



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

SISTEMA DE CONTROL DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E
ÍNDICES PRODUCTIVOS DEL AGUA, PARA EL CULTIVO DE
HIDROBIOLÓGICOS

Fernando Roberto Ruano Fernández

Asesorado por el Ing. Herman Igor Veliz Linares

Guatemala, septiembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

SISTEMA DE CONTROL DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E ÍNDICES
PRODUCTIVOS DEL AGUA, PARA EL CULTIVO DE HIDROBIOLÓGICOS

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

FERNANDO ROBERTO RUANO FERNANDEZ

ASESORADO POR EL ING. HERMAN IGOR VELIZ LINARES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS
GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Marlon Antonio Pérez Turck
EXAMINADOR	Inga. Sonia Yolanda Castañeda
EXAMINADOR	Inga. Floriza Felipa Avila Pesquera de Medinilla
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Varga

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

SISTEMA DE CONTROL DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E ÍNDICES PRODUCTIVOS DEL AGUA, PARA EL CULTIVO DE HIDROBIOLÓGICOS

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, en febrero de 2007.

FERNANDO ROBERTO RUANO FERNÁNDEZ

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS: Fuente principal de inspiración. Gracias por estar siempre a mi lado.
- MIS PADRES: Por su apoyo y confianza. Papa, que me motivaste a lograrlo de la mejor forma, a través del ejemplo. Y en especial a ti madre gracias por todo ese esfuerzo y creer siempre en mí no dudando en ningún momento que lo lograría.
- MIS HERMANAS: Gracias por todos esos momentos de alegría y apoyo en los momentos difíciles.
- MIS AMIGOS: Por todos esos momentos que compartimos en los cuales demostraron el gran valor de la amistad, sin ustedes hubiera sido aún más difícil.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala. Por darme la oportunidad de acceder al conocimiento.

Los ingenieros: Herman Véliz, Sonia Castañeda y Floriza Avila, por su decidido y confiado apoyo. Que Dios les bendiga.

Mis compañeros de estudio por caminar junto a mí en esta ardua tarea.

Todos los que en algún momento me brindaron su ayuda cuando la necesité.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
GLOSARIO.....	V
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. Investigaciones Relacionadas	1
1.1.1. Gestión de Proyectos.....	1
1.1.2. Gestión de Seguridad	5
1.1.3. Calidad del <i>Software</i>	6
1.1.4. Análisis y diseño de sistemas	7
1.1.5. Arquitectura de Software.....	15
2. MANUAL DEL USUARIO	41
2.1 Ingreso al Sistema.....	41
2.2 Menú Acciones	42
2.2.1 Registrar.....	42

2.2.2 Cambiar de usuario.....	43
2.2.3 Salir.....	43
2.3 Menú Mantenimiento.....	44
2.3.1 Métrica	44
2.3.1 Estanque.....	45
2.4 Menú ingreso de datos.....	47
2.4.1 Parámetro físico-químico	47
2.4.1 Índice Productivo	49
3. MANUAL TÉCNICO	51
3.1. Selección de herramientas de desarrollo	51
3.1.1. Consideraciones para la selección del DBMS	51
3.1.2. Consideraciones para la selección del lenguaje de programación	51
3.2. Desarrollo de la aplicación	52
3.2.1. Modelo de Datos.....	52
3.2.2. Clases.....	53
CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	57
BIBLIOGRAFÍA	59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Ciclo de vida de cada versión.....	3
2. Medidor multiparametro.....	13
3. Arquitectura de Capas.....	16
4. Diagrama general de casos de uso.....	17
5. Diagrama de actividades (C.U. Ingresar al sistema).....	19
6. Diagrama de actividades (C.U. Gestionar usuarios).....	21
7. Diagrama de actividades (C.U. Gestionar parámetros físico-químicos).....	23
8. Diagrama de actividades (C.U. Gestionar índices productivos).....	25
9. Diagrama de actividades (C.U. Generar reportes).....	27
10. Diagrama de actividades (C.U. Ingresar parámetros e índices).....	29
11. Diagrama de actividades (C.U. Modificar parámetros e índices).....	31
12. Diagrama de actividades (C.U. Gestionar estanques).....	33
13. Diagrama de despliegue 1.....	34
14. Diagrama de despliegue 2.....	35
15. Diagrama de componentes.....	36
6. Capa de presentación.....	37

17. Capa de seguridad	37
18. Capa de lógica del negocio	38
19. Capa de Acceso a Datos.....	39
20. Pantalla de bienvenida	41
21. Pantalla de inicio de sesión	41
22. Gestión de usuario	42
23. Métricas.....	44
24. Estanque	46
25. Parámetro físico-químico.....	48
26. Índices productivos.....	49
27. Modelo de Datos	52

GLOSARIO

Análisis	Estudio, mediante técnicas informáticas, de los límites, características y posibles soluciones de un problema al que se aplica un tratamiento por ordenador.
Base de datos	Conjunto de datos relacionados que se almacenan de forma que se pueda acceder a ellos de manera sencilla, con la posibilidad de relacionarlos, ordenarlos con base a diferentes criterios, etc.
Base de datos relacional	Base de datos en donde todos los datos visibles al usuario están organizados estrictamente como tablas de valores, y en donde todas las operaciones de la base de datos operan sobre estas tablas.
Cliente-servidor	Tipo de arquitectura, la cual consta de un servidor, el cual contiene la información y/o aplicación principal, y un conjunto de nodos los cuales contienen una aplicación que se comunica con el servidor

Codificación	Proceso de trasladar un modelo realizado en la fase de análisis a un código de un lenguaje de programación específico.
Diagrama	Representación gráfica, mediante la utilización de signos convencionales, del proceso que sigue la información en un programa determinado.
Entidad	Objeto concreto o abstracto que presenta interés para el sistema y sobre los que se recoge información que será representada en un sistema de bases de datos.
Ingeniería del software	Rama de la ingeniería que crea y mantiene las aplicaciones de software aplicando tecnologías y prácticas de las ciencias computacionales, manejo de proyectos, ingeniería, el ámbito de la aplicación y otros campos.
Mantenimiento	Conjunto de operaciones que se realizan sobre el sistema para que éste mantenga un

nivel de rendimiento estándar o aumente su funcionalidad.

Modularizar

Proceso a través del cual, se generan sub problemas de un problema principal, dividiendo la complejidad del mismo.

Procedimiento

Conjunto de instrucciones, controles, etc. que hacen posible la resolución de una cuestión específica.

Procesador

Microchip encargado de ejecutar las instrucciones y procesar los datos que son necesarios para todas las funciones del computador.

Programa

Secuencia de instrucciones o indicaciones destinadas a ser utilizadas, directa o indirectamente, en un sistema informático para realizar una función o una tarea o para obtener un resultado determinado, cualquiera que fuere su forma de expresión y fijación.

Programador	Persona que diseña, escribe y/o depura programas de ordenador o computadora, es decir, quien diseña la estrategia a seguir, propone las secuencias de instrucciones y/o escribe el código correspondiente en un determinado lenguaje de programación.
Registro	Es una pequeña unidad de almacenamiento destinada a contener cierto tipo de datos. Puede estar en la propia memoria central o en unidades de memoria de acceso rápido.
Requerimiento	Característica que debe incluirse en un determinado sistema, este es solicitado por el cliente ya sea a través de una entrevista o historias de usuario.
Historias de Usuario	Información que brindan los distintos usuarios que interactuaran con el sistema en construcción, la cual especifica requerimientos funcionales como no funcionales.
Servidor	Computadora conectada a una red que pone sus recursos a disposición del resto de los integrantes de la red.

Sistema operativo

Conjunto de programas fundamentales que sirve de intermediario entre el usuario final y el hardware

SQL

Lenguaje estándar de comunicación con bases de datos.

RESUMEN

Dada la importancia de mantener la información segura y de poder contar con una herramienta que sea capaz de analizar e interpretar la misma, en un ambiente de cultivo de hidrobiológicos, surge la necesidad de una aplicación de software que provee estos requerimientos.

El “Sistema de Control de Parámetros Físico-Químicos e Índices Productivos del Agua para el Cultivo de Hidrobiológicos”, surge a través de un análisis realizado en estos ambientes, con el fin de satisfacer los requerimientos que este exige, así como ofrecer al usuario final, una herramienta de ayuda para la toma de decisiones.

Con el fin de brindar una visión abstracta de la problemática, así como una descripción de lo que conlleva el sistema propuesto, se muestra en la primera parte el marco conceptual y marco teórico, que muestran la situación actual del sistema, la metodología seleccionada para el desarrollo de la aplicación, un detalle de los requerimientos funcionales, estos a través de una vista de casos de uso, así como la especificación de la arquitectura del sistema mostrada a través de una vista de despliegue, la cual muestra el detalle de componentes en cada una de las capas que ha sido dividido el sistema.

Se presenta un detalle de las métricas que debe cumplir la aplicación y las medidas de seguridad que se van a implementar, esto con el fin de brindar seguridad de la información.

Se muestra una sección con el manual de uso de la aplicación en el cual se especifica el funcionamiento de la misma, y los pasos a seguir para la utilización de cada uno de sus módulos. Así como un manual técnico en donde se describe las funciones de relevancia para el desarrollo de la misma.

OBJETIVOS

- General

Implementar un Sistema de Control con una base de datos que permita el registro y monitoreo del comportamiento de cada parámetro físico-químico e índice de producción que se manejan en un sistema acuícola.

.

- Específicos

1. Realizar un sistema de cómputo que almacene, calcule y grafique cada uno de los parámetros físico-químicos e índices de producción.
2. Desarrollar una herramienta que relacione la medida óptima requerida por el sistema, con la medida obtenida por los instrumentos de medición.
3. Facilitar el proceso de análisis de datos y toma de decisiones.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la acuicultura, producción de organismos acuáticos en condiciones controladas, se ha convertido en una actividad consolidada capaz de abastecer la creciente demanda de productos pesqueros, frente al estancamiento de las capturas por pesquerías desde finales de los 80. En el año 2003; la producción mundial de la acuicultura alcanzó los 55 millones de Tm. Así, uno de cada tres productos acuáticos destinados al consumo humano, y hasta el 90% en especies como salmones, carpas, tilapias y ostras, el 70% en mejillones y el 25% en langostinos o camarones, provienen de la acuicultura. Europa es la segunda región geográfica productora después de Asia, estando especializada en el cultivo de moluscos y de peces, tanto marinos como de aguas continentales. España es el segundo país productor en Europa, detrás de Noruega, el cuarto país productor de moluscos a nivel mundial y uno de los principales productores de trucha, rodaballo, dorada y lubina.

En América Latina Ecuador es el mayor productor de camarón y mantiene el primer lugar en exportación de filete fresco de tilapia, seguido por Honduras, Costa Rica y Colombia. El crecimiento en el cultivo de tilapia en las últimas dos décadas ha sido el 130%, manteniendo una estabilidad en el precio de mercado, lo que ha provocado que países como Brasil estén pensando en inversiones a gran escala, para satisfacer las necesidades del mercado más grande del mundo como lo es Estados Unidos y posteriormente extenderse a la unión europea.

La importancia social y económica de la acuicultura, ha sido reconocida en todos los países Centroamericanos, en razón a las posibilidades que brinda para la solución de empleos, ingreso, alimentación y generación de divisas; máxime que su desarrollo es compatible con la conservación de los recursos naturales renovables y el medio ambiente acuático.

Hay una serie de parámetros en el agua que intervienen no sólo en la calidad de la misma sino en el mantenimiento de la instalación, su control influye en el desarrollo del cultivo de hidrobiológicos, teniendo alta importancia debido al manejo de los registros de cada parámetro que se hace para optimizar los recursos empleados en la producción y garantizar el buen desarrollo de las especies bajo cultivo al mantenerse en el ambiente que asemeja al medio natural donde crecen libremente. Con la base de datos generada al monitorear constantemente cada uno de los parámetros físico-químicos se constituye en una indispensable herramienta para tomar decisiones de ajuste y control de desequilibrios provocados por las altas densidades que los sistemas soportan. Esta base de datos orienta a los técnicos a identificar las causas de cualquier anomalía que esté sucediendo en el ecosistema.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Investigaciones Relacionadas

1.1.1. Gestión de Proyectos

El establecer una metodología de desarrollo, así como realizar un análisis previo de los requerimientos y modo de funcionamiento del sistema, es indispensable para la construcción de un producto de software de calidad, que cumpla con los requisitos preestablecidos por el cliente.

La persona encargada de la gestión del proyecto debe velar por el cumplimiento de lo establecido, tanto en el cronograma de actividades como en el acuerdo llegado entre las partes.

1.1.1.1. Metodología de Desarrollo

Una metodología de desarrollo de software se establece con base a los recursos con los que se cuenta para la construcción del proyecto. Como el tiempo, disponibilidad del cliente, cantidad de integrantes en el grupo de trabajo, etc.

La metodología seleccionada para el desarrollo de este proyecto es la Metodología XP (eXtreme Programming) por sus siglas en inglés, o Programación Extrema, la cual se basa en una alta disponibilidad con el cliente así como el contar con un tiempo relativamente corto para el desarrollo de la aplicación.

Aunque esta metodología se basa en el trabajo en equipo, nos enfocaremos en la capacidad que tiene de poder entregar el lo solicitado en un tiempo corto y con los requerimientos requeridos.

El objetivo de la Programación Extrema es generar pequeñas versiones de la aplicación, pero que proporcionen un valor adicional, desde el punto de vista del negocio. A estas versiones se les conoce con el nombre de releases¹.

Una release cuenta con un cierto número de historias de usuario, siendo esta la unidad de funcionalidad de un proyecto basado en XP, y corresponde a la mínima funcionalidad posible que puede tener, desde el punto de vista del negocio². En cada iteración se cumple con un número de historias de usuarios, logrando de esta forma añadir un valor considerable para el cliente.

¹ <http://oness.sourceforge.net/docbook/oness.html>

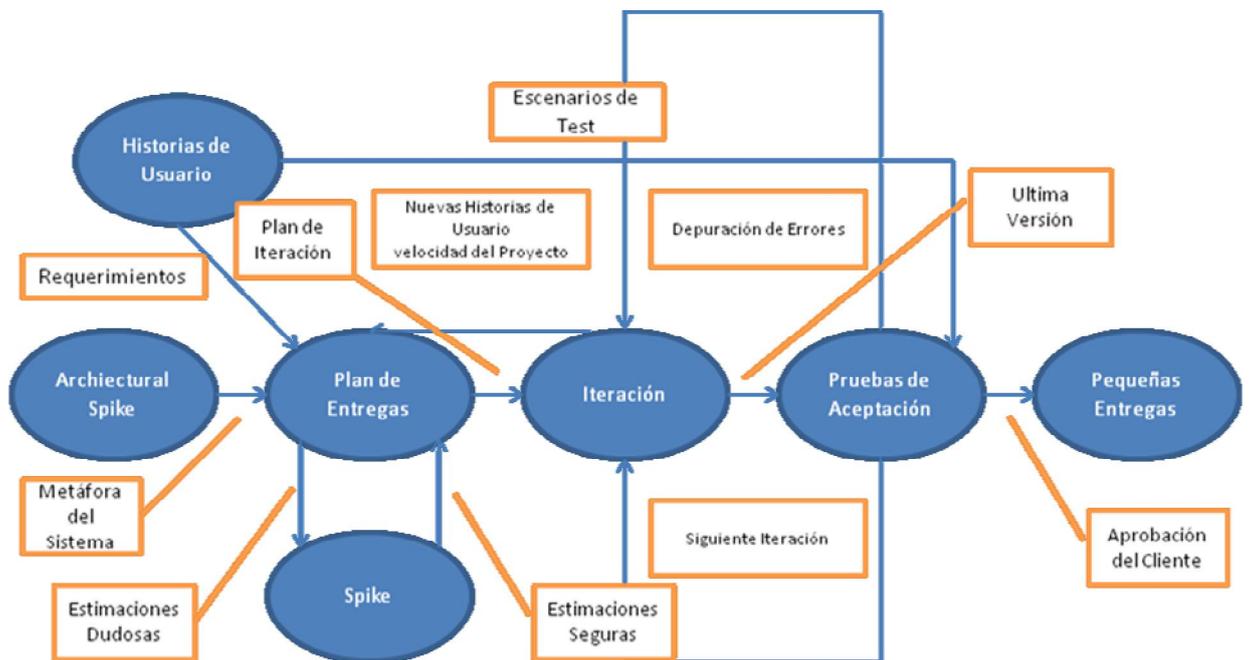
² <http://oness.sourceforge.net/docbook/oness.html>

La metodología XP involucra 4 variables de importancia para el desarrollo del software:³

- § Coste: Máquinas, especialistas y oficinas
- § Tiempo: total y de entregas
- § Calidad: externa e interna
- § Alcance: Intervención del cliente.

El ciclo de vida que utiliza Extreme Programming en cada una de sus versiones se detalla en la siguiente figura.

Figura 1. Ciclo de vida de cada versión⁴.



³ <http://www.info-ab.uclm.es/asignaturas/42551/trabajosAnteriores/Presentacion-XP.pdf>

⁴ <http://oness.sourceforge.net/proyecto/html/ch05s02.html>

1.1.1.2. Métricas del Proyecto

“Una métrica software es una correspondencia entre uno o más atributos del entorno de desarrollo del software, y cualquier otro atributo” [Fenton, 1997].⁵

Métricas Directas

Métricas Técnica

Para la simplificación del proyecto se dividirá en los siguientes módulos:

- Administración,
- Ingreso de Datos y
- Reportes

El proyecto será desarrollado en un sistema de tres capas, siendo estas:

- Capa Lógica,
- Capa Acceso a Datos y
- Capa Presentación

Métricas de Productividad

El sistema será donado y usado por la Facultad de Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, esperando resultados positivos en el control de los distintos tipos de cultivos. Se visualiza que el sistema pueda usarse en las distintas cooperativas del país, ayudando a estas en el control y elevando niveles de productividad y calidad.

⁵ <http://sistemas.itlp.edu.mx/memoriaSIC03/metricas.pdf>

Métricas Indirectas

Métricas de Calidad

El sistema será constantemente evaluado tanto durante su etapa de desarrollo como en su fase final, por el especialista en acuicultura de la Facultad de Zootecnia y Veterinaria, de la Universidad de San Carlos, Lic. Roberto Ruano Viana. Garantizando de esta manera el cumplimiento de los requerimientos y calidad que se exige.

Métricas Orientadas al Tamaño

Para el presente proyecto se estipula un tiempo de trabajo de seis meses. Las actividades que se desarrollaran durante dicho tiempo, se detallan en el cronograma de actividades.

1.1.2. Gestión de Seguridad

Es indispensable garantizar la seguridad de los datos en todo momento, para ello se utiliza la gestión de usuarios, la cual es controlada por el administrador del sistema, quien decide crear usuarios y el tipo que le asignará a cada uno de estos.

Los tipos de usuarios para este proyecto son: Administrador e Invitado, teniendo cada uno distintos privilegios dentro de la ejecución del sistema.

El sistema maneja roles distintos, según el tipo de usuario que le fue asignado a un nuevo usuario al momento de su creación. Los roles restringirán la visibilidad de ciertas opciones en el menú a las cuales solamente podrá tener acceso un usuario administrador, así como ciertas opciones en el manejo de la información.

1.1.3. Calidad del *Software*

Limitaciones	Justificación
Desempeño	El sistema será capaz de responder a toda petición del usuario, de manera rápida y correcta.
Disponibilidad	El sistema estará disponible todo el tiempo que el usuario lo requiera. Dado que es una aplicación desktop y no hace referencia a ningún servidor, la disponibilidad del sistema depende únicamente del equipo en donde se ejecute.
Seguridad	La seguridad estará establecida a través de la utilización de roles y permisos directamente trabajados por medio de los recursos disponibles en el manejador de base de datos, permitiendo de este modo el manejo de usuarios y permisos. Debido a que es una aplicación interna y de tipo WinForm, no hay necesidad de la utilización de certificados ni firmas digitales.
Escalabilidad	El sistema podrá escalar verticalmente a medida de los requerimientos que el usuario o la aplicación demanden. Esto en caso de rapidez o mayor espacio en disco.

Modificabilidad	El sistema debe ser construido tomando en cuenta el carácter dinámico de las necesidades del usuario, permitiendo de este modo el aumento o disminución de las funcionalidades del mismo de una forma fácil y rápida.
Usabilidad	El sistema contará con un diseño agradable e intuitivo para el usuario tomando en cuenta que los usuarios pueden o no tener conocimientos previos en el manejo de sistemas computacionales.

1.1.4. Análisis y diseño de sistemas

1.1.4.1. Situación actual

En el proceso de cultivo de hidrobiológicos surge un conjunto de necesidades, entre las cuales está el poder tener un control de los distintos datos que se recopilan a diario.

Hoy en día en muchas de las cooperativas que actualmente desempeñan esta actividad, llevan el control de estos datos a través del uso de hojas electrónicas interpretando aisladamente cada uno de ellos; e incluso se pueden encontrar en las oficinas administrativas de las piscifactorías o fincas camaroneras un sistema de cardex en pizarrones de formica. Haciendo de esta manera que el control de los datos sea difícil y tedioso, corriendo el riesgo de perder dicha información.

Lo anterior dificulta el estudio y análisis de los datos, no aprovechando de esta forma la información que estos proporcionan para la toma de decisiones, con respecto a mejoras en la productividad y calidad del producto.

Entre los parámetros de los que se lleva control durante el cultivo de hidrobiológicos, están los siguientes:

Oxígeno⁶.

Uno de los requerimientos más importantes en el cultivo de especies hidrobiológicas. Su grado de saturación es inversamente proporcional a la altitud y directamente proporcional a la temperatura y el pH.

El rango óptimo está por encima de las 4 ppm medido en la estructura de salida del estanque.

Oxígeno (ppm)	Efectos
0.0 - 0.3	Los peces pequeños sobreviven en cortos períodos.
0.3 - 2.0	Letal en exposiciones prolongadas.
3.0 - 4.0	Los peces sobreviven pero crecen lentamente.

Temperatura⁷.

Los peces tienen una temperatura corporal, la cual depende de la temperatura del medio (poiquilotermos) y son sensibles a los cambios de la temperatura (termófilos).

⁶ <http://www.fiagro.org.sv/archivos/0/356.doc>

⁷ <http://www.fiagro.org.sv/archivos/0/356.doc>

Consideraciones

- El rango óptimo de temperatura para el cultivo de tilapias oscila entre 24 y 28°C, con variaciones de hasta 5°C.
- Los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, mientras mayor sea la temperatura, mayor tasa metabólica y, por ende, mayor consumo de oxígeno.

Dureza⁸.

Se le conoce como la medida de la concentración de los iones de Ca^{++} y Mg^{++} expresada en ppm de su equivalente a carbonato de calcio.

Consideraciones

- Rango óptimo: entre 50-350 ppm.
- Debe tener una alcalinidad entre 100 ppm a 200 ppm. La alcalinidad está relacionada directamente con la dureza.
- Mantener un pH entre 6.5 a 9.0 (pH < 6.5 son letales).
- Dureza por debajo de 20 ppm ocasionan problemas en el porcentaje de fecundidad (se controlan adicionando carbonato de calcio (CaCO_3), o cloruro de calcio (CaCl)).
- Dureza por encima de 350 ppm se controlan con el empleo de zeolita en forma de arcilla en polvo, adicionada al sistema de filtración

⁸ <http://www.fiagro.org.sv/archivos/0/356.doc>

pH⁹.

Es la concentración de iones de hidrógeno en el agua.

Consideraciones
<ul style="list-style-type: none">• El rango óptimo está entre 6.5 a 9.0.• Obtener valores por encima o por debajo de rango sugerido, causan cambios de comportamiento en los peces como letargia, inapetencia, disminuyen y retrasan la reproducción y disminuyen el crecimiento.• Valores de pH cercanos a 5 producen mortandad en un período de 3 a 5 horas, por fallas respiratorias, además causan pérdidas de pigmentación e incremento en la secreción de mucus.• Cuando se presentan niveles de pH ácidos el ion Fe^{++} se vuelve soluble afectando los arcos branquiales y disminuyendo los procesos de respiración, causando la muerte por anoxia (asfixia por falta de oxígeno).

Amonio¹⁰.

Es producto de la excreción, orina de los peces y de la descomposición de la materia (degradación de la materia vegetal y de las proteínas del alimento no consumido). El amonio no ionizado (en forma gaseosa) y primer producto de excreción de los peces es un elemento tóxico.

⁹ <http://www.fiagro.org.sv/archivos/0/356.doc>

¹⁰ <http://www.fiagro.org.sv/archivos/0/356.doc>

Consideraciones

- Al haber una baja en la concentración de oxígeno, un pH alto (alcalino) y una temperatura alta; aumenta la toxicidad del amonio en forma no ionizada. En pHs bajos (ácidos) no causa mortandades.
- Los valores de amonio deben fluctuar entre 0.01 a 0.1 ppm (valores cercanos a 2 ppm son críticos). El amonio es tóxico, ya que depende del pH y la temperatura del agua, los niveles de tolerancia para la tilapia se encuentra en el rango de 0.6 a 2.0 ppm.
- Una concentración alta de amonio en el agua causa bloqueo del metabolismo, daño en las branquias, afecta el balance de las sales, produce lesiones en órganos internos, inmunosupresión y susceptibilidad a enfermedades, reducción del crecimiento y la supervivencia, exoftalmia (ojos brotados) y ascitis (acumulación de líquidos en el abdomen).
- El nivel de amonio se puede controlar con algunas medidas de manejo como:
 - Secar y encalar dependiendo del pH del suelo.
 - Adición de fertilizantes inorgánicos, fosfatados durante 5 días continuos.
 - Implementar aireación: aireadores de paletas para estanques de profundidad de 1.5 m o aireadores de inyección para estanques con profundidades mayores de 1.8 m.

Nitritos¹¹.

Parámetro de vital importancia por su gran toxicidad y por ser un poderoso agente contaminante. Se generan en el proceso de transformación del

¹¹ <http://www.fiagro.org.sv/archivos/0/356.doc>

amoniacos a nitratos y su toxicidad depende de la cantidad de cloruros, de la temperatura y de la concentración de oxígeno en el agua.

Consideraciones
<ul style="list-style-type: none">o Es necesario mantener la concentración por debajo de 0.1 ppm, haciendo recambios fuertes, limitando la alimentación y evitando las concentraciones altas de amonio en el agua.

Alcalinidad¹².

Es la concentración de carbonatos y bicarbonatos en el agua. Los valores de alcalinidad y dureza son aproximadamente iguales. La alcalinidad afecta la toxicidad del sulfato de cobre en tratamientos como alguicida (en baja alcalinidad aumenta la toxicidad de éste para los peces).

Para valores por debajo de 20 ppm es necesario aplicar 200 g/ m² de carbonato de calcio, entre dos y tres veces por año.

Dióxido de Carbono¹³.

Es un producto de la actividad biológica y metabólica, su concentración depende de la fotosíntesis. Debe mantenerse en un nivel inferior a 20 ppm, porque cuando sobrepasa este valor se presenta letargia e inapetencia.

Para la obtención de los datos de cada uno de estos parámetros se utiliza un equipo, el cual contiene un conjunto de sensores a través de los cuales se obtiene la información requerida. Esta deberá ser trasladada por una persona

¹² <http://www.fiagro.org.sv/archivos/0/356.doc>

¹³ <http://www.fiagro.org.sv/archivos/0/356.doc>

designada al sistema, dicha persona tendrá el permiso de ingresar datos más no de la modificación de estos.

Figura 2. Medidor multiparametro¹⁴



La frecuencia de toma de datos se realiza 2 veces al día, o n veces cuando se presenta emergencias en el sistema; en la actualidad existen en el mercado aparatos multiparámetros que en una sola lectura indican hasta 12 parámetros de calidad de agua simultáneamente.

1.1.4.2. Solución Propuesta

El sistema de control de parámetros físico-químicos e índices productivos del agua para el cultivo de hidrobiológicos, da respuesta a la problemática del control y análisis de la información, que se colecta diariamente de las áreas de trabajo. Dicho sistema cuenta con los siguientes módulos:

Módulo	Opciones	Descripción
Administración	ABC de Usuarios	Permite la creación, modificación y

¹⁴ Ministerio de Agricultura y Ganadería. Guía Técnica para el Cultivo de Tilapia en Estanque (El Salvador, Abril 2001).

(Administrador)		eliminación de los usuarios.
	ABC de Parámetros Físico-Químicos	Permite la creación, modificación y eliminación de los parámetros físico-químicos.
	ABC de Índices Productivos	Permite la creación, modificación y eliminación de los índices productivos.
	ABC de Estanques	Permite la creación, modificación y eliminación de los estanques
Ingreso de Datos	Ingreso de Parámetros Físico-Químicos	Permite asignar información a cada parámetro físico-químico
	Ingreso de Índices Productivos	Permite asignar información a cada índice productivo
	Ingreso de Estanques	Permite asignar información referente a cada estanque.

Reportes	Comportamiento	Generará una gráfica del comportamiento de un parámetro o índice seleccionado para un estanque.
	Parámetros Físico-Químicos	Reporte Gráfico, y datos tabulados de parámetros físico-químicos para un estanque predeterminado
	Índices Productivos	Reporte Gráfico, y datos tabulados de índices productivos para un estanque predeterminado.

1.1.5. Arquitectura de Software

La arquitectura de la solución se basa tanto en los requerimientos funcionales como no funcionales. Con el fin de delimitar niveles de programación, así como proveer un nivel de modificabilidad alto del sistema, se plante la infraestructura de “N” capas, la cual en la solución propuesta se divide en cinco capas.

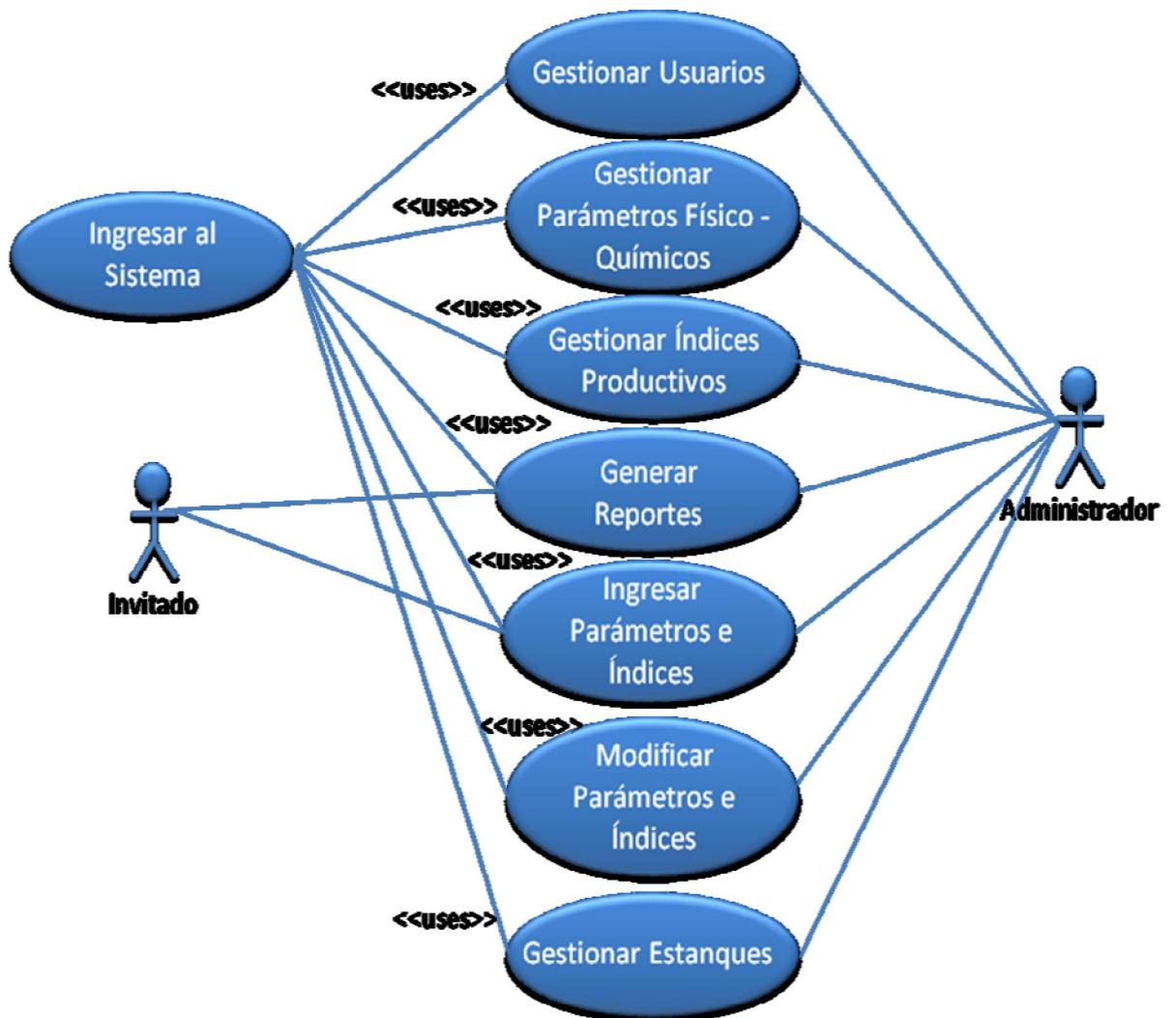
Figura 3. Arquitectura de Capas



- ü *Presentación:* Comprende todos los procesos necesarios para proveer una interfaz de comunicación e interacción con el usuario.
- ü *Seguridad:* Abarca todos los aspectos referentes a la seguridad tanto de la aplicación como de la información contenida en ella.
- ü *Lógica del Negocio:* Implementación de las reglas del negocio para el correcto funcionamiento de la aplicación.
- ü *Acceso a Datos:* Engloba la manipulación, lectura y almacenamiento de los datos necesarios para la solución.

1.1.5.1. Vista de casos de uso

Figura 4. Diagrama general de casos de uso



1.1.5.1.1. Especificación de casos de uso

1.1.5.1.1.1. Ingresar al sistema

Breve descripción

El usuario realiza la validación de su nombre y contraseña para ingresar al sistema.

Actores

Todos los usuarios del sistema.

Flujo básico

- a. El sistema muestra la pantalla de ingreso.
- b. El usuario ingresa su identificador de usuario y contraseña. [b.1]
- c. El sistema valida que sean datos correctos. [c.1]
- d. El sistema le permite utilizar las opciones pertinentes al usuario.
- e. Finaliza el Flujo

Flujos alternos

- b.1 El usuario decide cancelar el ingreso al sistema.
- c.1 El sistema muestra un mensaje de error. [a]

Requerimientos especiales

- a. Que el usuario esté registrado en el sistema.

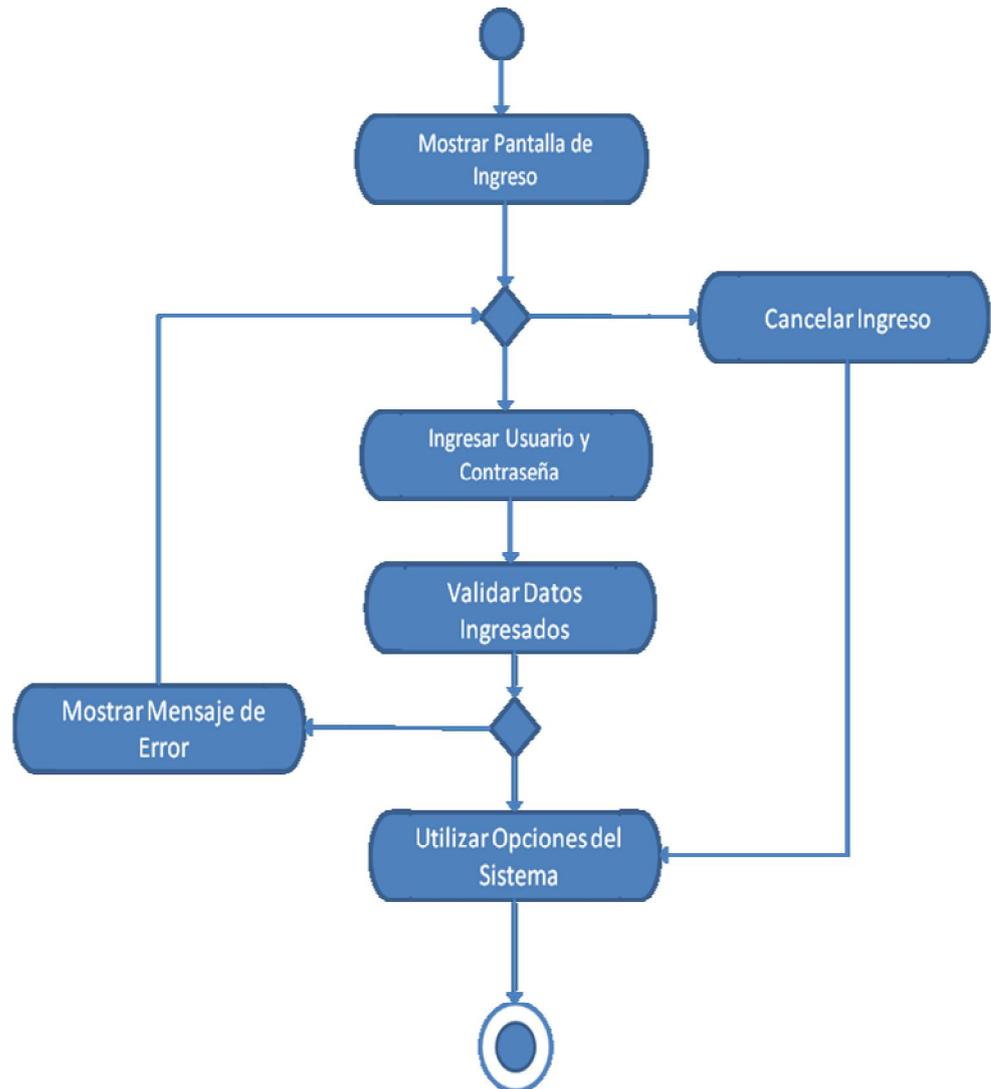
Precondiciones

Ninguna

Pos condiciones

Ninguna

Figura 5. Diagrama de actividades (C.U. Ingresar al sistema)



1.1.5.1.1.2. Gestionar usuarios

Breve descripción

Crear, modificar o eliminar usuarios del sistema.

Actores

Administrador.

Flujo básico

- a. El sistema muestra la pantalla de gestión de usuarios.
- b. El usuario ingresa los datos deseados.
- c. El usuario selecciona la opción deseada. [c.1] [c.2] [c.3]
- d. El usuario confirma la operación. [d.1]
- e. Finaliza el Flujo

Flujos alternos

- c.1 El usuario selecciona la opción crear usuario.
- c.2 El usuario selecciona la opción modificar usuario
- c.3 El usuario selecciona la opción eliminar usuario.
- d1. El usuario rechaza la operación. [b]

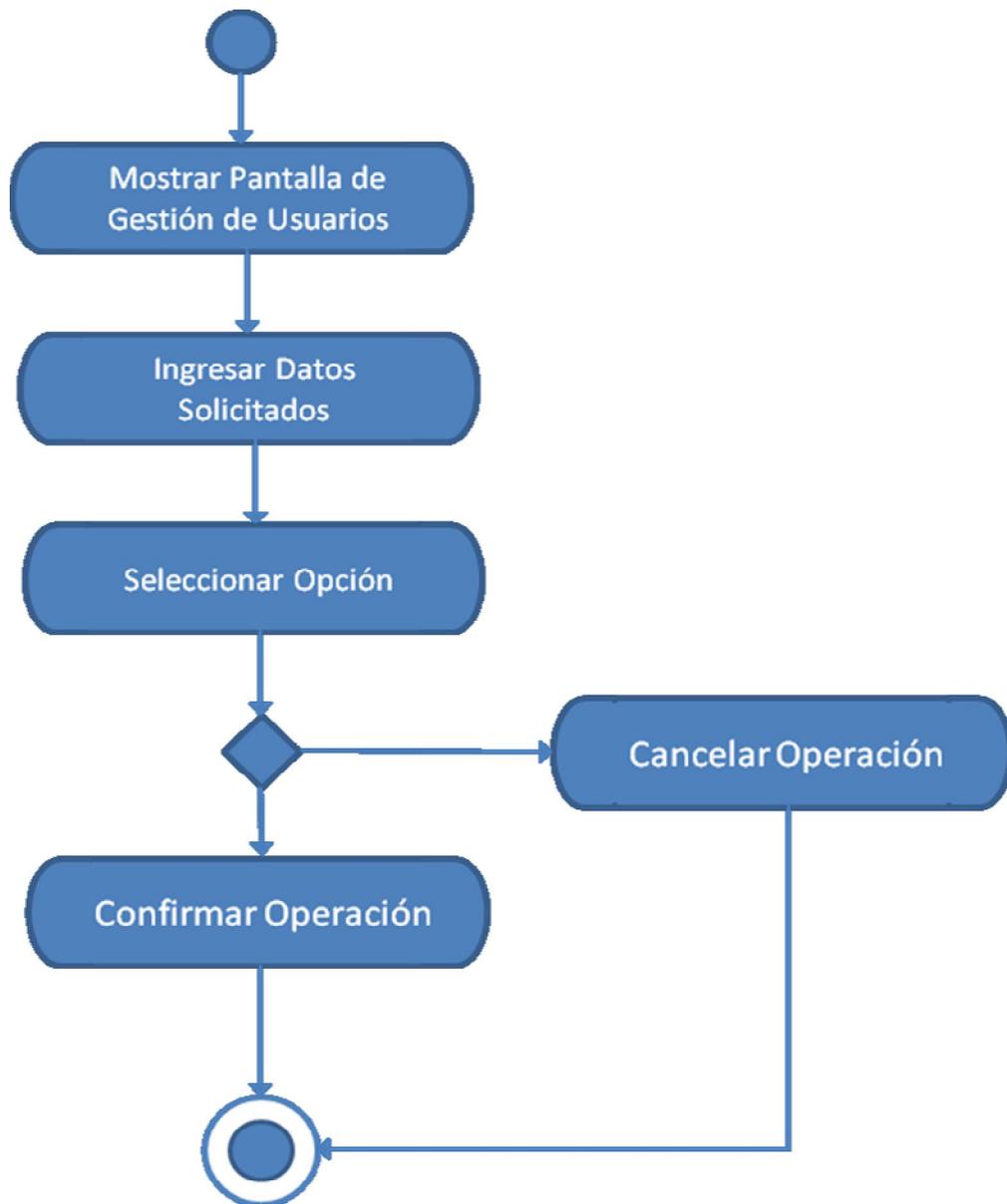
Precondiciones

Ingresar al sistema

Pos condiciones

Ninguna

Figura 6. Diagrama de actividades (C.U. Gestionar usuarios)



1.1.5.1.1.3. Gestionar parámetros físico-químicos

Breve descripción

Crear, modificar o eliminar Parámetros Físico-Químicos.

Actores

Administrador.

Flujo básico

- a. El sistema muestra la pantalla de gestión de Parámetros Físico-Químicos.
- b. El usuario ingresa los datos necesarios.
- c. El usuario selecciona la opción deseada. [c.1] [c.2] [c.3]
- d. El usuario confirma la operación.
- e. Finaliza el Flujo

Flujos alternos

- c.1 El usuario selecciona la opción crear parámetro físico-químicos.
- c.2 El usuario selecciona la opción modificar parámetro físico-Químicos
- c.3 El usuario selecciona la opción eliminar parámetro físico-Químicos.
- d.1 El usuario rechaza la operación. [b]

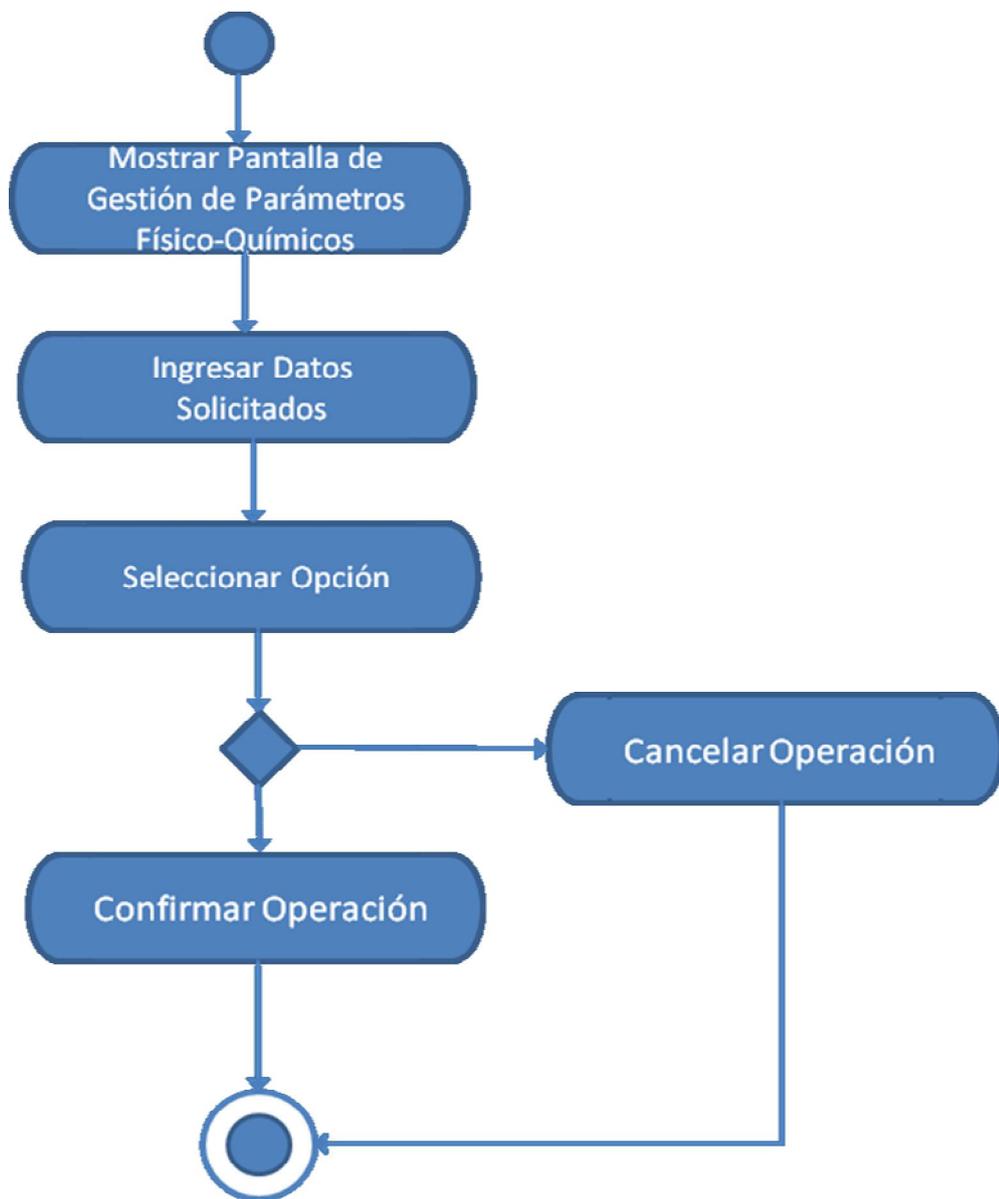
Precondiciones

Ingresar al sistema

Pos condiciones

Ninguna

Figura 7. Diagrama de actividades (C.U. Gestionar parámetros físico-químicos)



1.1.5.1.1.4. Gestionar índices productivos

Breve descripción

Crear, modificar o eliminar índices productivos.

Actores

Administrador.

Flujo básico

- a. El sistema muestra la pantalla de gestión de Índices Productivos.
- b. El usuario ingresa los datos necesarios.
- c. El usuario selecciona la opción deseada. [c.1] [c.2] [c.3]
- d. El usuario confirma la operación.
- e. Finaliza el Flujo

Flujos alternos

- c.1 El usuario selecciona la opción crear índices productivos.
- c.2 El usuario selecciona la opción modificar índices productivos
- c.3 El usuario selecciona la opción eliminar índices productivos.
- d.1 El usuario rechaza la operación. [b]

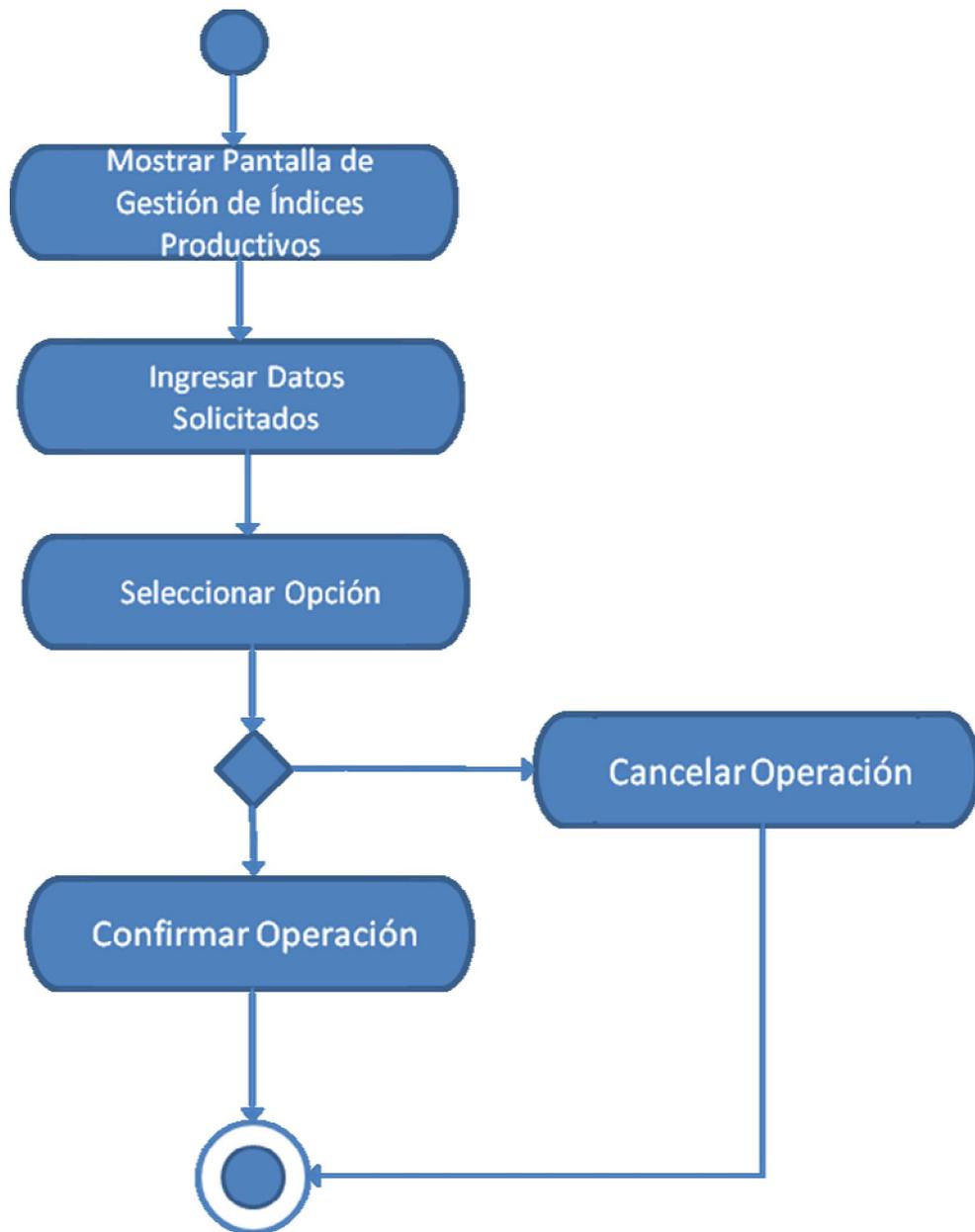
Precondiciones

Ingresar al sistema

Pos condiciones

Ninguna

Figura 8. Diagrama de actividades (C.U. Gestionar índices productivos)



1.1.5.1.1.5. Generar reportes

Breve descripción

Crear reportes tanto de los parámetros físico-químicos, como de los índices productivos, para un estanque predeterminado.

Actores

Administrador, invitado.

Flujo básico

- a. El usuario selecciona la opción reporte en el menú principal.
- b. El usuario selecciona el tipo de reporte que desea.
- c. El usuario confirma la operación. [c.1]
- d. Finaliza el Flujo

Flujos alternos

- c.1 El usuario rechaza la operación. [d]

Requerimientos especiales

- a. Debe haber información en la base de datos.

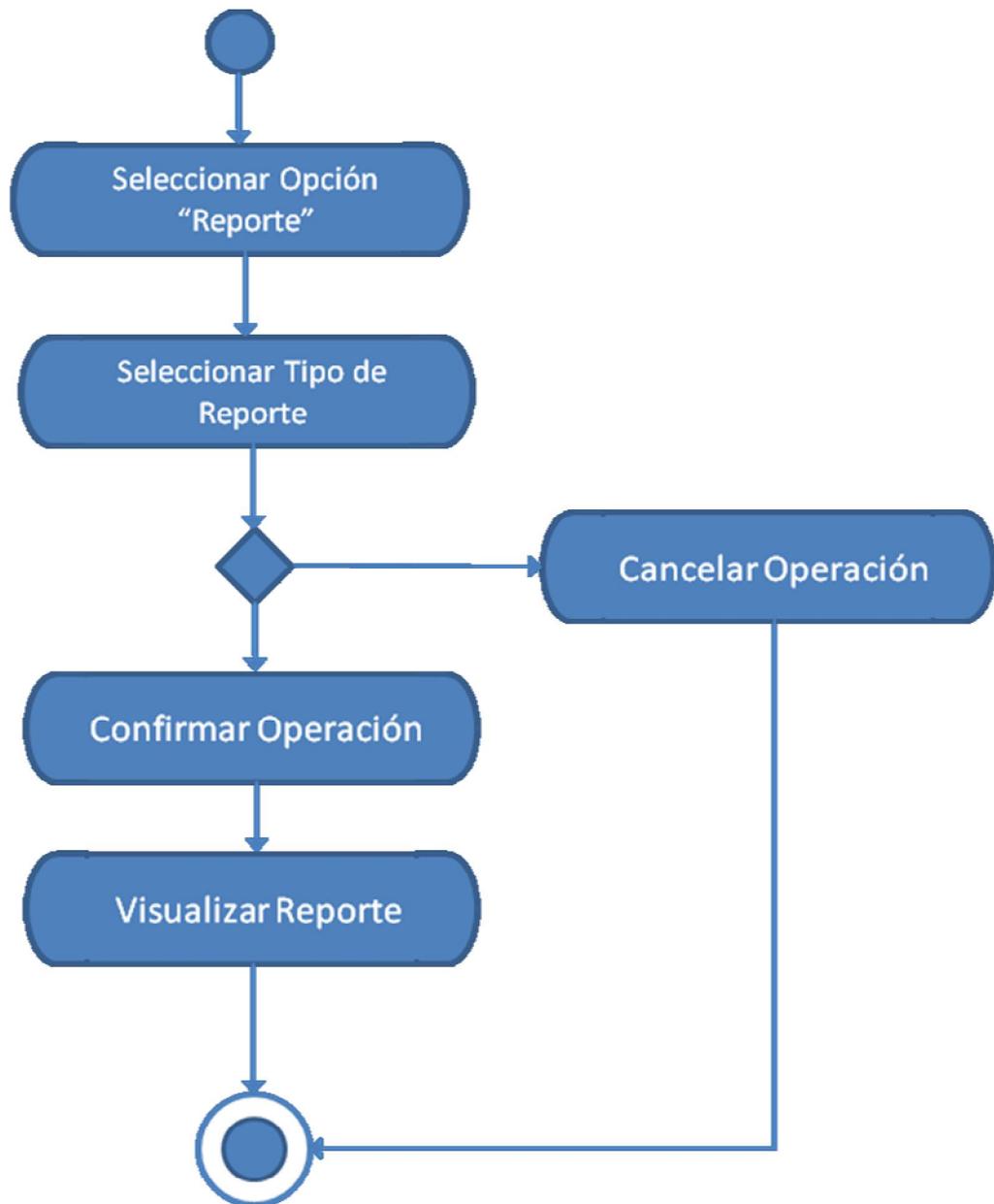
Precondiciones

Ingresar al sistema

Pos condiciones

Ninguna

Figura 9. Diagrama de actividades (C.U. Generar reportes)



1.1.5.1.1.6. Ingresar parámetros e índices

Breve descripción

El usuario podrá ingresar la información referente a cada parámetro e índice productivo recolectado de cada estanque, en las pantallas de ingreso de datos respectivos.

Actores

Administrador, invitado.

Flujo básico

- a. El usuario selecciona la opción Ingreso de datos en el menú principal.
- b. El usuario ingresa la información solicitada por el sistema.
- c. El usuario guarda la información ingresada. [c.1]
- d. Finaliza el flujo

Flujos alternos

- c.1 El usuario cancela la operación y cierra la ventana. [d]

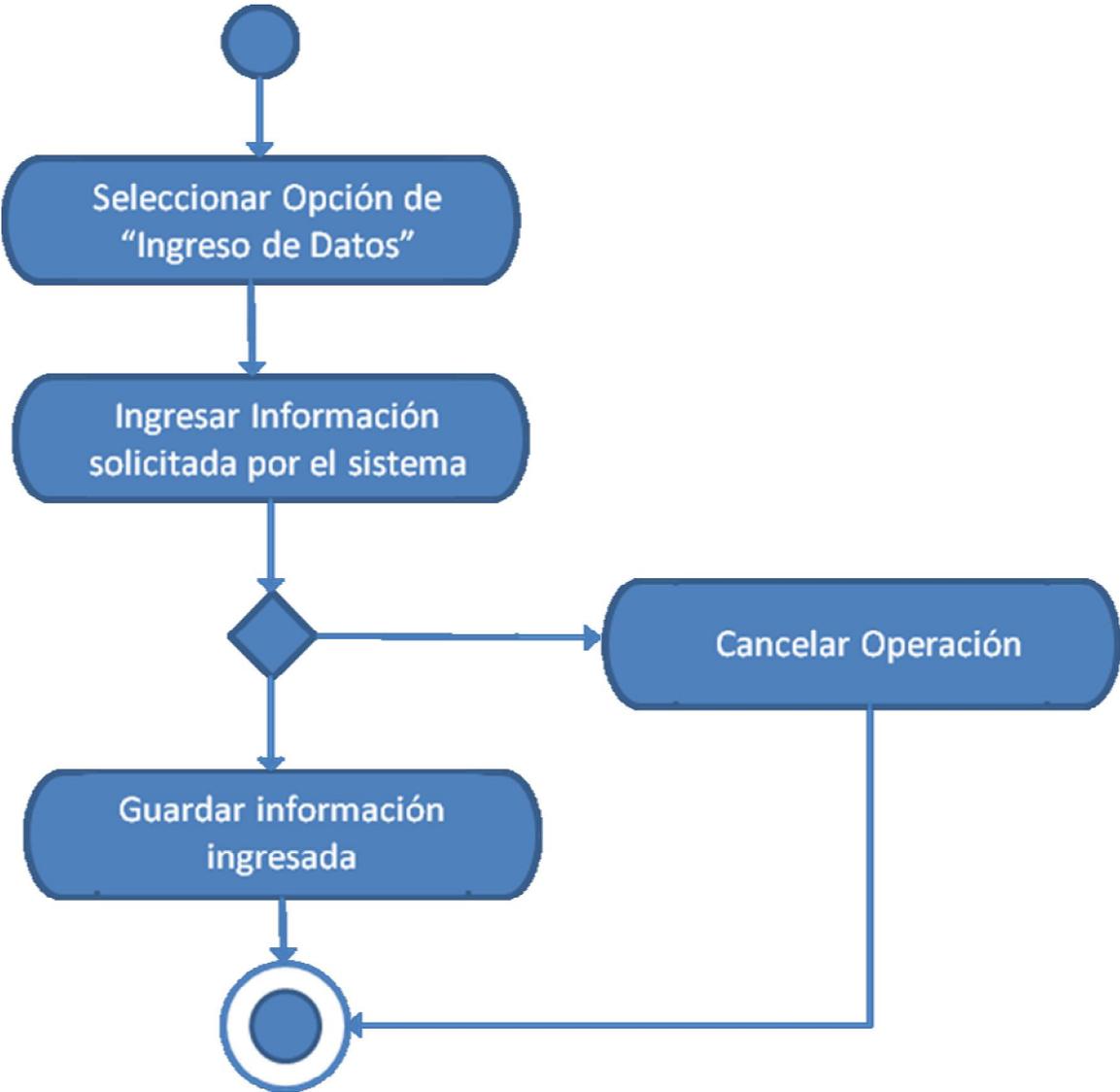
Precondiciones

Ingresar al sistema

Pos condiciones

Ninguna

Figura 10. Diagrama de actividades (C.U. Ingresar parámetros e índices)



1.1.5.1.1.7. Modificar parámetros e índices

Breve descripción

El administrador modifica la información de los parámetro y/o índices que desee, dado que el es el único que tiene ese privilegio.

Actores

Administrador.

Flujo básico

- a. El administrador selecciona la opción modificación de datos en el menú principal.
- b. El administrador selecciona aquella información que desea modificar.
- c. El administrador ingresa la información deseada.
- d. El administrador guarda la nueva información. [d.1]
- e. Finaliza el Flujo

Flujos alternos

- d.1 El usuario cancela la operación y cierra la ventana. [e]

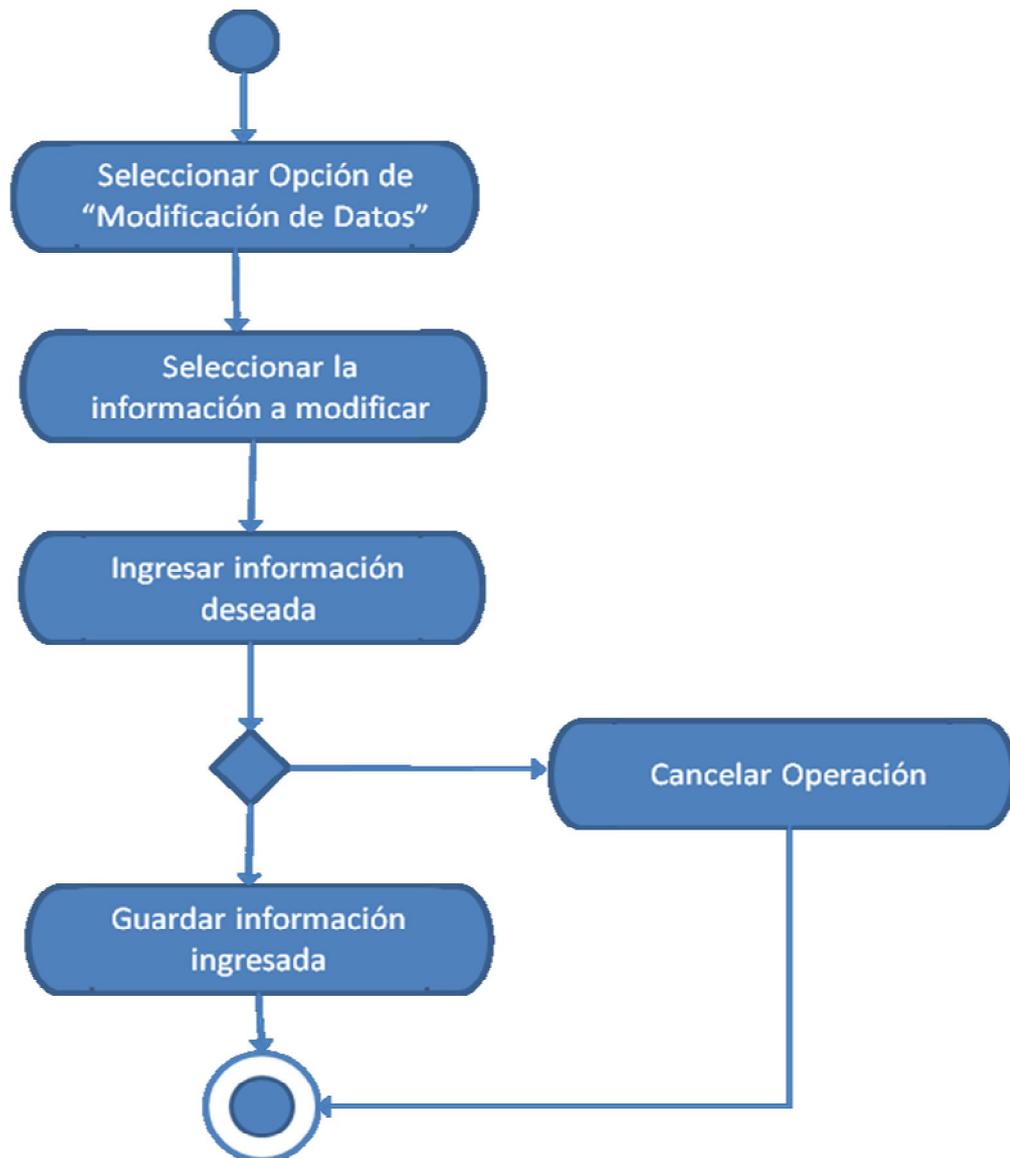
Precondiciones

Ingresar al sistema

Pos condiciones

Ninguna

Figura 11. Diagrama de actividades (C.U. Modificar parámetros e índices)



1.1.5.1.1.8. Gestionar estanques

Breve descripción

Crear, modificar, eliminar estanques para el control de los mismos.

Actores

Administrador.

Flujo básico

- a. El sistema muestra la pantalla de gestión estanques.
- b. El usuario ingresa los datos necesarios.
- c. El usuario selecciona la opción deseada. [c.1] [c.2] [c.3]
- d. El usuario confirma la operación.
- e. Finaliza el flujo

Flujos alternos

- c.1 El usuario selecciona la opción crear estanque.
- c.2 El usuario selecciona la opción modificar estanque.
- c.3 El usuario selecciona la opción eliminar estanque.
- d.1 El usuario rechaza la operación. [b]

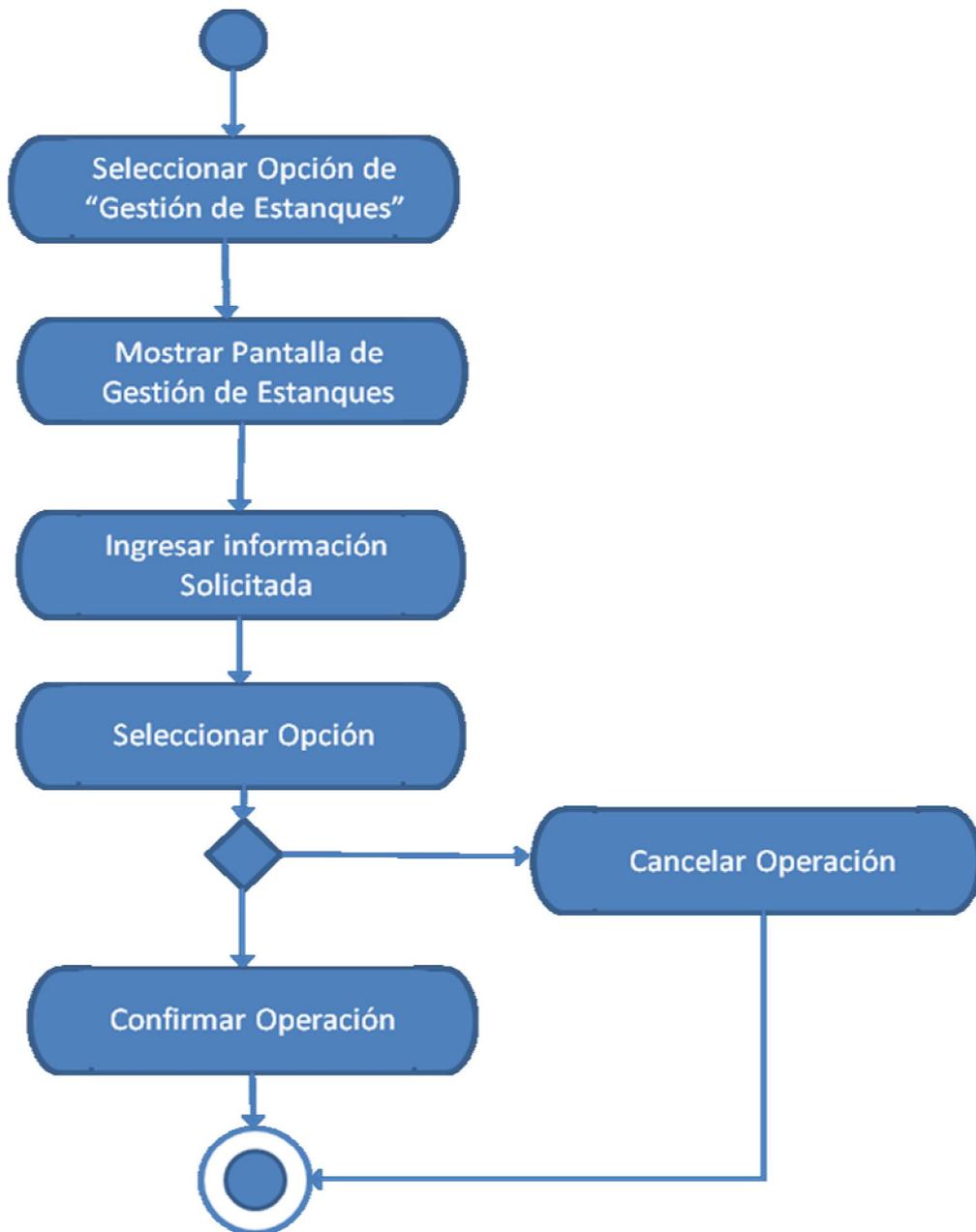
Precondiciones

Ingresar al sistema

Pos condiciones

Ninguna

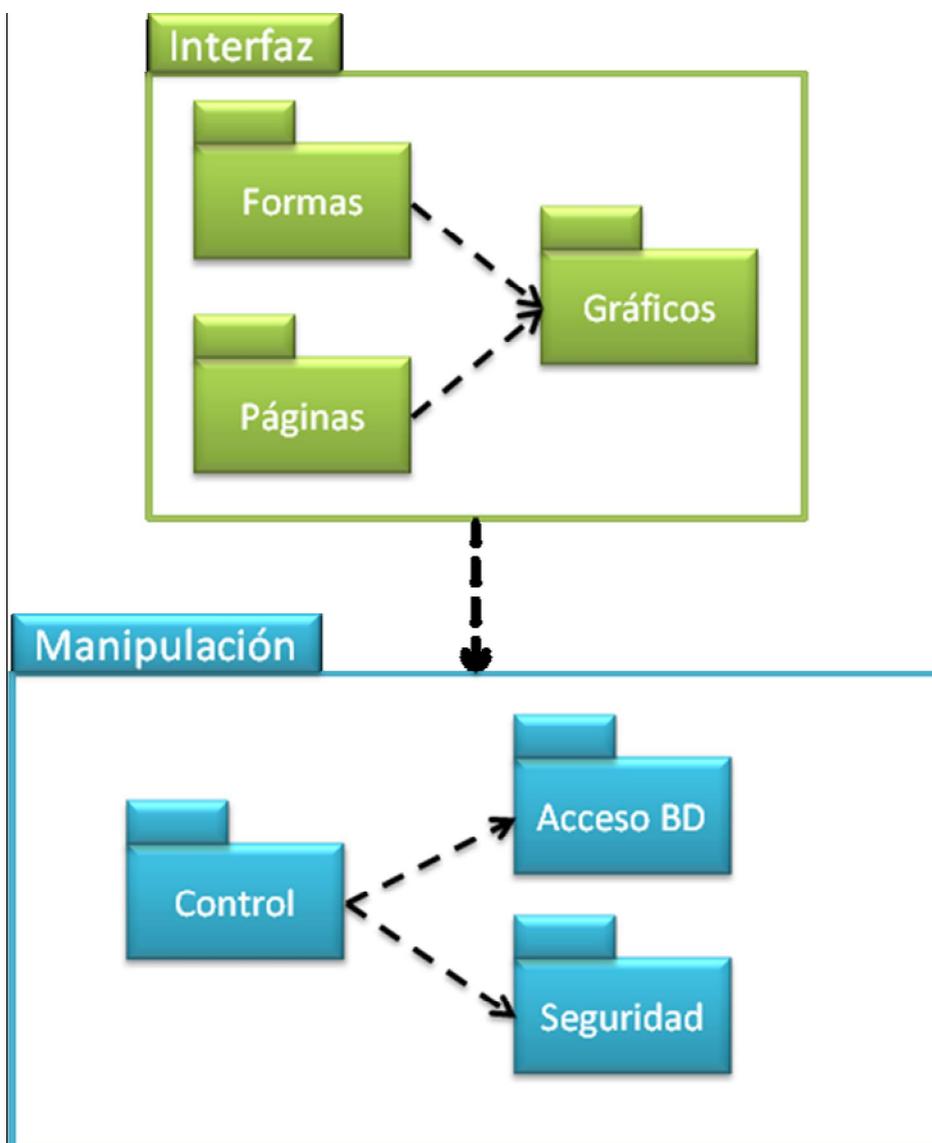
Figura 12. Diagrama de actividades (C.U. Gestionar estanques)



1.1.5.2. Vista de despliegue

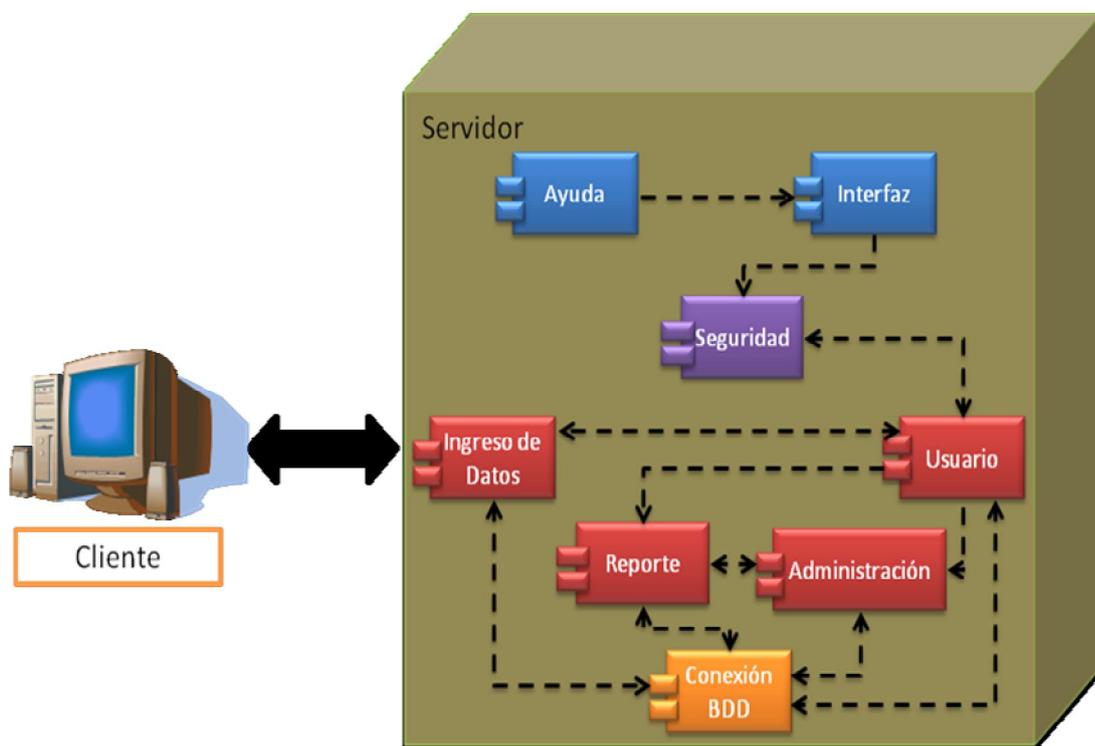
La presente vista muestra la forma en que se organizará la solución para proveer funcionalidades en común en cada componente que conforma la Arquitectura total.

Figura 13. Diagrama de despliegue 1



Adicionalmente, se plantea la estructura física sobre la cual se implantará el sistema, tomando en cuenta que las distintas capas lógicas residirán en un único componente físico que representa el servidor puede ser este a la vez un cliente.

Figura 14. Diagrama de despliegue 2

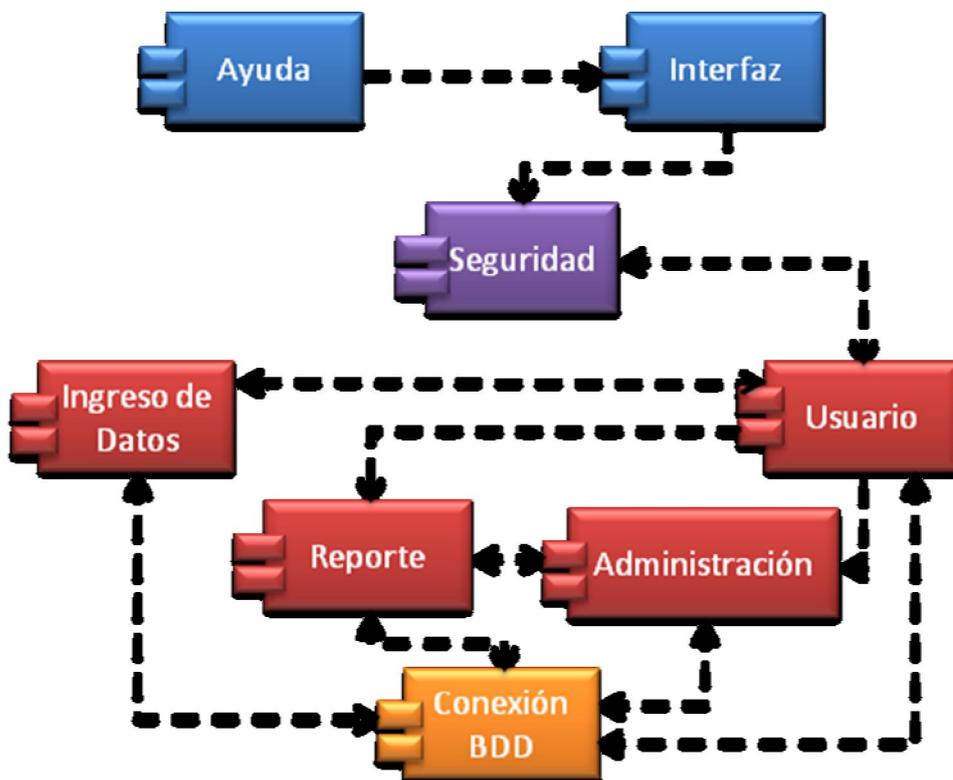


1.1.5.3. Vista de implementación

1.1.5.3.1. Capas

Los componentes que conforman la totalidad del sistema se resumen en el siguiente diagrama y se describen en base a la capa lógica a la que pertenecen.

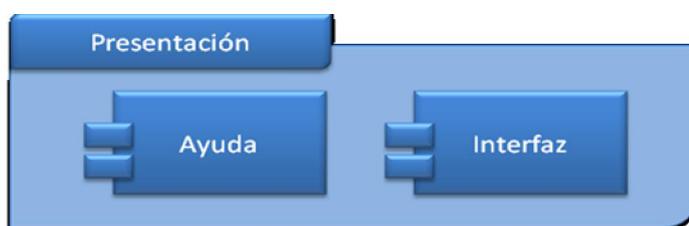
Figura 15. Diagrama de componentes



1.1.5.3.1.1. Presentación

Los componentes incluidos en esta capa tienen como finalidad proveer al usuario de los medios necesarios para poder realizar las tareas pertinentes al ingreso y manipulación de datos.

Figura 16. Capa de presentación



- ü *Ayuda*: Contiene las clases necesarias para la realización de asistentes o información que guiarán al usuario a la correcta utilización del sistema.
- ü *Interfaz*: Consta de las páginas, clases y demás documentos que conforman los elementos visuales del sistema, con los cuales interactuará el usuario final

1.1.5.3.1.2. Seguridad

Provee componentes que incluyen los mecanismos necesarios para asegurar la autenticación, asignación de permisos dentro del sistema para los usuarios registrados en el mismo.

Figura 17. Capa de seguridad



- ü *Seguridad*: Consiste de mecanismos necesarios para determinar la identidad del usuario y por medio de ésta asignarle los permisos que tiene asignados sobre la aplicación.

1.1.5.3.1.3. Lógica del negocio

Componentes que constituyen los métodos y acciones necesarias para llevar control de la información, usuarios y la generación de reportes que sean de interés para el sistema de control.

Figura 18. Capa de lógica del negocio

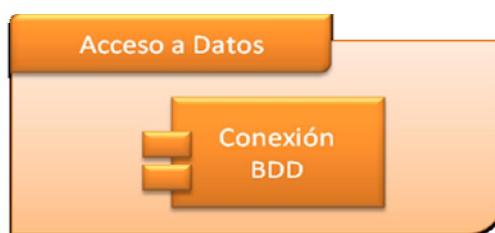


- ü *Ingreso de Datos*: Contiene las clases necesarias para llevar el control de la información que se ingrese y se desee modificar.
- ü *Reporte*: Contiene las clases necesarias para la manipulación de la información existente, y la generación de reportes de la a través de la misma.
- ü *Administración*: Contiene las clases necesarias para el realizar el mantenimiento de estanques, parámetros físico-químicos, índices productivos, usuarios y el sistema en general.
- ü *Usuario*: Clase o clases involucradas en la creación, control y manipulación de un usuario existente en el sistema.

1.1.5.3.1.4. Acceso a Datos

Componentes que engloban los métodos de traspaso de información desde la aplicación cliente hacia la Base de Datos y viceversa.

Figura 19. Capa de Acceso a Datos



- ü *Conexión BDD*: Contiene el conjunto de clases que realizarán la comunicación dentro de las distintas capas lógicas existentes en la solución. Además del proveedor de datos utilizado desde la aplicación para conectarse con la base de datos.

2. MANUAL DEL USUARIO

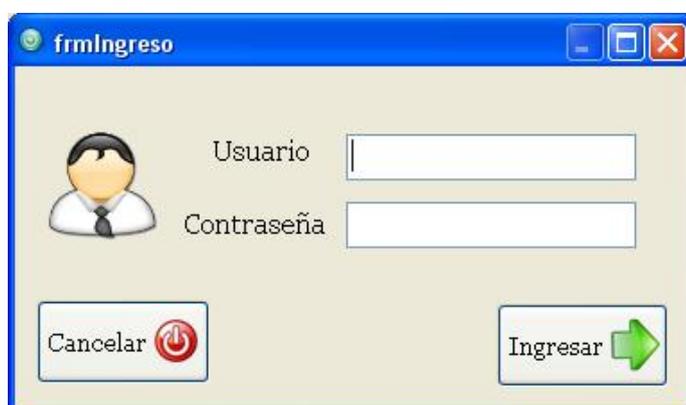
2.1 Ingreso al Sistema

El programa desplegará la pantalla de Bienvenida (Figura 20.), seguida de la pantalla de Inicio de Sesión (Figura 21), en la cual el usuario deberá ingresar su nombre de usuario y contraseña para poder ingresar al programa. Acorde al tipo de usuario que sea (Administrador o Invitado) así serán las opciones que visualice.

Figura 20. Pantalla de bienvenida



Figura 21. Pantalla de inicio de sesión



2.2 Menú Acciones

2.2.1 Registrar

El administrador es el único usuario que podrá tener acceso a esta opción, ya que a través de ella podremos crear usuarios y asignarles el tipo de usuario que se desee.

Figura 22. Gestión de usuario

Listado de Usuarios	
Tipo	Usuario
Administrador	fer
Invitado	tec

Agregar

El administrador deberá ingresar toda la información solicitada y luego pulsar el botón agregar; el cual verificará el ingreso correctos de los datos y procederá a la creación del usuario.

Modificar

El administrador puede seleccionar el usuario que desee modificar de la tabla en pantalla, al momento de darle un clic encima de él, los campos se llenan con la información del usuario seleccionado. Una vez modificada la información deseada, debe pulsar el botón modificar, el cual verificará el correcto ingreso de los datos y procederá a la modificación del usuario.

Eliminar

El administrador puede seleccionar el usuario que desee eliminar de la tabla, al momento de darle un clic encima de él, los campos se llenan con la información del usuario seleccionado; luego debe pulsar el botón eliminar el cual procederá a la eliminación del usuario

2.2.2 Cambiar de usuario

Esta opción permite cambiar de usuario, iniciando el programa con un usuario distinto.

2.2.3 Salir

Esta opción permite cerrar la aplicación.

2.3 Menú Mantenimiento

Este menú nos permite el ABC de Estanque y de las distintas métricas a utilizar en el control de los cultivos.

2.3.1 Métrica

La pantalla solicita toda la información necesaria para el mantenimiento de una métrica, el cual puede seleccionar el tipo de esta (Parámetro Físico-Químico o Índice Productivo) para su control.

Figura 23. Métricas

	Código	Tipo	Nombre	Descripción	Valor Promedio
▶	1	Parametro Fisico...	Oxigeno	Indispensable	154,00
	2	Indice Productivo	Indice 1	El primero	6854,33
	3	Parametro Fisico...	Parametro 2	Recomendable	1500,15

Agregar

El usuario deberá ingresar toda la información solicitada y luego pulsar el botón agregar; el cual verificará el ingreso correctos de los datos y procederá a la creación del usuario.

Modificar

El usuario puede seleccionar la métrica que desee modificar de la tabla, al momento de darle un clic encima de ella, los campos se llenan con la información de la métrica seleccionada. Una vez modificada la información deseada, debe pulsar el botón aodificar, el cual verificará el correcto ingreso de los datos y procederá a la modificación de la información.

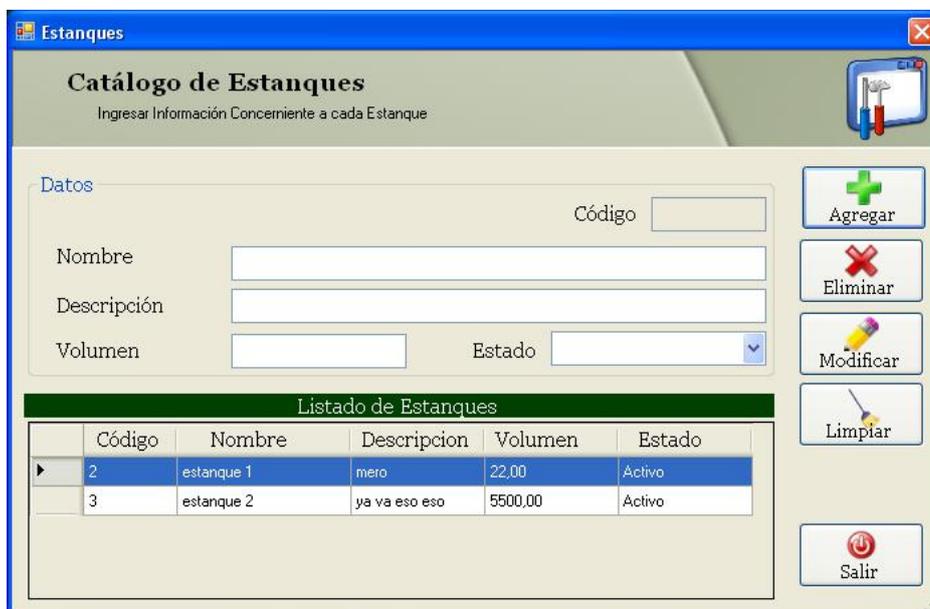
Eliminar

El usuario puede seleccionar la métrica que desee eliminar de la tabla, al momento de darle un clic encima de ella, los campos se llenan con la información de la métrica seleccionada; luego debe pulsar el botón eliminar el cual procederá a la eliminación de la métrica.

2.3.1 Estanque

La pantalla solicita toda la información necesaria para el mantenimiento de los estanques, proveyendo un conjunto de opciones para su control.

Figura 24. Estanque



Catálogo de Estanques
Ingresar Información Concerniente a cada Estanque

Datos

Código

Nombre

Descripción

Volumen Estado

Listado de Estanques

	Código	Nombre	Descripción	Volumen	Estado
▶	2	estanque 1	mero	22,00	Activo
	3	estanque 2	ya va eso eso	5500,00	Activo

Botones: Agregar, Eliminar, Modificar, Limpiar, Salir

Agregar

El usuario deberá ingresar toda la información solicitada referente a cada estanque y luego pulsar el botón agregar; el cual verificará el ingreso correctos de los datos y procederá a la creación del usuario.

Modificar

El usuario puede seleccionar el estanque que desee modificar de la tabla, al momento de darle un clic encima del mismo, los campos se llenan con la información del estanque seleccionado. Una vez modificada la información deseada, debe pulsar el botón modificar, el cual verificará el correcto ingreso de los datos y procederá a la modificación de la información.

Eliminar

El usuario puede seleccionar el estanque que desee eliminar de la tabla, al momento de darle un clic encima del mismo, los campos se llenan con la información del estanque seleccionado; luego debe pulsar el botón Eliminar el cual procederá a la eliminación del mismo.

2.4 Menú ingreso de datos

Este menú permite el ingreso de la información de los parámetros físico-químicos, así como de los índices productivos, por cada estanque.

2.4.1 Parámetro físico-químico

La pantalla desplegada solicita toda la información necesaria para el control de cada parámetro por estanque seleccionado. Los botones como los campos de ingreso se habilitan hasta que el usuario haya seleccionado un estanque sobre el cual ingresará la información.

Figura 25. Parámetro físico-químico

Parámetros Físico-Químicos
Ingresar Información Solicitada de Cada Parámetro

Datos Generales
Estanque

Datos
Nombre Fecha
Valor Hora

Listado de Parámetros

	Estanque	Metrica	Fecha	Valor
▶	estanque 1	Oxigeno	29/07/2007 21:48	111,00
	estanque 1	Oxigeno	31/07/2007 10:55	99,00
	estanque 1	Oxigeno	31/07/2007 10:56	88,00
	estanque 1	Parametro 2	29/07/2007 21:48	124,00
	estanque 2	Parametro 2	29/07/2007 21:48	123,00

Botones: Agregar, Eliminar, Modificar, Limpiar, Salir

Agregar

El usuario deberá ingresar toda la información solicitada y luego pulsar el botón Agregar; el cual verificará el ingreso correctos de los datos y procederá a la creación del usuario.

Modificar

El usuario puede seleccionar la información que desee modificar de la tabla, al momento de darle un clic encima de ella, los campos se llenan con la información seleccionada. Una vez modificada la información deseada, debe pulsar el botón modificar, el cual verificará el correcto ingreso de los datos y procederá a la modificación de la información.

Eliminar

El usuario puede seleccionar la información que desee eliminar de la tabla, al momento de darle un clic encima de ella, los campos se llenan con la información seleccionada; luego debe pulsar el botón eliminar el cual procederá a la eliminación de la misma.

2.4.1 Índice Productivo

La pantalla desplegada solicita toda la información necesaria para el control de cada índice productivo por estanque seleccionado. Los botones como los campos de ingreso se habilitan hasta que el usuario haya seleccionado un estanque sobre el cual ingresará la información.

Figura 26. Índices productivos

Índices Productivos
Ingresar Información de cada Índice

Datos Generales
Estanque: estanque 1

Datos
Nombre: Indice 1 Fecha: 29/07/2007
Valor: 222.00 Hora: 22:08

Listado de Índices

	Estanque	Metrica	Fecha	Valor
	estanque 1	Indice 1	29/07/2007 22:05	111,00
▶	estanque 1	Indice 1	29/07/2007 22:08	222,00
	estanque 1	Indice 3	29/07/2007 22:08	14,00

Botones: Agregar, Eliminar, Modificar, Limpiar, Salir

Agregar

El usuario deberá ingresar toda la información solicitada y luego pulsar el botón agregar; el cual verificara el ingreso correcto de los datos y procederá a la creación del usuario.

Modificar

El usuario puede seleccionar la información que desee modificar de la tabla, al momento de darle un clic encima de ella, los campos se llenan con la información seleccionada. Una vez modificada la información deseada, debe pulsar el botón modificar, el cual verificará el correcto ingreso de los datos y procederá a la modificación de la información.

Eliminar

El usuario puede seleccionar la información que desee eliminar de la tabla, al momento de darle un clic encima de ella, los campos se llenan con la información seleccionada; luego debe pulsar el botón eliminar el cual procederá a la eliminación de la misma.

3. MANUAL TÉCNICO

3.1. Selección de herramientas de desarrollo

3.1.1. Consideraciones para la selección del DBMS

- Volumen de la información a largo plazo.
- Seguridad en el almacenamiento.
- Facilidad de uso.
- Conocimientos del DBMS.
- Sistema Operativo.

DBMS seleccionado: *Microsoft SQL Server 2005*

3.1.2. Consideraciones para la selección del lenguaje de programación

- Integridad con la base de datos.
- Facilidad de uso.
- Disponibilidad de soporte.
- Conocimientos de la herramienta.
- Sistema Operativo.

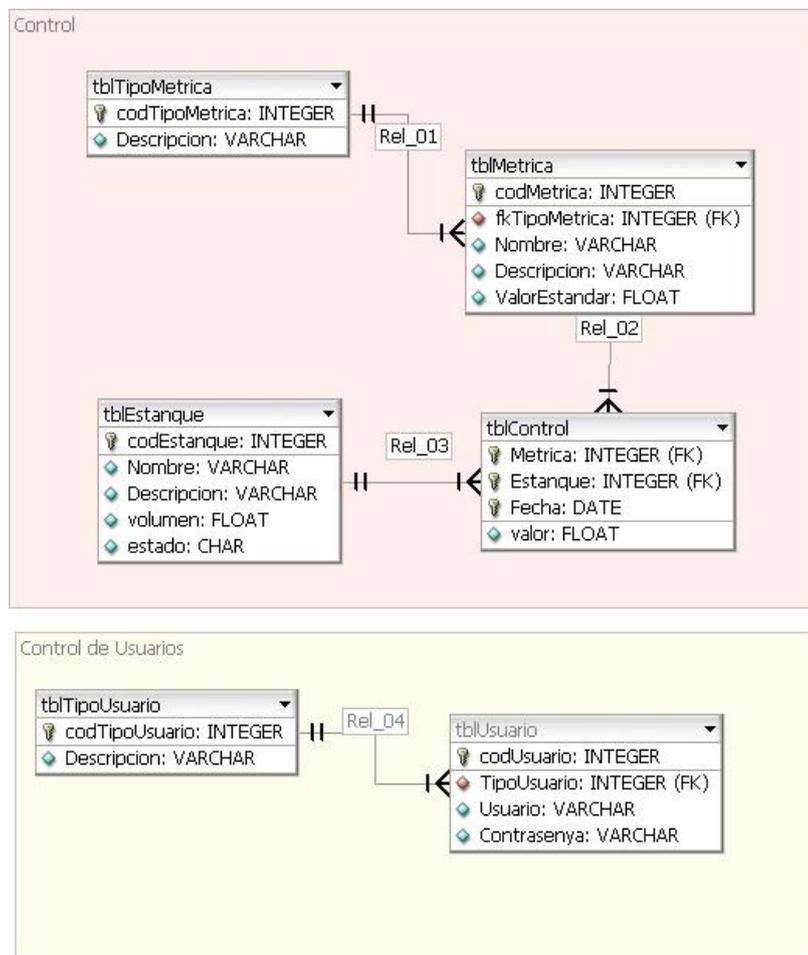
Lenguaje de programación seleccionado: *Microsoft Visual Basic .Net*

3.2. Desarrollo de la aplicación

3.2.1. Modelo de Datos

Se crearon las siguientes entidades con el objetivo de un almacenaje eficiente y de rápido acceso a la información.

Figura 27. Modelo de Datos



3.2.2. Clases

La creación de las clases se realiza conforme las capas creadas.

- Capa de Datos: Realiza el acceso de forma directa a la base de datos, utilizando la información que recibe de la capa lógica y enviando la solicitud al DBMS.
 - *clsAccesoControl*: Acceso directo a la tabla tblControl.
 - *clsAccesoEstanque*: Acceso directo a la tabla tblEstanque.
 - *clsAccesoMetrica*: Acceso directo a la tabla tblMetrica.
 - *clsAccesoUsuario* Acceso directo a la tabla tblUsuario.
 - *clsConexion*: Realiza la conexión a la base de datos.
- Capa Lógica: Sirve de intermediario entre la capa de presentación y la capa de datos, almacenando la información obtenida por la capa de datos y mostrándosela al usuario a través de la capa de presentación.
 - *clsDatoControl*: Contiene los datos proveídos por la clase *clsAccesoControl*.
 - *clsDatoEstanque*: Contiene los datos proveídos por la clase *clsAccesoEstanque*.
 - *clsDatoMetrica*: Contiene los datos proveídos por la clase *clsAccesoMetrica*.
 - *clsDatoUsuario*: Contiene los datos proveídos por la clase *clsAccesoUsuario*.

- *clsXmlConfiguracion*: Contiene la información extraída del archivo Configuracion.xml
- Capa de Presentación: Contiene todas las pantallas que se le presentan al usuario y tienen comunicación con las clases de la capa lógica.

CONCLUSIONES

1. La implementación del programa garantiza seguridad en la información, así como reducción en el uso de papel.
2. El sistema elaborado es capaz de almacenar, conjugar, graficar y generar reportes de los datos ingresados por el usuario.
3. La comunicación con el cliente es primordial para asegurar la satisfacción del cliente y en el uso de la metodología XP.
4. El realizar un análisis y diseño detallado es fundamental para delimitar los límites y alcances de un sistema

RECOMENDACIONES

1. Implementar un módulo de ingreso de datos automático, el cual permita leer los datos directamente de un aparato que contenga los sensores necesarios para la lectura de los mismos. Facilitando así el uso del programa.
2. Durante el transcurso del tiempo, la creación de un *datawarehouse* que a través de herramientas como *datamining* permitan al usuario la visualización de tendencias y ayudarlo en la toma de decisiones.
3. Solo crear un usuario tipo Administrador, para tener control específico de las acciones de los demás usuarios.
4. Dar mantenimiento al equipo, así como la realización de backups de la información.

BIBLIOGRAFÍA

1. Fredick W. Wheapom. Acuicultura Diseño y Construcción de Sistemas. (Primera Edición, Editorial AGP Editorial S.A. 1982).
2. Carlos Sánchez González. ONess: un proyecto *open source* para el negocio textil mayorista desarrollado con tecnologías *open source* innovadoras, Universida de la Coruña, Septiembre de 2004, <http://oness.sourceforge.net/docbook/oness.html> (Abril, 2008).
3. Gerardo Fernández Escribano, Introducción a Extreme Programming, Ingeniería del Software, (9/12/2002), <http://www.info-ab.uclm.es/asignaturas/42551/trabajosAnteriores/Presentacion-XP.pdf> (Abril, 2008).
4. M. C. Esperanza Aguillón Robles, Métricas para la Gestión de Proyectos de Software, Instituto Tecnológico de Morelia, Departamento de Sistemas y Computación, <http://sistemas.itlp.edu.mx/memoriaSIC03/metricas.pdf> (Abril, 2008).
5. Alicorp S.A. Manual de Crianza de Tilapia, <http://www.fiagro.org.sv/archivos/0/356.doc> (Marzo, 2008).
6. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Guía Técnica para el Cultivo de Tilapia en Estanques, (El Salvador, Abril 2001).