

Análisis, diseño e implementación de un sistema de alerta epidemiológico y de manejo acuícola para productores camaroneros basado en herramientas de código abierto para Sistemas de Información Geográficos

Johanna Verónica Guerrero Flores ⁽¹⁾ Dr. Xavier Ochoa C. ⁽²⁾
Facultad de Ingeniería en Eléctrica y Computación
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
vguerrer@espol.edu.ec ⁽¹⁾ xavier@cti.espol.edu.ec ⁽¹⁾

(1) Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), graduada, email: vguerrer@espol.edu.ec

(2) Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), PhD. Análisis de aprendizaje, email: xavier@cti.espol.edu.ec

Resumen

Con el fin de detectar las caídas en la producción conociendo la variabilidad espacial y temporal de una epidemia se realizó un sistema de alerta al cual se le ingresan datos de la producción de un grupo de granjas compartiendo una zona o área determinada.

Este sistema estará disponible en línea mediante una página Web y permitirá automatizar el ingreso de parámetros relevantes de producción para que con esta información podamos encontrar parámetros como el Índice de Producción y Manejo (IPM), supervivencia, rendimiento y peso promedio con los cuales podremos obtener el nivel de producción y se podrá categorizar en qué nivel alerta se encuentra dependiendo del mes y año escogido a través de un color.

En este proyecto se especifica y analizan las técnicas y herramientas de código abierto que nos ayudaran en el desarrollo del sistema y las variables de alerta a usarse, además de los requerimientos de tecnológicos de hardware, ciertas tareas o procesos de implementación y el plan de pruebas elaborado para este sistema y sus resultados.

Palabras Claves: *sistema de alerta, camarónicas, sig, postgis, postgresql, java, epidemiológico, manejo acuícola.*

Abstract

In order to detect the sags in production by knowing the spatial and temporal variability of an epidemic was developed a warning system that receives data of group of farms productions by sharing a particular area.

This system will be available online through a Web page and will allow users to automate the process that involves: the entry of relevant parameters of production and then it could calculate the index of production and management (IPM), survival, performance and average weight and as a consequence of them, we can obtain the production level and it permit to know the alert level according to the month and year showed by a color scale.

In this project is specified and analyzed the open source techniques and tools that will help in the development of the system and the variables denominated alerts involved in the program, in addition the hardware technologic requirements, certain tasks or implementation process and finally the proof plan developed for this system and its results.

Keywords: *Alert system, shrimps, gis, postgis, postgresql, java, epidemiological, Aquaculture Management*

1. Introducción

A través del tiempo en el Ecuador diversas enfermedades han afectado al sector camaronero, impactando directamente en el nivel de producción de una granja camaronera.

Los principales virus o epidemias que afectan al cultivo de camarones son el síndrome de taura (TSV), la cabeza amarilla (YHV), la mancha blanca (WSSV) y la necrosis infecciosa hipodermal y hematopoyética (IHHNV) entre otras, las cuales pueden llegar a afectar en un 100% la producción del camarón.

Los productores tienen que tratar de asegurar su inversión y en el caso de una nueva epidemia en los sistemas de cultivo, la poca disponibilidad de recursos económicos no permitiría invertir en costosos análisis necesarios para la ejecución de los estudios sistemáticos sobre la prevalencia de un agente infeccioso. Con lo que se verían impedidos de conocer su evolución en tiempo y espacio. Por esta razón los productores tienen que buscar herramientas que sean efectivas en el control y predicción de una epidemia.

Es por eso que la colaboración entre los productores manteniendo su información de manera confidencial nos permitirán extraer conocimientos útiles a partir de datos históricos, en conjunto con herramientas valiosas como Internet y herramientas para sistemas de información geográfica (Geographic Information System – GIS), los cuales han evolucionado desde el enfoque tecnológico hacia la necesidad de consolidar dicho campo como una disciplina.

Esta tesis ha sido desarrollada para la alerta y detección de caídas en la producción, en grupos de granjas compartiendo una zona determinada utilizando datos históricos y actuales, la cual la hace una opción menos costosa para conocer la variabilidad espacial y temporal de una epidemia.

La colaboración en línea a través de Internet y los GIS son herramientas que usaremos para extraer conocimientos muy importantes para los productores camaroneros.

El resultado final es brindar al usuario de manera gráfica y sencilla información útil acerca de la producción y alertarlo de una posible epidemia ya sea a nivel de región y pudiendo desglosarla a nivel de camaronera y piscina para que realice la respectiva toma de decisión con respecto a su producción camaronera.

2. Materiales y Métodos

La carencia de un sistema que alerte y detecte caídas en la producción de las granjas camaroneras del estuario interior del Golfo de Guayaquil (provincias del Guayas y de El Oro) y que permita a los productores tomar decisiones acerca de su inversión y producción en sus camaroneras es una de las principales razones por la que se desarrolló este trabajo de tesis.

Las epidemias en el sector camaronera causan grandes pérdidas económicas las cuales podrían llegar a representar 100% de la inversión, es por esto que el sistema SAEMA que se implementará facilitará a los productores camaroneros visualizar información que le ayudará en la toma de decisiones o de algún correctivo de su producción a tiempo.

Al sistema se podrá acceder por medio de una computadora que tenga conexión a Internet mediante una página web, lo cual resulta muy práctico ya que hoy en día la mayoría de las empresas, por no decir las empresas en su totalidad tienen al menos una computadora con conexión a Internet.

En la ejecución de este proyecto se ha planteado dos puntos importantes. Que el sistema debe ser realizado bajo un índice de alerta denominado Índice de Producción y Manejo (IPM) (Sonnenholzner 2004) que estandariza la producción de las piscinas, independientemente de su manejo y que debe ser implementado bajo herramientas de código abierto.

2.1 Índice de Producción y Manejo (IPM)

Nos enfocaremos en el sistema de alerta epidemiológico el cual tiene como propósito, mediante el monitoreo de ciertos datos hacer un seguimiento a la variación en espacio y tiempo de una epidemia, y de esta manera por medio de codificación por niveles de colores mostraremos información rápida y clara de ciertas condiciones climáticas, las cuales son unos de los principales objetivos de un sistema de alerta, ya que con estos datos podrán coordinar y ejercer acciones oportunas.

Los niveles bajos de producción en una granja camaronera pueden ocurrir debido a problemas ambientales, de manejo, o por enfermedades. En Ecuador, el principal problema limitante para la producción camaronera ha sido la presencia de enfermedades. [1]

La variable estándar que se usará para definir el nivel de alerta del SAEMA, es el IPM Índice de Producción y Manejo (Sonnenholzner 2004), esta variable permite la comparación de rendimiento entre ciclos de producción con manejos distintos, ya que existen estrategias de manejo diferentes entre productores y hasta podría darse entre regiones de un mismo productor, esta variable se la estandarizo combinando algunas variables de producción cuantificables (producción total, área de cultivo, densidad de siembra, entre otros).

La variable fue calibrada con datos históricos (1996-2002) de producción de dos camareras del golfo (Sonnenholzner 2004).

La fórmula es la siguiente:

$$IPM = \frac{(producción\ total)}{área} \times (densidad\ de\ siembra) \times \frac{(peso\ del\ animal\ a\ la\ cos\ echa)}{duración\ ciclo}$$

(1)

El IPM (1) realiza una estandarización de la variable de producción, dividiendo la producción total (g) para el área de cultivo (m²). Además, se utiliza la densidad de siembra (animales m⁻²) y el valor del crecimiento absoluto promedio del camarón al término del ciclo (g/día), que indica implícitamente la capacidad de carga del sistema, capacidad de manejo, y factores abióticos que influyen en la tasa de crecimiento. Con estas variables se construyó el IPM (ecuación 1), cuya unidad final es de 10 (g/día) (g/animal).

Luego, este IPM se lo usa para calcular la Anomalía Estandarizada llamada (AIPM)

$$\text{Anomalía estandarizada del IPM (AIPM)} = \frac{(IPM\ prom - IPM)}{SIPM} \quad (2)$$

Esta Anomalía estandarizada (ecuación 2) se calcula usando el IPM promedio (IPM prom) y las desviaciones estándares (SIPM) para un mes y grilla particular. De esta manera, la variable pueda ser comparada en espacio (entre grillas) y en tiempo (entre meses del año).

Las anomalías pueden ser positivas o negativas y los valores pueden ir de 0 a ∞. Una anomalía -1 (+1) significa que el valor medido de IPM está a una desviación estándar por debajo (por encima) del valor de la media de la serie de IPM. Mientras mayor es la anomalía en valor absoluto, más alejado está el valor de la media IPM de la serie de tiempo.

En el sistema los niveles de alerta serán representados en colores que son verde, amarillo, anaranjado y rojo, la asignación de los colores son con respecto al valor calculado del IPM y de la AIPM ya sea con signo positivo o negativo.

Los criterios matemáticos para las diferentes categorías o grados de alerta son:

a) Verde = valor de la anomalía estandarizada del IPM cero o positivo (AIPMt ≥ 0)

b) Amarillo = valor de la anomalía estandarizada del IPM positivo (AIPMt ≥ 0); pendiente negativa (AIPMt - AIPMt-1 < 0); valor absoluto de la pendiente |AIPMt - AIPMt-1| ≥ 0.25

c) Anaranjado = valor de la anomalía estandarizada del IPM negativo (-0.5 < AIPMt < 0)

d) Rojo = valor de la anomalía estandarizada del IPM negativo (AIPMt ≤ -0.5)

La interpretación de la alerta desde el punto de vista de producción es:

Verde= condiciones de producción sobre lo normal.

Amarillo= condiciones de producción sobre lo normal, pero con tendencia hacia valores bajo lo normal.

Anaranjado= condiciones de producción bajo lo normal.

Rojo= condiciones de producción muy bajo lo normal.

2.2 Herramientas de código abierto

Los beneficios del código abierto cada vez son más, ya que últimamente la implantación de este tipo de software de código abierto por las empresas ha crecido porque existen muchos casos de éxito con este tipo software que ofrece calidad, confiabilidad, flexibilidad, menores costos; haciendo que ya no se vea la elección de algún software de código abierto como una decisión arriesgada, sino como una solución de muy bajo riesgo y con un alto nivel de calidad.

A continuación enumeraremos algunos beneficios:

Tecnología: la tecnología de punta hoy en día se desarrolla bajo el modelo de Open Source

Seguridad: Seguridad probada a través de mejor tecnología y tiempo de respuestas a riesgos.

Motivación desarrolladores: Más por aspectos altruistas o por satisfacción de aporte personal u obtención de prestigio que por retribución monetaria.

Corrección más rápida y eficiente de fallos: La disponibilidad del código fuente ha demostrado solucionar más rápidamente los fallos de seguridad en el software de fuentes abiertas, posibilidad que no se da en el caso del software propietario.

Proceso Iterativo: habilita la liberación de versiones a una tasa muy corta brindando una rápida retroalimentación.

Bajo Costo y Alta Calidad: Los desarrolladores están motivados a producir el mejor código posible que puedan realizar, por lo cual dentro del proceso de desarrollo, el código pobre es rechazado o reemplazado por mejor código, involucrándose aquí la visión de comunidad la cual permite la colaboración y participación entre desarrolladores.

Auditabilidad: Clientes e industrias pueden verificar el cumplimiento de estándares de calidad y flexibilidad.

Mejora continua: ya que existe la libertad de elección y libre competencia esto hará que cada vez se ofrezca al cliente un mejor producto.

A nivel de SIG (Sistemas Información Geográficos) se pueden usar servidores de mapas los cuales pueden contener un conjunto de herramientas de código abierto para el desarrollo de aplicaciones geográficas en ambientes de internet o de intranet.

Estas herramientas permiten tener aplicaciones, conocidas como webmapping o webgis, presentan centralización de datos geográficos, prescindiendo de instalaciones en la computadora del usuario final e interoperabilidad, pues permiten integrar diversas fuentes de datos geoespaciales en un único ambiente. **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

2.3 Análisis de requerimientos

Es necesario referirse a los conceptos de requerimientos de sistemas y realizar distinciones entre ellos, en lo que concierne a requerimientos funcionales y, lo que generalmente en la práctica se conoce como requerimientos no funcionales [2]

Al momento de nombrar requerimientos no funcionales en el análisis de un sistema, se trata de aquellos requerimientos que el usuario necesita o esperar en términos de funcionalidad, estabilidad y presentación, viendo al sistema de manera general como un todo.

Algunos de estos requerimientos son:

Facilidad de navegación.- Las páginas Web deben de permitir desplazarse entre una página y otra de manera fluida contando siempre con la información de que en página se encuentra (menú de navegación) para así no perderse.

Conectividad.- Es necesario que el sistema permita al usuario poder visualizar la información en cualquier momento y lugar.

Escalabilidad.- El sistema debe ser capaz se evolucionar, permitiéndole agregar nuevas funcionales y requerimientos sin afectar la funcionalidad y desempeño actual.

Facilidad en el ingreso de Información.- La interfaz debe ser de alta capacidad intuitiva y muy fácil de usar, para que en el momento que el usuario tenga que ingresar su información esta sea muy sencilla de ingresar, además debe mostrar mensaje informativos o de error en el caso que se haya ingresado exitosamente la información o en el caso que haya existido un error respectivamente.

Seguridad.- El acceso al sistema debe ser restringido por el uso de claves asignadas a cada uno de los usuarios, ya que la información a ingresarse debe ser la correcta y la información que se podrá visualizar es confidencial del usuario.

Tiempos de respuesta.- Que los tiempos de respuestas sean aceptables de acuerdo a la información consultada o ingresada.

Los requerimientos funcionales del sistema son:

Al sistema se podrá acceder por medio de una computadora que tenga conexión a Internet mediante una página web, lo cual resulta muy práctico ya que hoy en día la mayoría de la empresas, por no decir las empresas en su totalidad tienen al menos una computadora con conexión a Internet.

El sistema tiene 3 módulos muy importantes, que son:

1) El módulo de autenticación del usuario, el cual permite el acceso sólo a usuarios autorizados al sistema. Este punto es muy importante ya que se trabaja con información privada que sólo el dueño de la información podrá verla en detalle por medio de un usuario y clave de acceso al sistema.

2) El módulo de la visualización de la información. Mediante mapas y colores en los niveles de alerta que estarán representados por rojo, naranja, amarillo, verde, se podrá visualizar la información que en este caso es el estado de "alerta" del área que se escoja, ya sea a nivel de región donde se encuentra la camaronera(s), a nivel de camaronera(s) o a nivel de piscina(s) de la camaronera escogida.

Una vez mostrado el nivel de alerta se debe permitir también ver mediante un gráfico de líneas como fue cambiando en el tiempo el nivel de alerta.

3) El módulo de ingreso de datos.

Por medio del ingreso de datos con un formato y plantilla previamente establecido se subirá por medio de la página web la información que ayudará a mostrar los niveles de alerta. Mientras más información

histórica y actual se ingrese mayor será la fiabilidad del nivel de alerta mostrado.

3. Aplicación web

El sistema en general está enfocado en ayudar a prevenir al productor camaronero mediante una alerta de una posible epidemia en su camaronera, es entonces como el sistema se convierte en un sistema de vigilancia pasiva diseñado para detectar cambios en los niveles de producción de las granjas camaroneras en espacio y tiempo, usando para esto un índice de alerta denominado Índice de Producción y Manejo (IPM) (Sonnenholzner 2004) que estandariza la producción de las piscinas, independientemente de su manejo.

El sistema estará disponible mediante una página Web, en la cual podremos ingresar al sistema con un usuario y clave asignado.

Todas las características del sistema podrán ser usadas de igual forma ya sea a nivel de región (puede contener una o varias camaroneras), de camaronera (puede contener una o varias piscinas) y de piscina: pero puede variar su restricción a ciertos usuarios.

Para poder ver la información que se desee, se deberá escoger el mes y año.

En la página principal se mostrará un mapa con información a nivel de región mostrando la/las grillas (mapa dividido en cuadrículas) con su color asignado (rojo, amarillo, naranja, verde) dependiendo de la información previamente ingresada y calculada.

Tendremos la opción de ver una tabla con los promedios mensuales e históricos del IPM con sólo dar click en la región/camaronera/piscina que se desee consultar, en la misma ventana en la parte superior se podrá además visualizar un gráfico de líneas, la información que se mostrará será del año y mes escogido y sus 12 meses anteriores del Índice de Producción y Manejo.

A nivel de región no será necesario el ingreso de usuario y clave para tener habilitada estas opciones pero a nivel de camaronera o piscina, necesitamos haber ingresado al sistema.

Para poder ingresar información que retroalimente el sistema y permita hacer los cálculos necesarios para asignar color a la región/camaronera y piscina, se creará página que permita subir un archivo de Excel el cual contiene información de las piscinas y camaroneras del productor. Este archivo estará previamente definido y/o se podrá bajar desde la

misma página una plantilla que ayude al ingreso de dicha información.

Esta opción también estará restringida sólo a usuarios que hayan ingresado al sistema mediante usuario y clave.

El sistema opera bajo las siguientes limitantes:

- 1.-El sistema cubrirá el estuario interior del Golfo de Guayaquil (provincias del Guayas y de El Oro). La zona ha sido dividida en grillas imaginarias de igual tamaño (12 860 ha). El formato de las grillas corresponde a las cuadrículas cartográficas a escala 1:25000 de la Carta Nacional del Instituto Geográfico Militar del Ecuador (IGM).
- 2.- Los niveles de alerta mediante colores se mostrarán sólo si se ha ingresado información en dicho año y mes seleccionado.
- 3.- El sistema sólo estará disponible para aquellas personas que tengan internet en sus computadoras.

3.1 Herramientas de desarrollo

Una de las características más importantes del sistema es la de desplegar el mapa de la región mostrando la división de las grillas con los colores, este mapa es mostrado mediante la fusión de lenguaje Javascript, MapServer, java, junto con los componentes que ofrece S.O.F.I.A, además para la presentación se utilizó hojas de estilo CSS.

Para realizar el poblado de datos se utilizó el cargador shp2pgsql de PostGIS. Este cargador toma un archivo geográfico en formato ShapeFile y genera un archivo .sql con instrucciones para la inserción de los datos.

Tabla 1. Convertir archivo .sql

Convertir de .SHP a .SQL	
shp2pgsql -s 24877 lmtsPiscinas.shp	
lmtsPiscinas > lmtsPiscinas.sql	
24877	Sistema de referencia zona Ecuador
lmtsPiscinas.shp	Nombre del archivo Shapefile
lmtsPiscinas	Nombre de la tabla que será creada
lmtsPiscinas.sql	Redirección de salida archivo SQL

Se ha decidido para este proyecto usar la base de datos Postgresql con extensiones PostGis (módulo espacial) ya que cumple con las siguientes necesidades mínimas del proyecto en cuanto a motor de base de datos:

Seguridad de la información.- Almacenamiento de datos georeferenciales o espaciales

Alta disponibilidad- Capacidad de tratar grandes cantidades de datos con escalabilidad.

Alto rendimiento de las transacciones.-Estándares abiertos para el desarrollo de las aplicaciones

Administración sencilla.-Otro motivo muy importante es que su licencia de software es libre, haciéndolo un motor de base muy usado sobretodo en el ámbito académico (permite que esta herramienta tenga un continuo desarrollo) ya que da una solución en la parte de adquisición de licencia.

Además es base de datos usa el estándar SQL, permitiendo el almacenamiento y manipulación de datos espaciales mediante el lenguaje SQL en conjunto con el módulo espacial PostGis que permite implementar metadatos y funciones geométricas y topológicas para el tratamiento de datos espaciales con un alto performance, estos datos espaciales tienen como característica contener además de datos habituales como cualquier otra BD (texto, números, fechas, etc.) información relativa a la localización espacial de elementos geométricos que es en gran parte la información que se usará en este proyecto.

Para el manejo de la seguridad en cuanto a autenticación y autorización permite el uso de usuarios esquemas, privilegios, roles

3.2 Interfaz web

Todas las páginas mostrarán el siguiente esquema:

1. Encabezado
2. Menú Principal Superior
3. Área de Contenido Lateral
4. Área de Contenido principal
5. Pie de Pagina



Figura 1. Esquemas de la página web

El Diseño de interfaz inicio de sesión cuenta con dos campos de entrada principales, en uno se solicitan datos al usuario y su clave, cuenta también con un botón que hará el proceso de validación. También cuenta con dos enlaces o links, uno redirecciona a una

página sobre más información acerca del sistema y el otro para el registro del sistema.

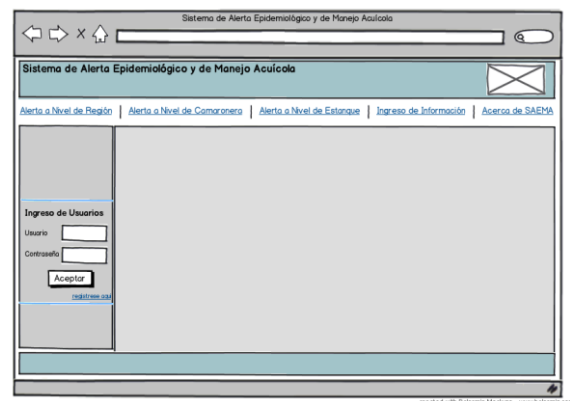


Figura 2. Esquema de inicio de sesión

El diseño de la consulta de mapas ya sea a nivel de región, de camaronera o a nivel de estanque tiene el mismo diseño:

- 1) En la parte superior muestra información sobre la página
- 2) A la izquierda muestra información de la camaronera/estanque y permite seleccionar la camaronera, mes y año que desea ver la imagen del mapa
- 3) Mapa generado dependiendo de lo seleccionado en el paso 2
- 4) Barra de herramientas para consultar información del mapa

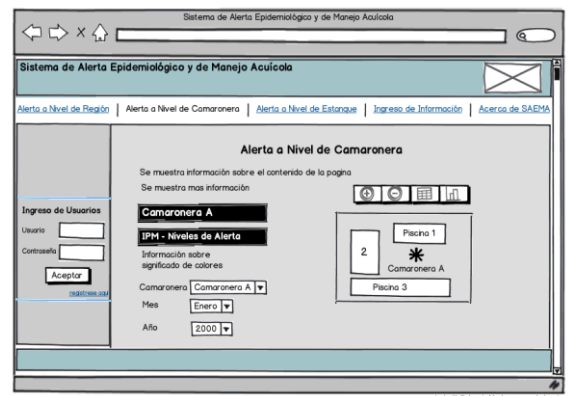


Figura 3. Esquema de muestra de información

4. Evaluación de la aplicación

Una vez terminada la implementación del sistema es muy importante y necesario realizar las pruebas de funcionalidad con los usuarios antes de ponerlo en producción ya que esto nos permitirá determinar: que el sistema funciona correctamente, que cumple con la funcionalidad debida y que el producto final es el esperado.

Para realizar las pruebas tomamos 12 casos que representan tareas específicas que cada usuario debería realizar y sobre las cuales se evaluaron los siguientes factores:

Tiempo necesario para completar la tarea:

Si se realizaron preguntas hechas para solucionar un error o duda (lo cual nos ayudará a saber que tan fácil es de comprender el sistema)

Si hubo errores de usuario

En el primer factor se debe de poner el tiempo que le tomo realizar la tarea, en la segundo y tercer factor es de respuesta Si/No, y adicionalmente se deja una opción para que el usuario pueda escribir algún comentario acerca de cambios en la interfaz u otros.

Se escogió a 3 personas para realizar las pruebas, este número de usuarios se determinó debió a que se afirma que los mejor resultados se obtienen de pruebas realizadas de tres a cinco usuarios controlando pequeñas y concisas pruebas. [Nielsen 1993] [3]

Antes de iniciar la prueba a cada usuario se le explicó de forma general el propósito del sistema y se dio una pequeña introducción de las pruebas que realizaría.

El ambiente de fue establecida bajo el siguiente equipo computacional:

- Portátil Gateway NV550
- Intel Pentium Processor P6100
- Memoria Ram de 3GB
- Disco Duro 320GB

Software:

- Windows 7

Como resultado de las pruebas realizadas, se puede determinar lo siguiente:

El sistema tiene un nivel de usabilidad (apariencia, familiaridad, Sensación del producto, Salidas y errores amigables) muy bueno ya que su interfaz es intuitiva, sencilla, fácil de entender y de usar para gente sin mucho entrenamiento ya que en ninguno de los casos de prueba hubo errores de usuario y pudieron completarlos en su totalidad.

El tiempo que toma realizar cada tarea es muy eficiente ya que se pueden realizar de manera rápida.

Se debería tomar en cuenta el comentario (cambiar el link de “Cerrar de sesión” de manera que sea más visible) realizado por un usuario 1 en el caso de prueba 1.

5. Conclusiones

El sistema proporciona ayuda visual para facilitar la interpretación de los resultados de manera rápida mediante los rangos de colores lo cual ayudará enormemente a los productores camaroneros en la toma de decisiones para mejorar y proteger su producción, lo cual nos permite evidenciar la importancia de implementar este sistema.

Mapserver el cuál es uno de los proyectos más conocido y actualmente el más difundido, siendo “open source” permitió crear el sistema web propuesto en este trabajo de tesis y cumlo con las expectativas del mismo. Es por esto que podemos evidencia en base a los resultados obtenidos que las herramientas de código abierto para sistemas de información geográfica funcionan muy bien y esta es una de las razones por las que el software libre ha dado grandes pasos en el mundo SIG.

La base de datos PostGis permitió el almacenamiento y gestión de la información alfanumérica, datos espaciales de manera muy eficiente permitiendo optimizar los tiempos de respuesta.

Podemos concluir que el sistema cumple con los requisitos funcionales y no funcionales presentados pero no se deja de lado la posibilidad de que se le agreguen más contenidos, como nuevos links en los menús que entreguen mayor información relacionada con datos estadísticos al usuario y la exportación de los datos consultado a formato .pdf y .xls.

6. Recomendaciones

El sistema proporciona ayuda visual para facilitar la interpretación de los resultados de manera rápida mediante los rangos de colores lo cual ayudará enormemente a los productores camaroneros.

Finalmente, nos podemos dar cuenta el auge que tiene el desarrollo de sistemas de información geográfica, por lo que se espera que este sea un pequeño aporte para que sigan desarrollando más sistemas similares usando tecnologías “open source”.

Revisar que el sistema cumpla con las mejores prácticas para desarrollo web seguro.

Ampliar los requisitos del sistema como la exportación de la información consultada (tablas y gráficos) a diversos formatos como .pdf, .xls

Mejorar la interfaz del sistema para que cumpla con todos los estándares de GUI.

Tratar de incentivar lo integración al sistema de más productores para con esto crear un base de información histórica mucho más grande lo cual ayudará mucho a la precisión de la información mostrada.

Revisión de la compatibilidad con otros todos los exploradores.

7. Referencias

- [1] Bonny Bayot, PH.D., Boletín informativo No. 138. Disponible en:
<http://www.cenaim.espol.edu.ec/publicaciones/quincenal/bquinc120.pdf>
- [2] Un estudio inicial de requerimientos no funcionales a través del caso de uso, JIDIS, Jornadas de Investigación de Ingeniería de Software. Disponible en formato PDF en:
<http://www.jidis.frc.utn.edu.ar/papers/141242db4850df4caa8b371faf07.pdf>
- [3] Why You Only Need to Test with 5 Users. March 19, 2000. useit.com: Jakob Nielsen's Website. Disponible en:
<http://www.eyetracking.cl/tag/test-de-usabilidad/>