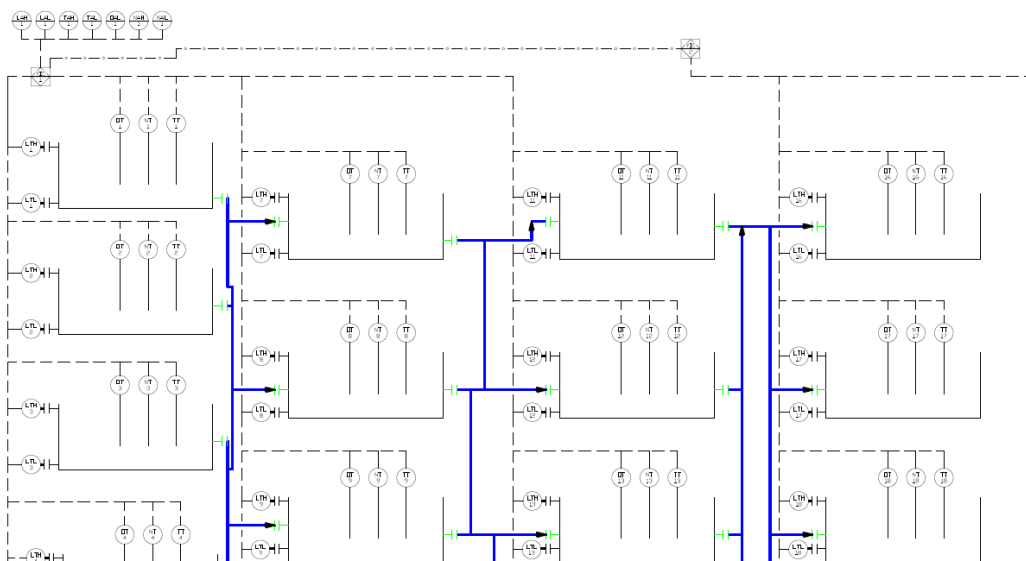


Figura 26. P&ID.

Como se muestra en el P&ID, se van a implementar dos PLC, ya que un PLC no soportaría el monitoreo debido a las múltiples entradas que tiene el sistema, los dos PLC van a funcionar maestro-esclavo por medio de una conexión FieldBus Plug lo cual es especial para equipos ABB, esta conexión va enviar los datos de cada uno de los estanques al PLC principal el cual va a activar las alarmas de acuerdo a unos parámetros preestablecidos en el programa. Los sensores van enviar la información por medio de una señal eléctrica de 4-20 mA, la cual se envía al PLC

para que se encargue del procesamiento de señal y tome decisiones de acuerdo a los parámetros preestablecidos.

Tabla 1. Descripción de los símbolos de acuerdo al P&ID.

Símbolo	Instrumento/Equipo
LAH	Alarma de nivel alto
LAL	Alarma de nivel bajo
TAH	Alarma de temperatura alto
TAL	Alama de temperatura bajo
OAL	Alarma de oxígeno bajo
NAH	Alarma de alcalinidad alta
NAL	Alarma de alcalinidad baja
YIC	PLC
LTH	Transmisor de nivel alto
LTL	Transmisor de nivel bajo
OT	Transmisor de oxígeno
NT	Transmisor de alcalinidad
TT	Transmisor de temperatura

3.13.3. Listado de elementos

En las siguientes tablas se muestran los equipos e instrumentos que se le van a entregar al cliente para la implementación y puesta en marcha del proyecto.

Tabla 2. Elementos entregables.

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Sensor y transmisor de temperatura (OxyGuard)	26
2	Sensor y transmisor de oxígeno (Sensorex)	26
3	Sensor y transmisor de alcalinidad (Baoten)	26
4	Sensor de nivel (EMS)	52
5	CPUs AC500 (PM573-eth y TB521-ETH)	2
6	Modulo entrada analógica (AI523 y TU516)	10
7	Modulo E/S DX571	2
8	HMI CP635	1
9	Fuente de alimentación (CP-E 24/5,0)	2
10	Luz piloto (ML1-100)	10

Tabla 3. Repuestos.

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Sensor y transmisor de temperatura (OxyGuard)	2
2	Sensor y transmisor de oxígeno (Sensorex)	2

3	Sensor y transmisor de alcalinidad (Baoten)	2
4	Sensor de nivel (EMS)	2
5	CPUs AC500 (PM573-eth y TB521-ETH)	1
6	Modulo entrada analógica (AI523 y TU516)	1
7	Modulo E/S DX571	1
8	HMI CP635	1
9	Fuente de alimentación (CP-E 24/5,0)	1
10	Luz piloto (ML1-100)	5

3.14. Recursos para el proyecto

Para implementar la solución del proyecto se requerirá de herramientas, equipos, hardware y software los cuales no se le hará entrega al cliente. En la siguiente tabla se mostrara el nombre del recurso, costo y los días que durará para la elaboración del proyecto. Todos estos bienes pertenecen a la empresa, por lo que por estos equipos se cobrará un alquiler por el uso.

Tabla 4. Materiales para la elaboración del proyecto.

Nombre	Cantidad	Duración (Días)	Costo	Total costo
Vehículo de transporte de material	1	15	\$ 168.000,00	\$ 2.520.000,00
Vehículo de transporte de personal	1	15	\$ 168.000,00	\$ 2.520.000,00
Multímetro	2	7	\$ 8.000,00	\$ 56.000,00
Taladro	2	10	\$ 12.800,00	\$ 128.000,00
Martillo	2	15	\$ 14.400,00	\$ 216.000,00
Perillero	2	15	\$ 8.000,00	\$ 120.000,00
Pica	2	10	\$ 8.000,00	\$ 80.000,00
Pala	2	10	\$ 8.000,00	\$ 80.000,00
Escalera	1	15	\$ 8.000,00	\$ 120.000,00
Computadores	4		\$ 360.000,00	\$ 1.440.000,00
ABB Control builder plus	1		\$ 2.000.000,00	\$ 2.000.000,00
AutoCAD P&ID	1		\$ 2.000.000,00	\$ 2.000.000,00
Office Profesional Plus	1	131	\$ 10.000,00	\$ 1.310.000,00
Total				\$ 12.590.000,00

3.15. Factibilidad técnica del proyecto

3.15.1. Precios del mercado

3.15.1.1. Aquaponics.

Es una empresa, dedicada a la implementación y diseño de sistemas de acuaponia basados en la producción de alimentos con un mínimo desperdicio. Están hechas de componentes de alta calidad e incluyen instrucciones de montaje y de operación detallados, procedimientos operativos estándar y manuales de buenas prácticas agrícolas.



Figura 27. Sistema de estanques aquaponics.

El Clear Flow Aquaponic Systems es un diseño basado en la ciencia el cual incluye una serie de tanques de peces, con un sistema de monitoreo y tanques de filtración, incluyendo el patentado ZDEP™, el chasis del depósito balsa, trazador de líneas pre-instalada de calidad alimentaria tanque balsa, marcos de cama de comunicación y revestimientos de calidad alimentaria de preinstalación, los medios de comunicación en camas (Nelson + Pade, s.f.), bomba de agua y cañerías, válvulas de compuerta y válvulas de bola verdadera unión, ventilador de aire, sistema de aireación y difusores de aire, propagación de plantas automatizadas y un sistema de vivero de plantas acelerado, red de pesca, alimento para peces, el equipo de prueba de agua, monitores y alarmas de efecto invernadero, viveros de peces, sistemas de purga de pescado y mucho más. La implementación de este sistema en el proyecto puede costar alrededor de los USD\$500.000,00.

3.15.1.2. Point four systems.

Como se mencionó en el estado del arte Point Four Systems Inc. fue establecida en 1988 y ahora es una compañía privada registrada en la Columbia Británica, Canadá.

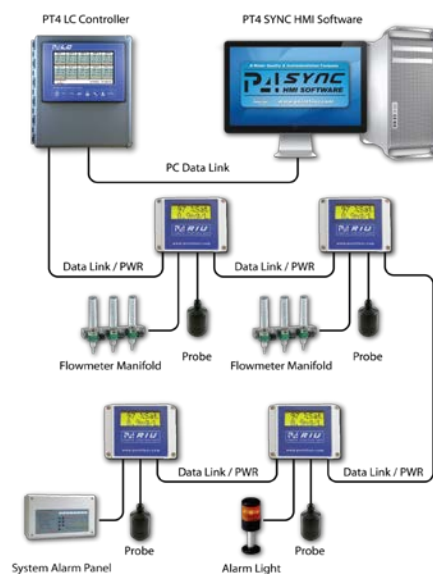


Figura 28. Sistema de monitoreo Point Four Systems

El sistema de monitoreo PT4 LC (Anexo G) proporciona monitoreo y control, para todos los parámetros de calidad del agua. Se utiliza junto con el PT4 RIU (unidad de interfaz remota) solo sensor transmisor / controlador, la LC permite la vinculación de datos ampliable de una multitud de diferentes sensores y dispositivos de control. El usuario puede recoger, manipular y controlar todos los datos a través de la LC Controller PT4, controlador PT4 RIU o utilizar el software de sincronización PT4 HMI (basada en Windows). Viendo y reaccionar a los datos del sensor es lo que mejor sabe hacer la LC. Ya se trate de la activación de una alarma del sensor de agua bajo nivel de celdas individuales, ciclismo difusor de oxígeno o el envío de un SMS a su teléfono para alertar a una advertencia del sistema, la LC PT4 (Point four systems Inc, s.f.) se puede configurar para mantener sus operaciones funcionando sin problemas y eficientemente. La implementación de este sistema en el proyecto puede costar alrededor de los USD\$250.000,00.

Al explicar los sistemas de cada uno de los competidores y viendo detalladamente las características de cada uno de ellos, observo como posible competidor el sistema de PT4 LC de la compañía Point Four Systems debido a que cumple con las características de monitoreo y adecuación de los estanques que se requieren en la Truchera San Isidro, ya que el otro competidor (Aquaponics) ofrece un sistema integrado el cual por problemas de espacio y adecuación del terreno es imposible de realizar en la truchera.

3.15.1.3. Evaluación económica del proyecto.

En las siguientes tablas se van a mostrar todo lo relacionado al costo total del proyecto en donde se van a calcular los costos fijos, costos variables directos y costos variables indirectos. Para observar al detalle de donde sale cada valor para la obtención del costo del proyecto favor mirar los anexos.

Tabla 5. Costos fijos.

Actividad	Costo
Costos Activos a Entregar Al Cliente	\$ 97.906.525,00
Costos Activos Para Garantía y Soporte	\$ 11.618.975,00
Costos Del Proceso De Contratación	\$ 35.000.000,00
Costos De La Ingeniería	\$ 9.240.800,00
Total	\$ 153.766.300,00

Tabla 6. Costos variables directos.

Actividad	Costo
Costo Adecuación	\$ 5.931.000,00
Costo Montaje	\$ 2.709.000,00
Costo Arranque y puesta en servicio	\$ 5.378.400,00
Costo Uso De Bienes De Capital	\$ 12.590.000,00
Costo Entrega	\$ 420.000,00
Costo Soporte	\$ 9.132.000,00
Costo Capacitación	\$ 1.260.000,00
Costo Documentación	\$ 5.623.200,00

Total	\$ 43.043.600,00
-------	------------------

Tabla 7. Costos Variables indirectos.

Concepto	Total Gastos
Gastos Administrativos	\$ 53.071.200,00
Gastos Generales	\$ 20.779.200,00
Gastos Financieros	\$ 0,00
Total	\$ 73.850.400,00

Tabla 8. Costo total del proyecto.

Concepto	Totales
Costos Fijos	\$ 153.766.300,00
Costos Variables Directos	\$ 43.043.600,00
Costos Variables Indirectos	\$ 73.850.400,00
Costo Total Del Proyecto	\$ 270.660.300,00

Al realizar los cálculos del costo total del proyecto, y comparando con el resto de competidores vemos que el costo del proyecto es inferior a los precios del mercado, debido a que muchos de los equipos y sistemas que ofrece la competencia son estándar, por lo que genera un costo al hacer implementación y adecuación de los sensores en cada uno de los estanques. Al haber esta diferencia en la solución del proyecto es claro que podemos sacarle una utilidad importante al proyectó, con lo que se puede plantear la implementación de un descuento para satisfacción del cliente. Viendo los costos del proyecto y la diferencia que hay entre los competidores, podemos decir que tenemos una oportunidad de negocio en la que se puede también mejorar en el paso de cada implementación de este sistema, lo que nos puede dar mayores utilidades y mejoramiento en la calidad del personal.

3.15.2. Utilidad del proyecto

En la siguiente tabla se muestra la comparación en porcentaje de la tasa de oportunidad, para la rentabilidad del proyecto se escogerá una tasa entre el 25% y 35% lo cual es establecido por la ley.

Tabla 9. Tasa, costo de oportunidad en el mercado.

Concepto	tasa
Depósitos a término CDT's	5-6%
Fondos fiduciarios	9-11%
Rentabilidades típicas (o por ley) en estos proyectos	25-30%

La rentabilidad se puede obtener gracias a que la implementación del proyecto es menor a la competencia, lo que con lleva a que también podemos hacer descuentos al valor total del proyecto, y con el descuento incluido o no, podemos obtener una gran utilidad lo que es viable para nuestro negocio y los clientes.

3.15.3. Precio de venta del proyecto

La utilidad y rentabilidad son dos conceptos distintos y complementarios. La utilidad como se ve en la tabla, simplemente es el resultante de restar a los ingresos todos los egresos, mientras que la rentabilidad como se muestra en la tabla, es el rendimiento que se ha obtenido al invertir un capital.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, observamos que la viabilidad del proyecto se ve interesante, debido al bajo costo que tiene respecto a la competencia, y por otro lado vemos que la rentabilidad del proyecto es muy atractiva, lo que convierte al proyecto en algo viable por parte del contratista y el contratante,

Tabla 10. Precio de venta del proyecto.

Concepto	Valor	Rentabilidad
Costo del Proyecto	\$ 270.660.300,00	0%
Precio del mercado	\$ 500.000.000,00	0%
Precio de venta mínimo	\$ 356.131.973,68	24%
Precio de venta publico	\$ 370.970.805,92	4%
Utilidad neta	\$ 70.217.354,14	26%

3.16. Conclusiones

La automatización es una alternativa que siempre debe ser necesario considerar; en los países desarrollados, poseen una gran experiencia en cuanto a automatización y sistemas de monitoreo y seguridad se refiere y los problemas a que se enfrentan en la actualidad son de características muy distintas a los nuestros. Debido a la tecnología y recursos que emplean, conlleva a la disminución de procesos repetitivos y costos de más en la producción para la crianza de estos animales.

A medida que la población tiende a incorporar a su dieta alimentos más sanos y nutritivos el consumo mundial de pescado se ha disparado a niveles récord, según la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Debido a lo anterior, se necesitan sistemas de producción automatizados los cuales se encarguen del monitoreo de cada uno de los estanques, con el fin de disminuir la mortalidad en los peces y tener condiciones óptimas de higiene en cada uno, y así prevenir la proliferación de bacterias las cuales pueden ser perjudiciales para el ser humano.

4. Bibliografía

- ABB. (s.f.). *ABB Technologies*. Obtenido de <http://www.abb.com/product/us/9AAC177033.aspx>
- Avendaño, J., & Acosta, D. N. (s.f.). *Tecno parque Valledupar*. Recuperado el 20 de 8 de 2014, de <http://tecnoparquevalledupar.blogspot.com/2011/03/proyectos-2010.html>
- Baradad, J. O., & Llorà, I. M. (26 de 11 de 2011). *Ipac acuicultura*. Obtenido de DISEÑO DE TANQUES EN ACUICULTURA INTENSIVA: http://www.ipacuicultura.com/noticias/divulgacion/18496/diseo_de_tanques_en_acuicultura_intensiva.html
- Geo Soluciones. (s.f.). *Geo Soluciones*. Obtenido de Geomembranas : <http://www.geomembranas.com.co/geoproductos/estanques-piscicola/>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas. (26 de 10 de 2005). Norma Técnica Colombiana ISO-22000. *SISTEMAS DE GESTIÓN DE INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS*. Bogotá, Colombia.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas. (22 de 09 de 2006). Norma técnica colombiana 5443. *Productos de la pesca y la acuicultura. Buenas practicas de proceso y comercialización de las especies acuícolas, cachama, tilapia y trucha*. Bogotá, Colombia.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas. (18 de 04 de 2007). Guía técnica colombiana 157. *Guía para la aplicación de un sistema de trazabilidad en el sector de productos de la pesca y de la acuicultura*. Bogotá, Colombia.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas. (12 de 12 de 2007). Norma técnica colombiana 1322. *Productos de la pesca. Métodos de análisis físicos y químicos*. Bogotá, Colombia.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas. (30 de 04 de 2008). Norma técnica colombiana 5700. *Buenas prácticas de producción acuícola*. Bogotá, Colombia.
- Mana. (s.f.). *Trucha y Tilapia*. Obtenido de <http://truchaytilapia.blogspot.com/>
- Mendoza Bojorquez, R. J., & Palomino Ramos, A. R. (Junio de 2004). Manual de cultivo de trucha arco iris en jaulas flotantes. Lima, Perú.
- Municipalidad distrital Ragash; Antamina; Cedep. (2009). *Manual de crianza*. Perú.
- Nelson + Pade. (s.f.). *Aquaponics*. Obtenido de Commercial Systems: <http://aquaponics.com/>
- Oca, J. M. (2004). Comparative analysis of flow patterns in aquaculture rectangular tanks with different water inlet characteristics. En *Aquacultural Engineering* (págs. 31, 221-236).
- Point four systems Inc. (s.f.). *Point four*. Obtenido de <http://www.pointfour.com/products-monitorsandcontrollers>
- Solla. (2005). *Peces de agua fria*. Colombia: Grafiformas LTDA.
- Timmons, M. B., Summerfelt, S. T., & Vinci, B. J. (1998). Review of circular tank technology and management. En *Aquacultural engineering* (págs. 18, 51-69).

YURANI, M. Á., & MARCELA, R. R. (2012). *ESTRATEGIAS EN ASPECTOS DE MERCADO Y ORGANIZACIONALES PARA FORTALECER COMPETITIVAMENTE LA FINCA EL CAMPÍN*. Bogota: FACULTAD CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS, UNIVERSIDAD EL BOSQUE.

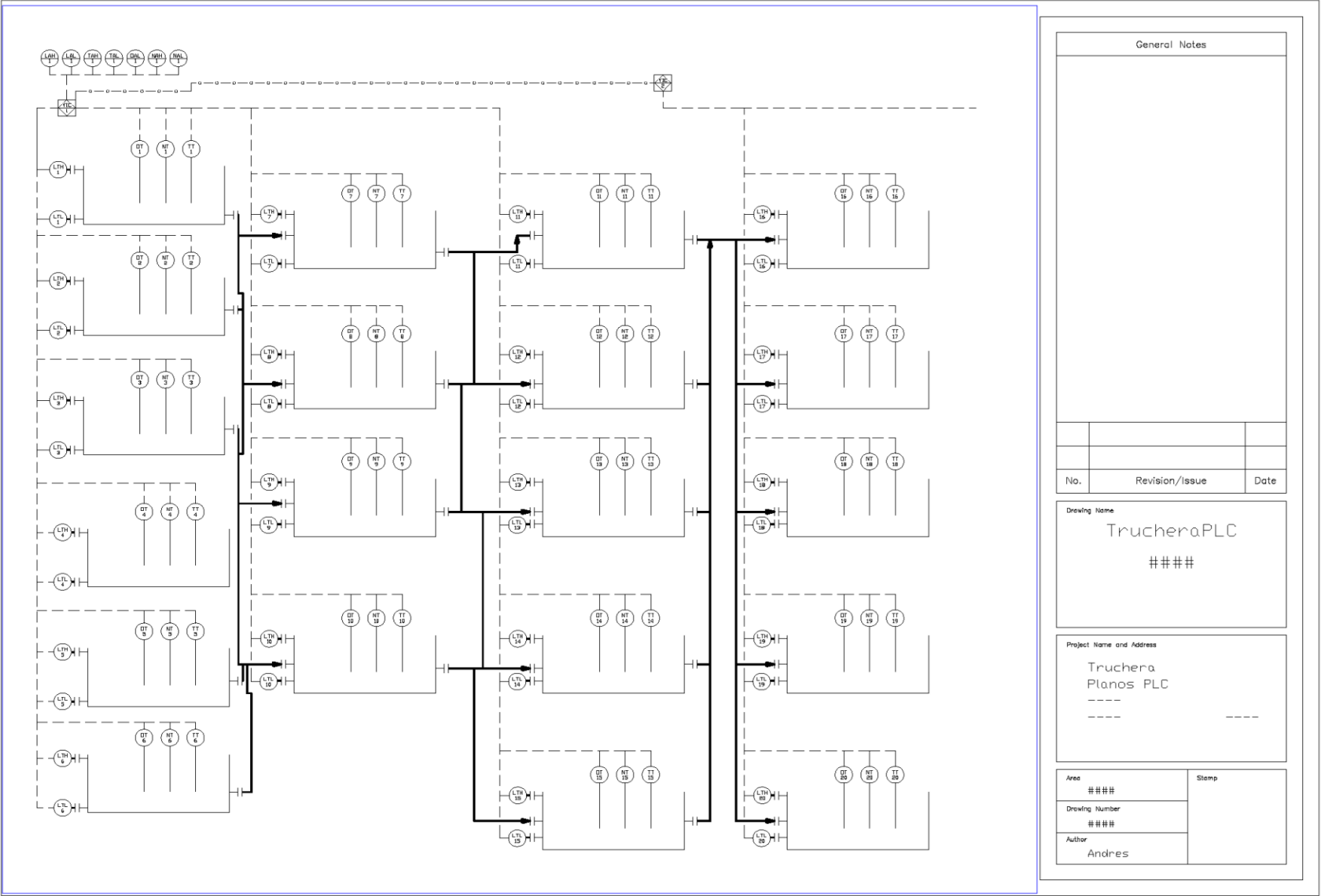
ANEXOS

Anexo A

Id		Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	01 enero 11 febrero 21 marzo 01 mayo									
					07/07	19/01	03/08	15/02	30/08	13/03	25/09	09/04	22/10	06/05
1			1 Sistema de Monitoreo de Estanques Trucha San Isidro	131 días										
2			1.1 Conceptualización	21 días										
3			1.1.1 Caso de negocio	1 día										
4			1.1.1.1 Se habla con el cliente sobre el tipo de producto	1 día										
5			1.1.2 Ingenieria conceptual	20 días										
6			1.1.2.1 Observar los procesos de producción y	6 días										
7			1.1.2.1.1 Alimentacion (inicio, levante y engorde)	2 días										
8			1.1.2.1.2 Zonas de sacrificio	1 día										
9			1.1.2.1.3 Condiciones de hábitat de las truchas	3 días										
10			1.1.2.1.4 Distribución de los estanques	1 día										
11			1.1.2.1.5 Medicion de la temperarua, Ph y oxigeno en	4 días										
12			1.1.2.2 Identificar la necesidad que tiene el cliente	6 días										
13			1.1.2.2.1 Planteamineto del problema	3 días										
14			1.1.2.2.2 Explicación de la solución al problema	2 días										
15			1.1.2.2.3 Justificación: ventajas y beneficios de la	2 días										
16			1.1.2.3 Investigación de tecnologías existentes en el	4 días										
17			1.1.2.4 Requerimientos	3 días										
18			1.1.2.4.1 Se enuncian todos los requerimientos De	3 días										
19			1.1.2.5 Revision y aprobacion del documento	1 día										
20			1.2 Diseño del Producto	13 días										
21			1.2.1 Ingenieria Basica	2 días										
22			1.2.1.1 Diagrama de bloques de la solucion	2 días										
23			1.2.1.2 Descripcion de cada uno de los bloques	1 día										
24			1.2.2 Ingenieria de Detalle	11 días										
25			1.2.2.1 Selección de componenets tanto de Software	4 días										
26			1.2.2.2 Calculo, dimensionamiento de los sistemas	2 días										
27			1.2.2.3 Diseño de Software	1 día										
28			1.2.2.4 Diadgramas y planos detallados	4 días										
29			1.2.2.5 Recursos para el proyecto	3 días										
30			1.2.2.5.1 Se refiere al uso de maquinaria,	3 días										
31			1.3 Implementación	40 días										

Id		Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Gantt chart											
					07/07	01 enero		11 febrero		21 marzo		01 mayo		06/05		
						19/01	03/08	15/02	30/08	13/03	25/09	09/04	22/10	06/05		
32			1.3.1 Compra de los suministros	10 días	Area de compras[50%];Computador 3[1] Area de compras 1[50%];Computador 2[1] Area de compras[50%];Computador 3[1] Area de compras 1[50%];Computador 2[1] Ingeniero programador;Computador 3[1] Area de compras;Computador 2[1] Director del proyecto;Computador 1[1]											
33			1.3.1.1 Licencias de software	3 días												
34			1.3.1.2 Equipos y sensores	10 días												
35			1.3.1.3 Materiales de construcción	2 días												
36			1.3.1.4 Alquiler o compra de maquinaria y herramientas	2 días												
37			1.3.2 Adecuacion de los estanques	15 días												
38			1.3.3 Montaje de los equipos en los estanques	5 días												
39			1.3.4 Pruebas de equipos	13 días												
40			1.3.4.1 Pueba del sistema eléctrico	2 días												
41			1.3.4.2 Prueba sensor de temperatura	2 días												
42			1.3.4.3 Prueba de sensor de nivel	2 días												
43			1.3.4.4 Prueba de sensor de oxigeno	2 días												
44			1.3.4.5 Prueba de sensor de alcalinidad	2 días												
45			1.3.4.6 Prueba del PLC y HMI	5 días												
46			1.3.4.7 Prueba de Software	2 días												
47			1.3.5 Union de las etapas (SW/HD)	3 días												
48			1.4 Prueba y puesta en marcha del sistema	60 días												
49			1.4.1 Soporte	20 días												
50			1.4.2 Garantía	60 días												
51			1.4.3 Capacitación	10 días												
52			1.4.4 Documentación	12 días												
53			1.4.5 Entrega	3 días												

Anexo B





Anexo C



Submersible Galvanic Dissolved Oxygen Sensors

Large Solution Capacity for Long Term Deployment

Models with and without Temperature Sensor

Easy installation and maintenance mV or 4-20mA Output Models Available

The DO6400 & 7400 series dissolved oxygen sensors feature a large capacity electrolyte holder, positive fit, easy to replace membrane and dependable galvanic cell technology for long term deployment. The body design ensures a good grip when wet. Ideal for Aquaculture and wastewater monitoring applications, these sensors require minimal maintenance. Teflon or High-Density Polyethylene (HDPE) membranes are available. Replacement membranes, installation tool and electrolyte are sold separately or as a convenient kit. Sensors with mV output as well as built-in 4-20mA output in 0-100% and 0-200% saturation

range are available.

Specifications

O ₂ Measuring Range	DO6400 (0.5-20ppm), DO6441(0-100%), DO6442(0-200%)
	DO7400 (0.03-20ppm), DO7441(0-100%), DO7442(0-200%)

Body material	Noryl
---------------	-------

Cathode	Silver
---------	--------

Anode	Zinc (DO6400 Series), Lead (DO7400 Series)
-------	--

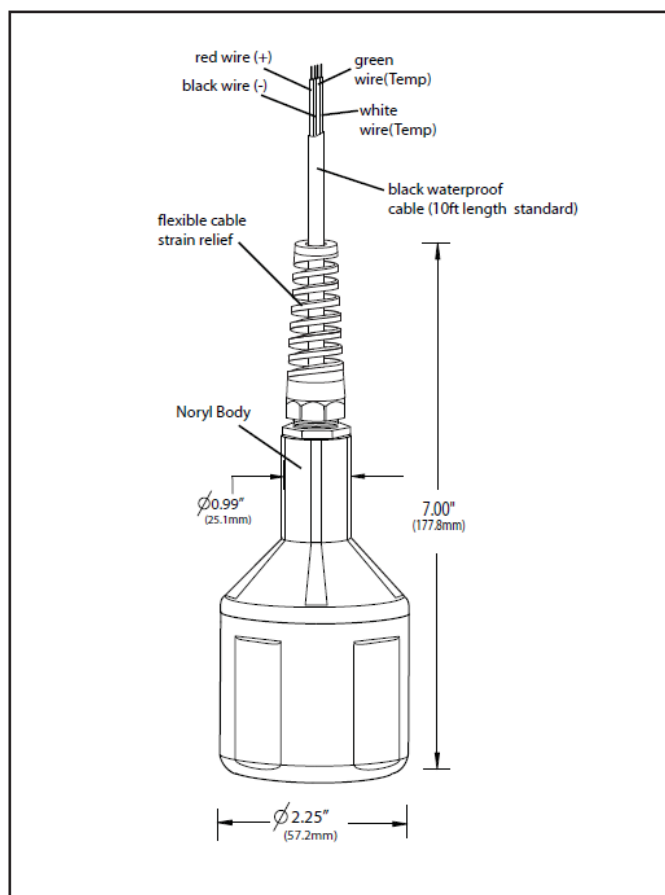
Maximum Temperature	50 Degrees C
---------------------	--------------

Power Requirement	12-36 V DC (for models DO6441, DO6442, DO7441 and DO7442 only)
-------------------	---

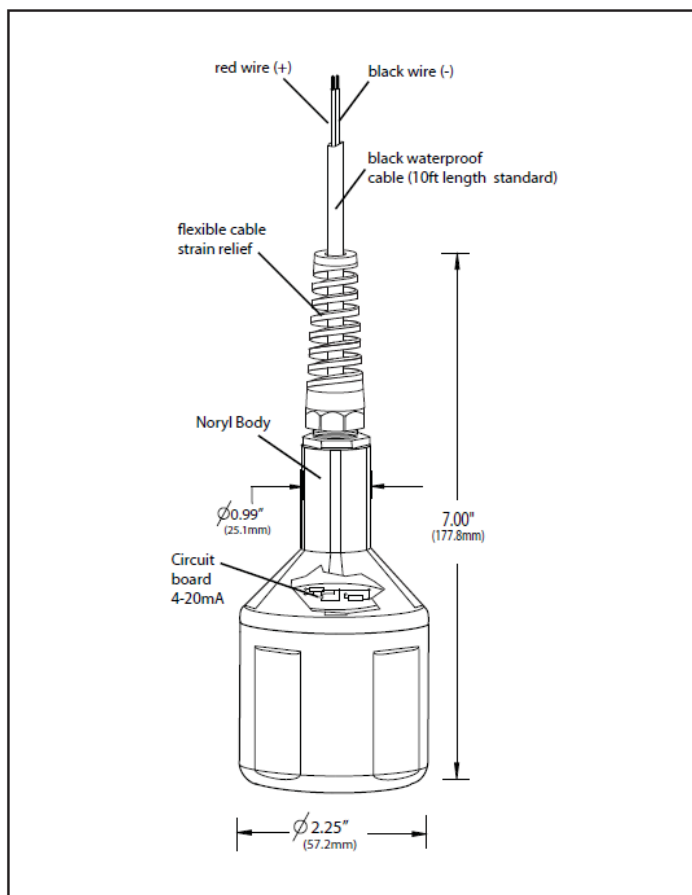
Temperature Sensor	(User specified temperature elements) - Connect to your controller or PLC for temperature output
--------------------	---

Cable length	10 feet, tinned leads
Minimum Flow rate	2 inches per second
Output @ Air saturation	HDPE DO6400 & DO7400(45mV +/- 9mV) Teflon DO6400 & DO7400(33mV +/- 9mV) HDPE & Teflon DO6441, DO7441(0-100%) - fixed 4.5mA = <1 ppm DO HDPE & Teflon DO6441, DO7441 (0-100%)- fixed 15-20 mA = saturated air HDPE & Teflon DO6442- fixed 4.5mA = <1 ppm DO HDPE & Teflon DO6442- fixed 10-12 mA = saturated air

OUTLINE DRAWING AND DIMENSIONS FOR DO6400 SERIES SENSORS



OUTLINE DRAWING AND DIMENSIONS FOR 4-20mA SERIES SENSORS





ORDERING INFORMATION

Sensors

Accessories

Part No.	Description
DO6400-H	
DO6400-T	DO Sensor, HDPE Membrane
DO6400-H-TC	DO Sensor, Teflon Membrane
	DO Sensor, HDPE Membrane, supplied with customer specified temperature element
DO6400-T-TC	DO Sensor, Teflon Membrane, supplied with customer specified temperature element
DO6441-H	DO Sensor, HDPE Membrane, 4-20mA (0-100% sat.)
DO6441-T	DO Sensor, Teflon Membrane, 4-20mA (0-100% sat.)
DO6442-H	DO Sensor, HDPE Membrane, 4-20mA (0-200% sat.)
DO6442-T	DO Sensor, Teflon Membrane, 4-20mA (0-200% sat.)
DO7400-H	DO Sensor, HDPE Membrane (low range)
DO7400-T	DO Sensor, Teflon Membrane (low range)
	DO Sensor, HDPE Membrane, (low range) supplied with customer specified temperature element
DO7400-H-TC	DO Sensor, Teflon Membrane, (low range) supplied with customer specified temperature element
	DO Sensor, HDPE Membrane, (low range) 4-20mA (0-100% sat.)
DO7400-T-TC	DO Sensor, Teflon Membrane, (low range) 4-20 mA (0-100% sat.)
	DO Sensor, HDPE Membrane, (low range) 4-20 mA (0-200% sat.)
DO7441-H	DO Sensor, Teflon Membrane, (low range) 4-20 mA (0-200% sat.)
DO7441-T	
	Note: 1) All DO sensors are shipped dry with membrane preinstalled
	2) All DO sensors are shipped with 2 membranes, 2 membrane o-rings, 1 membrane removal tool and 1 each 250mL of electrolyte (enough for about 4 refills).
DO7442-H	
DO7442-T	

Part No.	Description
DO6050-H	Membrane maintenance kit for DO6400 Series sensors 5 each HDPE membranes, 5 each membrane o-rings, 5 each tensioning washer, 1 bottle (250mL) electrolyte
DO6050-T	Membrane maintenance kit for DO6400 Series 5 each Teflon membranes, 5 each membrane o-rings, 5 each tensioning washer 1 bottle (250mL) electrolyte
	Membrane maintenance kit for DO6400 Series
DO6051-H	25 each HDPE membranes, 25 each membrane o-rings, 25 each tensioning washer, 3 bottles (500mL ea) electrolyte
	Membrane maintenance kit for DO6400 Series
DO6051-T	25 each Teflon membranes, 25 each membrane o-rings, 25 each tensioning washer, 3 bottles (500mL ea) electrolyte
	Spare Parts kit for DO6400 & DO7400 Series sensors. Contains: 2 each membrane lock, 2 each tensioning washer, 2 each body o-rings, 1 membrane replacement tool
DO6052	Membrane maintenance kit for DO7400 Series sensors 5 each HDPE membranes, 5 each membrane o-rings, 5 each tensioning washer, 1 bottle (250mL) electrolyte
	Membrane maintenance kit for DO7400 Series
DO7050-H	5 each Teflon membranes, 5 each membrane o-rings, 5 each tensioning washer 1 bottle (250mL) electrolyte
	Membrane maintenance kit for DO7400 Series
DO7050-T	25 each HDPE membranes, 25 each membrane o-rings, 25 each tensioning washer, 3 bottles (500mL ea) electrolyte
	Membrane maintenance kit for DO7400 Series
	25 each Teflon membranes, 25 each membrane o-rings, 25 each tensioning washer, 3 bottles (500mL ea) electrolyte
DO7051-H	
DO7051-T	



⑦

Adaptador con COM2

CPU AC500

CPU AC500: Excelentes capacidades de ampliación local y comunicación



Hasta cuatro módulos de comunicación

Hasta 10 módulos de E/S incluyendo módulos de la gama AC500-eCo

Visión general de las CPUs AC500

CPU AC500



Tipo	PM572	PM573-ETH	PM582	PM583-ETH
Versión disponible para condiciones extremas	no	sí	sí	sí
Tensión de alimentación	24 V CC			
Memoria de programa de usuario				
Flash EPROM y RAM	128 kB	512 kB	512 kB	1024 kB
Memoria de datos de usuario integrada	128 kB incluidos 12 kB guardados	512 kB incluidos 288 kB guardados	416 kB incluidos 288 kB guardados	1024 kB incluidos 288 kB guardados
Tarjeta de memoria enchufable (según la tarjeta SD utilizada)	al menos 512 MB			
Datos de servidor web para disco RAM de usuario	–	1024 kB	–	4096 kB
Tiempo de ciclo para 1 instrucción (mínimo)				
Bit	µs	0.06	0.05	
Palabra	µs	0.09	0.06	
Coma flotante	µs	0.7	0.5	
Número máx. de E/S locales				
Número máx. de módulos de ampliación en bus de E/S	hasta un máximo de 10 (se permiten módulos S500 y/o S500-eCo)			
Entradas digitales	320		320	
Salidas digitales	240		240	
Entradas analógicas	160		160	
Salidas analógicas	160		160	
Número máx. de E/S descentralizadas	depende del bus de campo utilizado p. ej. bus de campo CS31: hasta 31 estaciones con un máximo de 120 DI/120 DO o un máximo de 32 AI/32 AO por estación			
Almacenamiento de datos (mem. interna)	pila		pila	
Reloj en tiempo real (con pila)	•		•	
Ejecución del programa				
Cíclico	•		•	
Controlado por tiempo	•		•	
Multitarea	•		•	
Protección de programa del usuario por contraseña	•		•	
Interfaces internas				
COM1				
RS232/RS485 configurable	•		•	
Conexión	bloque de terminales de resorte, enchufable		bloque de terminales de resorte, enchufable	
Programación, Modbus RTU, ASCII, CS31 maestro	•		•	
COM2				
RS232/RS485 configurable	•		•	
Conexión	hembra SUB-D de 9 pines		hembra SUB-D de 9 pines	
Programación, Modbus RTU, ASCII	•		•	
FieldBusPlug				
Interfaz neutra serie	•		•	
Conexión	M12 macho, 5 pines		M12 macho, 5 pines	
Funciones	cable de programación UTF-21-FBP, comunicación por esclavo según el FieldBusPlug utilizado (PROFIBUS DP, CANopen, DeviceNet)		cable de programación UTF-21-FBP, comunicación por esclavo según el FieldBusPlug utilizado (PROFIBUS DP, CANopen, DeviceNet)	
Ethernet integrado				
Conexión Ethernet	–	• RJ45	–	• RJ45
Funciones Ethernet:				
Programación, TCP/IP, UDP/IP, Modbus TCP, servidor web integrado, protocolo de telecontrol IEC60870-5-104, SNTP (protocolo simple de tiempo de red), DHCP, servidor FTP	–	•	–	•
Pantalla LCD y 8 teclas de función				
Función	RUN/STOP estado, diagnóstico		RUN/STOP estado, diagnóstico	
Temporizadores	sin límite		sin límite	
Contadores	sin límite		sin límite	
Certificaciones				
Véase las tablas detalladas en las páginas 58/59 o en www.abb.com/plc				

Anexo E

Visión general de los módulos de E/S analógicos S500

Dispositivos de E/S analógicos S500



Tipo	AX521	AX522	AI523	AO523	AI531
Versión disponible para condiciones extremas	sí	sí	sí	sí	sí
Número de canales por módulo					
Entradas analógicas (AI), configuración individual	4	8	16	–	8
Salidas analógicas (AO), configuración individual	4	8	–	16	–
Resolución de señal para configuración del canal					
-10 V ... +10 V	12 bits + signo				15 bits + signo
0 ... 10 V	12 bits				15 bits
0 ... 20 mA, 4 ... 20 mA	12 bits				15 bits
Temperatura: 0.1 °C	•	•	•	•	•
Supervisión configurable por canal					
Plausibilidad	•	•	•	•	•
Rotura del hilo y cortocircuito	•	•	•	•	•
Entradas analógicas (AI)					
Configuración de la señal por AI	máximo posible por módulo y según configuración: número de AI/puntos de medición (dependiendo de la técnica de 2/3 hilos o del circuito de entrada diferencial)				
0 ... 10 V	4 / 4	8 / 8	16 / 16	–	8 / 8
-10 V ... +10 V	4 / 4	8 / 8	16 / 16	–	8 / 8
0 ... 20 mA	4 / 4	8 / 8	16 / 16	–	8 / 8
4 ... 20 mA	4 / 4	8 / 8	16 / 16	–	8 / 8
Pt100					
-50 °C ... +400 °C (2 hilos)	4 / 4	8 / 8	16 / 16	–	8 / 8
-50 °C ... +400 °C (3 hilos), 2 canales	4 / 2	8 / 4	16 / 8	–	8 / 8
-50 °C ... +400 °C (4 hilos)	–	–	–	–	8 / 8
-50 °C ... +70 °C (2 hilos)	4 / 4	8 / 8	16 / 16	–	8 / 8
-50 °C ... +70 °C (3 hilos), 2 canales	4 / 2	8 / 4	16 / 8	–	8 / 8
-50 °C ... +70 °C (4 hilos)	–	–	–	–	8 / 8
Pt1000					
-50 °C ... +400 °C (2 hilos)	4 / 4	8 / 8	16 / 16	–	8 / 8
-50 °C ... +400 °C (3 hilos), 2 canales	4 / 2	8 / 4	16 / 8	–	8 / 8
-50 °C ... +400 °C (4 hilos)	–	–	–	–	8 / 8
Ni1000					
-50 °C ... +150 °C (2 hilos)	4 / 4	8 / 8	16 / 16	–	8 / 8
-50 °C ... +150 °C (3 hilos), 2 canales	4 / 2	8 / 4	16 / 8	–	8 / 8
-50 °C ... +150 °C (4 hilos)	–	–	–	–	8 / 8
Termopares tipo J, K, T, N, S	–	–	–	–	•
0 ... 10 V mediante circuito de entrada diferencial, 2 canales	4 / 2	8 / 4	16 / 8	–	8 / 8
-10 V ... +10 V mediante circuito de entrada diferencial, 2 canales	4 / 2	8 / 4	16 / 8	–	8 / 8
Señales digitales (entrada digital)	4 / 4	8 / 8	16 / 16	–	8 / 8
Resistencia de entrada por canal	tensión: > 100 kΩ; corriente: aprox. 330 Ω			–	tensión: > 100 kΩ; corriente: aprox. 330 Ω
Constante de tiempo del filtro de entrada	tensión: 100 μs; corriente: 100 μs			–	tensión: 100 μs; corriente: 100 μs
Ciclo de conversión	2 ms (por 8 AI + 8 AO), 1 s (en Pt/Ni)...			–	1 ms (para 8 AI + 8 AO), 1 s (en Pt/Ni)...
Protección contra sobretensión	•	•	•	–	•
Datos del uso de AI como entrada digital					
Tiempo de retardo de entrada	típico de 8 ms, configurable de 0.1 a 32 ms			–	típico de 8 ms, configurable de 0.1 a 32 ms
Tensión de la señal de entrada	24 V CC			–	24 V CC
Señal 0	-30 V ... +5 V			–	-30 V ... +5 V
Señal 1	+13 V ... +30 V			–	+13 V ... +30 V

Visión general de los módulos de E/S analógicos S500

Dispositivos de E/S analógicos S500



Tipo	AX521	AX522	AI523	AO523	AI531
Versión disponible para condiciones extremas	no				
Salidas analógicas (SA)					
Configuración posible por AO	número máx. de AO por módulo y según la configuración:				
-10 V ... +10 V	4	8 ¹⁾	—	16 ¹⁾	—
0 ... 20 mA	4	4	—	8	—
4 ... 20 mA	4	4	—	8	—
Resistencia de salida (carga) como salida de corriente	0 ... 500 Ω		—	0 ... 500 Ω	
Capacidad de carga de salida como salida de tensión	± 10 mA máx.		—	± 10 mA máx.	
Tensión de proceso UP					
Tensión nominal	24 V CC	24 V CC	24 V CC	24 V CC	24 V CC
Rizado máximo	5%	5%	5%	5%	5%
Protección contra inversión de polaridad	•	•	•	•	•
Longitud máx. de los cables analógicos, sección > 0.14 mm ²	100 m				
Fallo de conversión de valores analógicos por no linealidad, fallo de alineamiento en el suministro y resolución del campo nominal	típico de 0.5%, máx. 1%				
Aislamiento eléctrico					
Por módulo	•	•	•	•	•
Conexión a bus de campo	mediante la CPU AC500 o una cabecera remota de comunicación				
Suministro de tensión del módulo	interno mediante la interfaz de bus de ampliación (bus de E/S)				

¹⁾ La mitad de las salidas analógicas puede configurarse como salidas de corriente (las otras salidas siguen disponibles).

Anexo F

Visión general de los módulos de E/S digitales S500-eCo

Módulos de E/S digitales S500-eCo



Tipo	DO571	DO572	DX561	DX571	DC561
Versión disponible para condiciones extremas	no				
Número de canales por módulo					
Entradas digitales	—	—	8	8	—
Salidas digitales	8	8	8	8	—
Configurable como entrada o salida individualmente	—	—	—	—	16
Relé (R) / Transistor (T)	R	Triac (CA)	T	R	T

Tensión de la señal de entrada	–	–	24 V CC	24 V CC	24 V CC
Tiempo de retardo de entrada	–	–	típico de 4...8 ms		
Corriente de entrada por canal					
Tensiones de entrada	+24 V CC	–	típico de 5 mA	típico de 5 mA	típico de 4 mA
	+5 V CC	–	< 1 mA	< 1 mA	< 1 mA
	+15 V CC	–	> 2.5 mA	> 2.5 mA	> 2.5 mA
	+30 V CC	–	< 6.5 mA	< 6.5 mA	< 6 mA
Corriente de salida					
Corriente nominal por canal	2 A (24 V CC o 100...240 V CA)	0.3 A a 100...240 V CA	0.5 A a UP = 24 V CC	2 A (24 V CC o 230 V CA)	0.1 A a UP = 24 V CC
Máxima (suma de todos los canales)	2 X 8 A	2.4 A / 8 X 0.3 A	4 A	2 X 8 A	1.6 A
Corriente residual en la señal 0	–	1.1 mA rms a 132 V CA y 1.8 mA rms a 264 V CA	< 0.5 mA	–	< 0.5 mA
Desmagnetización al desconectar la carga inductiva	debe realizarse de forma externa	debe realizarse de forma externa	debe realizarse de forma externa	debe realizarse de forma externa	debe realizarse de forma externa
Frecuencia de conmutación					
Para carga inductiva	–	–	máx. 0.5 Hz	–	máx. 0.5 Hz
Para carga de lámpara	máx. 1 Hz	máx. 10 Hz	máx. 11 Hz a 5 W máx.	máx. 1 Hz	–
Resistencia a cortocircuito/sobrecarga	no	no	no	no	no
Aviso de sobrecarga (I > 0.7 A)	no	no	no	no	no
Limitación de corriente de salida	no	no	no	no	no
Protección contra alimentación inversa de señales de 24 V	sí	–	no	no	no
Capacidad de carga de contacto					
Para carga resistiva, máx.	2 A	–	–	2 A	–
Para carga inductiva, máx.	–	–	–	–	–
Para carga de lámpara	200 W a 230 V CA 30 W a 24 V CC	–	–	200 W a 230 V CA 30 W a 24 V CC	–
Vida útil (ciclo de maniobras)					
Mecánica	100 000	–	–	100 000	–
Bajo carga	100 000	–	–	100 000	–
Supresión de chispas con carga inductiva CA	debe realizarse de forma externa	–	–	debe realizarse de forma externa	–
Desmagnetización con carga inductiva CC	debe realizarse de forma externa	–	–	debe realizarse de forma externa	–
Longitud máxima del cable de las señales de proceso conectadas					
Apantallado	m : 500	500	500	500	500
No apantallado	m : 150	150	150	150	150
Aislamiento eléctrico					
Por módulo	–	•	•	–	•
Entre los canales de entrada	–	–	–	–	–
Entre los canales de salida	por grupo de 4	•	–	por grupo de 4	–
Suministro de tensión de la lógica del módulo	interno mediante bus de E/S	interno mediante bus de E/S	interno mediante bus de E/S	interno mediante bus de E/S	interno mediante bus de E/S
Conexión a bus de campo	CI501-PNIO, CI502-PNIO, CI504-PNIO, CI506-PNIO, CI541-DP, CI542-DP, CI581-CN, CI582-CN	DC551-CS31, CI592-CS31			
Direccionamiento	automático (interno)				

touch controller

The PT4 LC is a touch screen monitor / controller that provides clear and intuitive monitoring and control for all your water quality parameters.

Used in conjunction with the PT4 RIU (remote interface unit) single sensor transmitter / controller, the LC allows for expandable data linking of a multitude of different sensors and control devices.

User can collect, manipulate and control all of the data via the PT4 LC Controller, PT4 RIU controller or using the PT4 Sync HMI computer software (Windows Based).

Displaying and reacting to sensor data is what the LC does best. Whether it's triggering a low level water sensor alarm for an individual pen, cycling oxygen diffuser or sending a SMS to your phone to alert a system warning, the PT4 LC can be configured to keep your operations running smoothly & efficiently.



FEATURES AND BENEFITS

Key Features

- Large user programmable touch screen display
- Control & Alarm Indicators for individual channels & full system alarm

Efficient design

- Networkable units allow for a cost effective scalable system.
- Daisy chained network connection reduces cable runs

Comprehensive customer support

- Take advantage of our considerable engineering expertise and thorough after-sales support.

1 year warranty

- Covering defective materials and workmanship.



Point Four
Systems Inc.

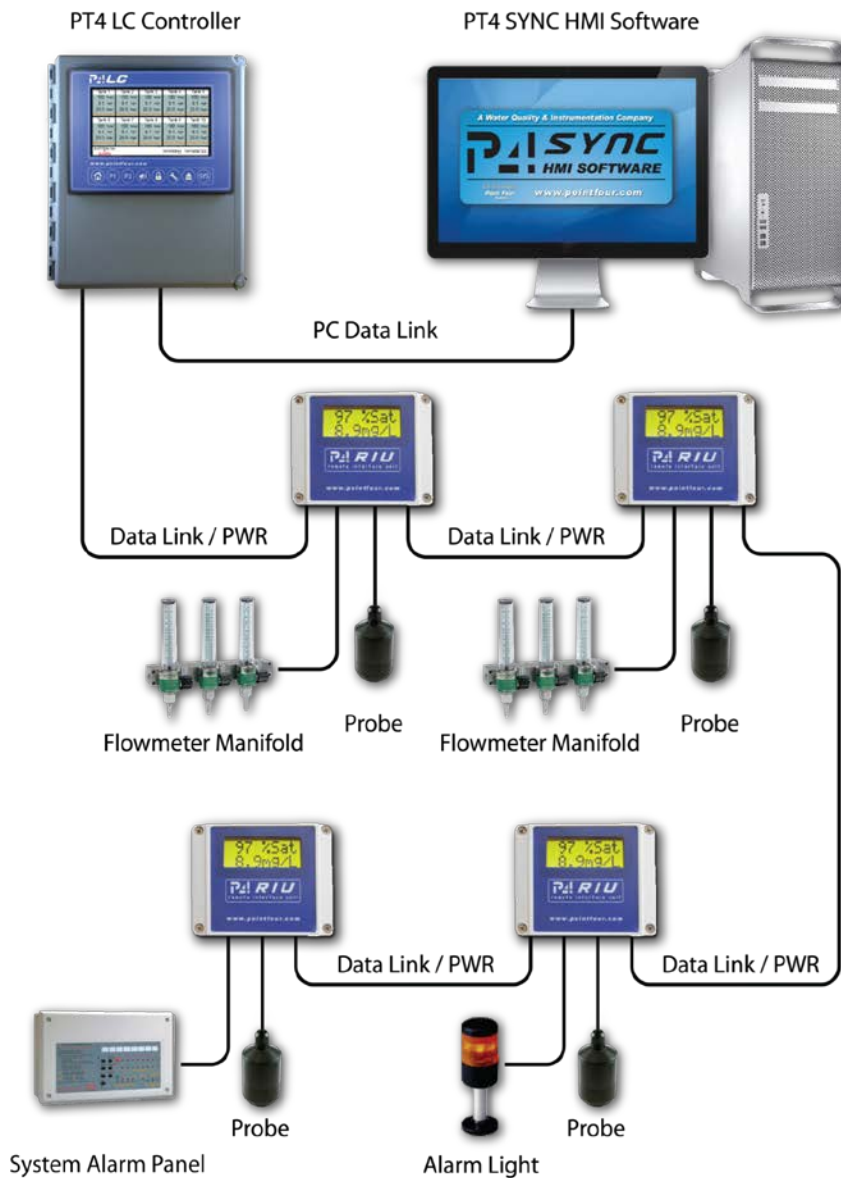
A Water Quality & Instrumentation Company

WWW.POINTFOUR.COM

103 - 16 Fawcett Road
Coquitlam BC V3K 6X9
CANADA
Toll Free: 1 800 267 9936
Phone: 1 604 759 2114
Fax: 1 604 759 2115
Email: sales@pointfour.com



SYSTEM CONFIGURATIONS



SPECIFICATIONS

Power	24 VDC
Display	480 x 234 pixels, Touch Screen, LED Backlit
Dimensions:	215 x 161 x 48mm [8.5 x 6.3 x 1.9 inch]
Operation Temp:	0 Deg C to 60 Deg C [0 Deg F to 140 Deg F]

Anexo H

Tabla 11. Total Costos Fijos.

Actividad	Duración (Día)	Recurso	Desc./nombre	Cantidad	Duración (Día)	Costo (u), (t)	Costo (Total)
Ingeniería Conceptual	21	Responsable	Director del proyecto	1	21	\$ 120.000,00	\$ 2.520.000,00
		Personal	Ingeniero de procesos	1	19	\$ 96.000,00	\$ 1.824.000,00
			Ingeniero de instrumentación	1	11	\$ 76.000,00	\$ 836.000,00
		Equipos	Computador	3	21	\$ 60.000,00	\$ 180.000,00
Total							\$ 5.360.000,00
Actividad	Duración (Día)	Recurso	Desc./nombre	Cantidad	Duración (Día)	Costo (u), (t)	Costo (Total)
Ingeniería Básica	2	Responsable	Director del proyecto	1	2	\$ 120.000,00	\$ 240.000,00
		Personal	Ingeniero de procesos	1	2	\$ 96.000,00	\$ 192.000,00
			Ingeniero de instrumentación	1	2	\$ 76.000,00	\$ 152.000,00
		Equipos	Computador	1	1	\$ 60.000,00	\$ 60.000,00
Total							\$ 644.000,00
Actividad	Duración (Día)	Recurso	Desc./nombre	Cantidad	Duración (Día)	Costo (u), (t)	Costo (Total)
Ingeniería de detalle	11	Responsable	Director del proyecto	1	11	\$ 120.000,00	\$ 1.320.000,00
			Ingeniero de procesos	1	7	\$ 96.000,00	\$ 672.000,00
			Ingeniero de instrumentación	1	11	\$ 76.000,00	\$ 836.000,00
		Personal	Ingeniero civil	1	7	\$ 70.400,00	\$ 492.800,00
			Ingeniero electrónico	1	11	\$ 70.400,00	\$ 774.400,00
			Ingeniero programador	1	4	\$ 70.400,00	\$ 281.600,00
		Equipos	computador	3	11	\$ 60.000,00	\$ 180.000,00
Total							\$ 3.236.800,00

Costo de los activos que se entregarán al cliente

Nombre	Cantidad	Costo	Total costo
Sensor de nivel	52	\$ 380.000,00	\$ 19.760.000,00
Sensor de oxigeno	26	\$ 1.078.250,00	\$ 28.034.500,00
Sensor de alcalinidad	26	\$ 760.000,00	\$ 19.760.000,00
Sensor de temperatura	26	\$ 570.000,00	\$ 14.820.000,00
CPU AC500 PM573-ETH	2	\$ 2.660.000,00	\$ 5.320.000,00
HMI CP635	1	\$ 1.994.525,00	\$ 1.994.525,00
Fuente de alimentación (CP-E 24/5,0)	2	\$ 285.000,00	\$ 570.000,00
Módulo de Entradas Analógicas AI523	10	\$ 680.200,00	\$ 6.802.000,00
Modulo E/S digitales DX571	2	\$ 380.000,00	\$ 760.000,00
Luz Piloto	10	\$ 8.550,00	\$ 85.500,00
Total			\$ 97.906.525,00

Costo de los activos para la garantía y el soporte

Nombre	Cantidad	Costo	Total costo
Sensor de nivel	2	\$ 380.000,00	\$ 760.000,00
Sensor de oxigeno	2	\$ 1.078.250,00	\$ 2.156.500,00
Sensor de alcalinidad	2	\$ 760.000,00	\$ 1.520.000,00
Sensor de temperatura	2	\$ 570.000,00	\$ 1.140.000,00
CPU AC500 PM573-ETH	1	\$ 2.660.000,00	\$ 2.660.000,00
HMI CP635	1	\$ 1.994.525,00	\$ 1.994.525,00
Fuente de alimentación (CP-E 24/5,0)	1	\$ 285.000,00	\$ 285.000,00
Módulo de Entradas Analógicas AI523	1	\$ 680.200,00	\$ 680.200,00
Modulo E/S digitales DX571	1	\$ 380.000,00	\$ 380.000,00
Luz Piloto	5	\$ 8.550,00	\$ 42.750,00
Total			\$ 11.618.975,00

Tabla 12. Costos Variables Indirectos.

Gastos administrativos					
Cargo	Salario Mensual	Carga prestacional	Valor semanal	Cant. semanas	Total
Gerente del proyecto	\$ 6.000.000,00	\$ 480.000,00	\$ 1.620.000,00	18,72	\$ 30.326.400,00
Jefe financiero	\$ 2.500.000,00	\$ 200.000,00	\$ 675.000,00	18,72	\$ 12.636.000,00
Secretaria	\$ 1.200.000,00	\$ 96.000,00	\$ 324.000,00	18,72	\$ 6.065.280,00
Auxiliar	\$ 800.000,00	\$ 64.000,00	\$ 216.000,00	18,72	\$ 4.043.520,00
Total					\$ 53.071.200,00
Gastos generales de la empresa					
Concepto	Duración semanal	Valor semanal	Total		
Arrendamiento	18,72	\$ 250.000,00	\$ 4.680.000,00		
Pago de servicios públicos	18,72	\$ 400.000,00	\$ 7.488.000,00		
Seguros	18,72	\$ 250.000,00	\$ 4.680.000,00		
Seguridad	18,72	\$ 100.000,00	\$ 1.872.000,00		
Cuotas de Administración	18,72	\$ 80.000,00	\$ 1.497.600,00		
Papelería	18,72	\$ 30.000,00	\$ 561.600,00		
Total			\$ 20.779.200,00		

Tabla 13. Costos Variables Directos.

Actividad	Duración (Día)	Recurso	Desc./nombre	Cantidad	Duración (Día)	Costo (u), (t)	Costo (Total)
Adecuación	15	Responsable	Ingeniero civil	1	15	\$ 70.400,00	\$ 1.056.000,00
		Personal	Cuadrilla de obras	5	15	\$ 65.000,00	\$ 4.875.000,00
Total							\$ 5.931.000,00
Actividad	Duración (Día)	Recurso	Desc./nombre	Cantidad	Duración (Día)	Costo (u), (t)	Costo (Total)
Montaje	5	Responsable	Ingeniero civil	1	5	\$ 70.400,00	\$ 352.000,00
			Ingeniero de instrumentación	1	5	\$ 76.000,00	\$ 380.000,00
		Personal	Ingeniero electrónico	1	5	\$ 70.400,00	\$ 352.000,00
			Cuadrilla de obras	5	5	\$ 65.000,00	\$ 1.625.000,00
Total							\$ 2.709.000,00
Actividad	Duración (Día)	Recurso	Desc./nombre	Cantidad	Duración (Día)	Costo (u), (t)	Costo (Total)
Arranque y puesta en servicio	16	Responsable	Director del proyecto	1	16	\$ 120.000,00	\$ 1.920.000,00
			Ingeniero electricista	1	5	\$ 70.400,00	\$ 352.000,00
		Personal	Ingeniero de instrumentación	1	16	\$ 76.000,00	\$ 1.216.000,00
			Ingeniero electrónico	1	16	\$ 70.400,00	\$ 1.126.400,00
			Ingeniero programado	1	10	\$ 70.400,00	\$ 704.000,00
		Equipos	Computador	1	10	\$ 60.000,00	\$ 60.000,00
Total							\$ 5.378.400,00
Actividad	Duración (Día)	Recurso	Desc./nombre	Cantidad	Duración (Día)	Costo (u), (t)	Costo (Total)
Soporte	20	Responsable	Ingeniero civil	1	20	\$ 70.400,00	\$ 1.408.000,00
			Ingeniero de procesos	1	20	\$ 96.000,00	\$ 1.920.000,00
		Personal	Ingeniero electricista	1	20	\$ 70.400,00	\$ 1.408.000,00
			Ingeniero de instrumentación	1	20	\$ 76.000,00	\$ 1.520.000,00
			Ingeniero electrónico	1	20	\$ 70.400,00	\$ 1.408.000,00
			Ingeniero programado	1	20	\$ 70.400,00	\$ 1.408.000,00
		Equipos	Computador	1	20	\$ 60.000,00	\$ 60.000,00
Total							\$ 9.132.000,00

Actividad	Duración (Día)	Recurso	Desc./nombre	Cantidad	Duración (Día)	Costo (u), (t)	Costo (Total)
Capacitación	10	Responsable	Director del proyecto	1	10	\$ 120.000,00	\$ 1.200.000,00
		Equipos	Computador	1	10	\$ 60.000,00	\$ 60.000,00
		Total					\$ 1.260.000,00
Actividad	Duración (Día)	Recurso	Desc./nombre	Cantidad	Duración (Día)	Costo (u), (t)	Costo (Total)
Documentación	15	Responsable	Ingeniero civil	1	12	\$ 70.400,00	\$ 844.800,00
			Ingeniero de procesos	1	12	\$ 96.000,00	\$ 1.152.000,00
		Personal	Ingeniero electricista	1	12	\$ 70.400,00	\$ 844.800,00
			Ingeniero de instrumentación	1	12	\$ 76.000,00	\$ 912.000,00
			Ingeniero electrónico	1	12	\$ 70.400,00	\$ 844.800,00
			Ingeniero programado	1	12	\$ 70.400,00	\$ 844.800,00
			Equipos	Computador	3	12	\$ 60.000,00
		Total					\$ 5.623.200,00
Actividad	Duración (Día)	Recurso	Desc./nombre	Cantidad	Duración (Día)	Costo (u), (t)	Costo (Total)
Entrega	3	Responsable	Director del proyecto	1	3	\$ 120.000,00	\$ 360.000,00
		Equipos	Computador	1	3	\$ 60.000,00	\$ 60.000,00
		Total					\$ 420.000,00