

**ORIENTED OBJECT PARADIGM APPLICATION TO THE PROCESS OF  
BUILDING AN INFORMATION SYSTEM FOR THE RESEARCH PROJECT:  
PRELIMINARY INVENTORY OF THE NATIVE MICOALGAS IN THE EL  
SALADO LAKE AT THE MUNICIPALITY OF CHITAGÁ**

**APLICACIÓN DEL PARADIGMA DE ORIENTACIÓN A OBJETOS EN EL  
PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA  
EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: INVENTARIO PRELIMINAR DE LAS  
MICROALGAS NATIVAS DE LA LAGUNA EL SALADO EN EL MUNICIPIO  
DE CHITAGA**

**MSc. Mauricio Rojas Contreras\*, MSc. Alba Lucia Roa Parra\*\*  
Mayra Martinez Ospino\***

\***Universidad de Pamplona.** Grupo de Investigación en Ciencias Computacionales.

\*\***Universidad de Pamplona.** Grupo de Investigación en recursos naturales.

Ciudadela Universitaria. Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

Tel.: +(57) (7) 568 5303 Ext. 164, Fax: +(57) (7) 568 5303 Ext. 156.

E-mail: {mrojas, albalurp, malejandra}@unipamplona.edu.co

**Abstract:** Research projects handled information regarding variables that allow through sampling, experimental design and monitoring in the laboratory to make inferences regarding the objects of study. In the vast majority of cases the computational tools commonly used do not allow a proper information management needs of the research projects, resulting in increased processing times of information redundancy and lack of integrity in data. To solve this problem we used a methodology of its own object-oriented software engineering for the construction of an information system for the research project that would promote the reuse and integration and development features.

**Keywords:** Information System, Software engineering, object orientation, reuse integration.

**Resumen:** Los proyectos de investigación manipulan información relacionada con variables que permiten a través de la toma de muestras, el diseño experimental y el seguimiento en el laboratorio hacer inferencias relacionadas con los objetos de estudio. En la gran mayoría de ocasiones las herramientas computacionales de uso común no permiten hacer una gestión de la información adecuada a las necesidades de los proyectos de investigación, lo cual genera el aumento en los tiempos de procesamiento de la información, redundancia y falta de integridad en los datos. Como solución a este problema se utilizó una metodología orientada a objetos propia de la ingeniería del software para la construcción de un sistema de información para el proyecto de investigación que fomentara la reutilización y la integración como características de desarrollo.

**Palabras clave:** Sistema de información, ingeniería del software, orientación a objetos, reutilización, integración.

## 1. INTRODUCCIÓN

El contexto de este trabajo está fundamentado en el proyecto dirigido a la caracterización y aislamiento de microalgas nativas en la laguna El Salado (Ecosistema de alta montaña) del municipio de Chitagá. Basados en que Colombia posee una gran riqueza natural, pero son escasos los estudios enfocados en la constitución de bancos de cepas nativas de microalgas surge este proyecto. El cual inicialmente establece un protocolo para realizar seis tomas de muestras durante un año y en dos épocas del mismo (época de lluvia y época seca). Posteriormente se llevó a cabo una caracterización fisicoquímica de los cuerpos hídricos para determinar las condiciones ambientales de éstos, para ello fue necesario hacer un análisis de todas las variables obtenidas durante la toma de las muestras tales como la cantidad de concentración de cada especie para determinar como estas influyen en su entorno. Luego se cultivó el material biológico para caracterizarlo morfológicamente, y aislar microalgas, con miras a iniciar la construcción de un cepario de microalgas autóctonas, que apoye los programas académicos, proyectos de investigación que desarrollen el potencial biotecnológico. Como se puede inferir de la anterior descripción metodológica, la gestión de la información se convierte en un factor crítico de éxito para el proyecto, razón por la cual se analizaron alternativas de solución con requerimientos tales como acceso rápido y sencillo a la información, manejo de estadísticas, facilidad para reutilizar e integrar componentes. De acuerdo a los requerimientos generales se tomo la decisión de desarrollar un sistema de información para el proyecto de investigación basado en una metodología orientada a objetos.

En forma general se describen las etapas y artefactos propios de la metodología, en forma específica se detallan las fases de obtención de requerimientos, análisis, diseño del sistema y diseño de objetos, implementación, pruebas e implantación del sistema.

El artículo está organizado de la siguiente manera: En la sección 2, se presenta la fundamentación teórica para la construcción de un sistema de información; en la sección 3 se aplican las fases de la metodología al proceso de construcción del sistema; en la sección 4 se expresan los reconocimientos; finalmente, en la sección 5, se presentan las conclusiones del trabajo.

## 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA INVENTARIO PRELIMINAR DE MICROALGAS

Los sistemas de información básicamente surgen de la necesidad de organizar datos, es por esto que cumplen con las funciones de obtener, procesar, almacenar y distribuir información requerida por personas u organizaciones para tomar decisiones, como fuentes de consulta para proyectos o simplemente para llevar un mayor control interno. La gran mayoría de sistemas de información están basados en aplicaciones informáticas que van de la mano con bases de datos que se integran a un soporte informático.

A continuación se describen los fundamentos teóricos que soportan la construcción del sistema de información.

### 2.1 Modelamiento del negocio

El modelamiento del negocio tiene como propósito entender la estructura de la organización para la cual se desea desarrollar un producto software, buscando principalmente que se hable un mismo idioma entre los desarrolladores y el cliente permitiendo así que la fase de obtención de requerimientos sea mas clara para ambos lados, esto evita inconsistencias en el sistema por una mala interpretación de los requerimientos producto del desconocimiento del analista sobre el medio en que se utilizará el sistema.

### 2.2 Proceso de ingeniería del software

“Antes de construir un software, por medio de la ingeniería se debe entender el “sistema” en que este reside. Para lograrlo es necesario determinar el objetivo general del sistema, identificar el papel del hardware, software, las personas, bases de datos, procedimientos y otros elementos del sistema. Se deben identificar, analizar, especificar modelar, validar y gestionar los requisitos operacionales. Un ingeniero de sistemas trabaja para entender los requisitos de un sistema a trabajar con el cliente, usuarios futuros y otros interesados” [1].

### 2.3 Proceso ingeniería de requerimientos

Para abordar el tema referente a la ingeniería de requerimientos o de requisitos se hace importante como primera medida traer a la investigación definiciones claras sobre los elementos que hacen parte de su teoría, para esto se detalla brevemente los siguientes conceptos:

Requerimiento: como lo describe Velásquez en su libro ingeniería de software por objetos es “una característica que debe tener el sistema o una restricción que debe satisfacer para que sea aceptado por el cliente. Para obtener los requerimientos se comunican los desarrolladores, clientes y usuarios con el fin de determinar un nuevo sistema” [2].

Requisito: “es una capacidad que el sistema debe tener porque el cliente lo ha pedido explícita o implícitamente, de manera lógica, la determinación del conjunto de exigencias es el primer paso a dar en la construcción de una aplicación.” [2]

De acuerdo a los términos definidos con anterioridad, se puede entonces, afirmar que la ingeniería de requerimientos, comprende como fases: Obtener dichas necesidades (captura o adquisición), análisis, especificación o definición y validación de requerimientos.

#### 2.4 Fuentes para obtener requerimientos

Las fuentes para obtener los requerimientos on las siguientes:

- Manuales
- Archivos históricos
- Documentos técnicos
- Observación
- Cuestionarios
- Conceptos de clientes o usuarios
- Informes

En el proceso de desarrollo de un sistema, el equipo de desarrollo se enfrenta al problema de la identificación de requerimientos. La definición de las necesidades del sistema es un proceso complejo, pues en él hay que identificar los requisitos que el sistema debe cumplir para satisfacer las necesidades de los usuarios finales y de los clientes. Para realizar este proceso, no existe una única técnica estandarizada y estructurada que ofrezca un marco de desarrollo que garantice la calidad del resultado. Existe en cambio un conjunto de técnicas, cuyo uso proponen las diferentes metodologías para el desarrollo de aplicaciones. Se debe tener en cuenta que la selección de las técnicas y el éxito de los resultados que se obtengan, depende en gran medida tanto del equipo de análisis y desarrollo, como de los propios clientes o usuarios que en ella participen.

Para especificar los requerimientos que demanda un sistema de información se puede seguir diversas metodologías, como por ejemplo la explicada por

Lowe & Hall [6], al dividir en tres grandes actividades dicho proceso:

- Captura de requerimientos.
- Definición de requerimientos.
- Validación de requerimientos.

A continuación se presenta el proceso de ingeniería de requerimientos que incluye estas tres actividades. Para la representación se ha usado la notación de diagrama de actividades propuesta en UML :

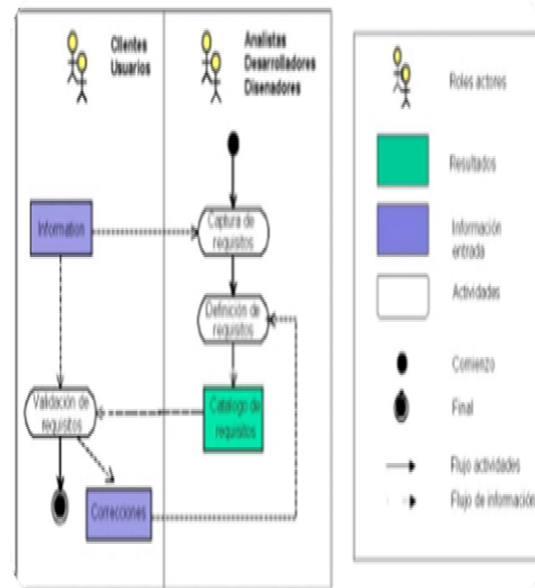


Fig. 1: Proceso de ingeniería de requerimientos.

Para llevar a cabo el anterior proceso de ingeniería de requisitos, se plantea la metodología de labor a seguir, en la que el grupo de técnicos toma la información suministrada por los usuarios y clientes.

Se debe recordar que con anterioridad se mencionaron algunas fuentes para la obtención de requerimientos, así que dicha información puede provenir de: documentos, aplicaciones existentes, entrevistas, métodos de observación, cuestionarios. Con base en la información reunida en esta primera fase, el equipo de desarrollo elabora el catálogo de requisitos. Finalmente con la validación de requisitos se realiza la valoración de los mismos, se debe comprobar si existen inconsistencias, errores o si faltan requisitos por definir. El proceso de definición-validación es iterativo y en algunos proyectos complejos resulta necesario ejecutarlo varias veces.

Existen algunas técnicas clásicas para realizar las actividades de captura, definición y validación de

requisitos. Estas técnicas pueden resultar más o menos apropiadas para la ingeniería de requisitos.

Resulta muy difícil establecer criterios para seleccionar técnicas apropiadas. Entre estos criterios pueden ser considerados la facilidad de aprendizaje y de uso, la estabilidad, el costo, la calidad y completitud de los resultados y el tiempo requerido para aplicar las técnicas.

## 2.5 Análisis de requerimientos

El análisis de requerimientos consta de tres actividades importantes. Vicenç Fernández [4] dice que estas actividades pueden enumerarse como:

- Identificar las necesidades del sistema.
- Priorizar y seleccionar las necesidades.
- Estructurar las necesidades del sistema.

Las dos primeras actividades son una para formalizar todo lo que se obtuvo previamente en la obtención de requerimientos.

Identificar las necesidades y luego priorizarlas lleva necesariamente a estructurar esas necesidades para hallar la respuesta a los requerimientos, las cuales se pueden estructurar de la siguiente forma:

- Control: Incluye las actividades de la administración del sistema, es decir, quien tiene acceso a los datos en el sistema.
- Datos: La información que manejará el sistema.
- Funciones: Las actividades que realiza cada elemento del sistema.
- Procesamiento Lógico: Se refiere al trabajo específico que involucra las actividades en relación con el procesamiento de información.

Como resultado de este análisis se obtiene una serie de productos o modelos que se convierten en la base fundamental al momento de diseñar el sistema es de vital importancia entender que estos modelos pueden estar sujetos a cambios a medida que se continúan con las siguientes fases del desarrollo [7].

### 2.5.1 Modelo funcional

Es un instrumento cuyo propósito es tomar en cuenta todos los factores esenciales para el sistema e ignora por completo los detalles superfluos.

### 2.5.2 Modelo de objetos de análisis

Representa la estructura del sistema visto como objetos, atributos, las asociaciones entre ellos y operaciones que pueden realizarse a partir de estos.

### 2.5.3 Modelo dinámico

Determina los procesos que dirigen el flujo de datos del sistema, además proporcionan un panorama de la ejecución de las funcionalidades del sistema.

## 2.6 Diseño del sistema

El diseño del sistema es definido por la IEEE como el proceso para definir la arquitectura, los componentes, las interfaces y otras características de un sistema. Visto como proceso, el diseño del software es la actividad del ciclo de vida en la cual se analizan los requisitos del software para producir una descripción de su estructura interna que servirá como base para su construcción.

## 2.7 Implementación y pruebas

Ian Sommerville [5] define la implementación como la etapa del desarrollo de software en la que se pasa de una especificación del sistema a un sistema ejecutable, implica transformar los modelos obtenidos en el análisis y el diseño en un sistema concreto, muchas veces esto podría requerir un refinamiento de las especificaciones del software.

Luego de tener el sistema se requiere verificar que el sistema cumple con las especificaciones dadas, las pruebas del software son un elemento crítico para garantizar la funcionalidad del software, podría verse como la revisión final de las especificaciones.

## 2.8 Implantación

Para el desarrollo de un sistema de información esta etapa es de vital importancia pues implica, más que la instalación del sistema y la alimentación de este.

## 3. DESARROLLO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA INVENTARIO PRELIMINAR DE MICROALGAS

### 3.1 Modelamiento del negocio

Para el desarrollo del sistema de inventario de microalgas es importante contextualizar el sistema. El sistema de información debe trabajar sobre la base de la existencia de poblaciones microalgales nativas en un ecosistema dulce-acuícola de alta montaña. De esta manera se iniciará la conformación de un cepario de micro algas que aportará información trascendental a entidades líderes en el estudio de la biodiversidad regional y

nacional, como también servirá de referencia para grupos de investigación nacional e internacional que realicen futuras investigaciones. La metodología desarrollada para el estudio de la población de microalgas comprende las siguientes etapas:

### 3.1.1 Ubicación de los sitios de muestreo

Inicialmente una visita exploratoria a la laguna El Salado, ubicada en el corregimiento Presidente del municipio de Chitagá, para determinar entre otros aspectos:

- Coordenadas de localización. La determinación de la altitud y latitud se realizó mediante un equipo de GPS.
- Dimensiones de la laguna. Para la determinación del perímetro de la laguna se utilizó el GPS. La profundidad será medida mediante el uso de una herramienta tradicional y sumergida en distintos puntos de la laguna; se obtendrán medias aritméticas utilizando los distintos datos obtenidos.
- Localización de las estaciones de referencia. Inicialmente se llevó a cabo un recorrido de la laguna y su entorno inmediato para realizar una descripción general de aspectos como: flora, geología, presencia de macrófitas, sitios de difícil acceso, entre otros. Después de obtener estas consideraciones y con el propósito de acceder a muestras representativas, se ubicaron quince estaciones de referencia para realizar la toma de muestras: Diez alrededor de la laguna y cinco al interior de la misma.

### 3.1.2 Toma de muestras

Definidas las estaciones de referencia se procedió a realizar cinco muestreos, en diferentes épocas del año.

### 3.1.3 Muestras para análisis fisicoquímicos

Para la caracterización físico-química de la laguna se tomaron desde una lancha seis muestras en las estaciones de referencia 1, 2, 3, 4 y 5, a una profundidad promedio de 4 metros. El agua recolectada será depositada en recipientes plásticos para realizar análisis de pH, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura, sólidos totales, alcalinidad, dureza, acidez, fosfatos, DBO (5 días), turbidez, nitritos, nitrógeno amoniacal, hierro, metales (cobre, plomo, zinc, potasio, manganeso, cromo). Utilizando el equipo multiparámetro modelo Milti 340i/set WTW se registraran in situ

los siguientes parámetros: pH, temperatura, oxígeno disuelto y conductividad.

### 3.1.4 Muestras para análisis bacteriológicos.

Para la caracterización bacteriológica de la laguna se monitorearon las estaciones de referencia 1, 2, 3, 4 y 5, durante el mismo tiempo utilizado para los análisis físico-químicos, utilizando el muestreador Van Dorn y a una profundidad de 4 metros. El agua recolectada será depositada en recipientes de vidrio esterilizados de un (1) litro y con adición de tiosulfato de sodio, para realizar análisis de Bacterias Coliformes Totales y Bacterias Coliformes fecales.

### 3.1.5 Muestras para análisis de microalgas

Para la caracterización de microalgas se tomaron muestras en las quince (15) estaciones de referencia seleccionadas.

- Estaciones de referencia de la 1 a la 5.

Inicialmente desde una lancha se introdujo el disco Sechi para determinar la profundidad a la cual penetra la luz en la columna de agua, y de esta forma definir la profundidad a la cual serán tomadas las muestras con el muestreador Van Dorn. Si el número de individuos es escaso, se procederá a realizar un arrastre utilizando una malla de fitoplancton. Esta malla se introdujo hasta la profundidad determinada y se realizó arrastre de material realizando un recorrido en círculo, con una circunferencia promedio de 15 metros, durante 15 minutos y a una velocidad promedio de 5,23 cm/seg. Posteriormente la muestra atrapada en las paredes de la malla será liberada mediante un lavado en contracorriente. La muestra se recolectó en dos (2) recipientes de plástico: uno transparente de un (1) litro de volumen sin fijador y llenado hasta dos cuartos del contenido total; y otro ámbar de 250 ml con 1 ml de fijador lugol/formol y llenado hasta dos tercios del volumen total.

- Estaciones de referencia de la 6 a la 15.

Estas muestras fueron tomadas en las orillas de la laguna, a una profundidad no mayor de 20 cm, mediante la inmersión del recipiente respectivo y llenado hasta los volúmenes mencionados, utilizando recipientes similares a los de las estaciones de referencia de la 1 a la 5.

### 3.1.6 Análisis físico-químicos y bacteriológicos

Los métodos para la realización de los análisis físico-químicos y bacteriológicos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Métodos para los análisis físico-químicos y bacteriológicos

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO
DBO (5 DIAS)	mg/L	Modificación de Azida Sódica
pH	Unidad de pH	Electrométrico
TEMPERATURA	°C	Electrométrico
OXIGENO DISUELTTO	O <sub>2</sub>	Electrométrico
CONDUCTIVIDAD	μS	Electrométrico
DQO	mg/L	Colorimétrico
TURBIDEZ	NTU	Nefelométrico
SOLIDOS TOTALES	mg/l	Gravimétrico
NITRITOS	mg/l NO <sub>2</sub>	Colorimétrico
FOSFATOS	mg/lPO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Colorimétrico
HIERRO	mg/l	Colorimétrico
ALCALINIDAD	mg/l CaCO <sub>3</sub>	Titulométrico
ACIDEZ	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Titulométrico
NITROGENO AMONIACAL		Colorimétrico
DUREZA	mg/l CaCO <sub>3</sub>	Titulométrico
COBRE	mg/l	Absorción Atómica
PLOMO	mg/l	Absorción Atómica
ZINC	mg/l	Absorción Atómica
POTASIO	mg/l	Absorción Atómica
MANGANESO	mg/l	Absorción Atómica
CROMO	mg/l	Absorción Atómica
BACTERIAS COLIFORMES TOTALES	¿??	NMP (Número mas probable)
BACTERIAS COLIFORMES FECALES	¿??	NMP (Número mas probable)

### 3.2 Obtención y Análisis de requerimientos

#### 3.2.1 Identificar Priorizar y seleccionar las necesidades del sistema.

Para el sistema de información se planteó a partir de las distintas reuniones y luego del modelamiento del negocio.

Luego de analizar todos los planteamientos del proyecto, los propósitos y objetivos de este se formalizan los aspectos relevantes para el sistema, de la siguiente manera:

Requerimientos Funcionales: Basado en la documentación del proyecto y en los objetivos definidos para este se define las siguientes funcionalidades:

- Gestionar Datos Para Conteo de microalgas
- Gestionar Datos Para Análisis físico-químico
- Gestionar Datos de caracterización de Microalgas

- Organizar Análisis estadístico Conteo de microalgas.
- Organizar estadísticas Análisis físico-químico.
- Administración Formatos para hojas de campo

Requerimientos no funcionales: el sistema debe estar realizado de tal forma que se pueda tener acceso en la web pues el propósito de este es que proporcione información al público del estudio de la caracterización de las microalgas encontradas.

Seudorequerimientos: El sistema se desarrollo bajo una plataforma JAVA. El sistema esta soportado por el servidor web Apache Tomcat. La base de datos es generada en PostgreSQL. El desarrollo web y las interfaces del sistema son desarrollados en JSP, JAVASCRIPT, CSS y HTML. Para las estadísticas se usó las librerías FusionCharts, además de JQuery para mejorar entorno grafico.

#### 3.2.2 Estructurar las necesidades del sistema

Al estructurar las necesidades del sistema se generan algunos modelos que constituyen el esqueleto del sistema. Para el sistema se generaron casos de uso con funcionalidades para cada uno de los roles de la siguiente manera:

Administrador: Encargado de registrar la información en el sistema.

Usuario estándar: Quien recibirá acceso a la información sin poder editarla además podrá consultar las graficas generadas y consultar los atlas de microalgas y verificar la caracterización de las microalgas encontradas en la laguna.

Como resultado del análisis de los requerimientos se obtiene el siguiente modelo general de los casos de uso.

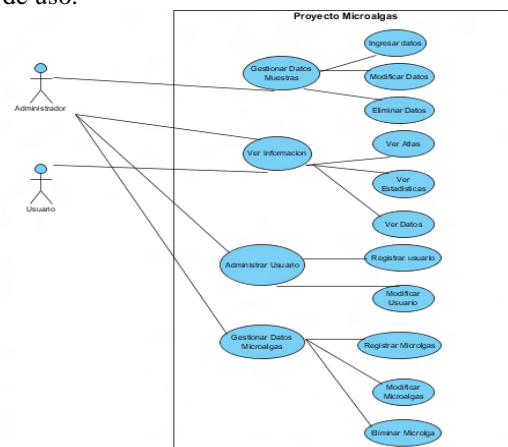


Fig. 2. Modelo de Caso de uso

Para gestionar la información persistente del sistema se diseñó el siguiente modelo de datos. Ver figura 3.

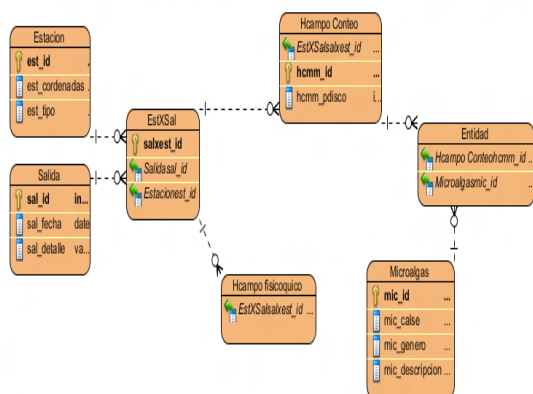


Fig. 3. Modelo de Datos

En cuanto al modelo de datos se debe tener en cuenta la relación entre las estaciones de toma de muestra y las salidas de campo, además el modelo debe permitir relacionar todas las variables para generar las graficas estadísticas que se analizaron luego para lograr la caracterización fisicoquímica de los cuerpos de aguas lenticas de la laguna El Salado, y la identificación morfológica de las microalgas observadas predominantemente por tanto el modelo de datos debe tener estos tópicos como eje central.

### 3.3 Diseño de Sistema

El diseño del sistema se hace siguiendo los lineamientos que se lograron establecer en el momento de estructurar las necesidades.

Para este diseño se eligió usar una arquitectura MVC (Modelo Vista Controlador) de acuerdo a las necesidades del sistema.

El Modelo representa los datos del programa. Maneja y controla todas las operaciones que se realizan además sirve como puente entre la interfaz y la base de datos.

El Controlador permite procesar los eventos ocurridos en las vista provocados por el usuario, este tiene interacción directa con el modelo a través de una referencia al propio modelo.

La Vista es la presentación visual de los datos, con esta interactúa el usuario con el sistema. La vista se desarrollo a través del uso de las hojas de estilos CSS las librerías de JQuery que permite crear una interfaz amable, pues el propósito del sistema es ser didáctico se debe prestar atención a los detalles visuales.

## 3.4 Implementación y pruebas

### 3.4.1 Implementación

El sistema se implemento usando JavaServer Pages (JSP) una tecnología Java que permite generar contenido dinámico para web. El lenguaje JSP permite la integración de otros lenguajes como XML usando librerías propias de JSP como org.jdom2 que permiten crear documentos XML los cuales son luego interpretados para generar las animaciones y gráficos todo esto usando como intermediario FusionCharts que integra JavaScript (HTML5) y Flash para obtener gráficos dinámicos y visualmente atractivos.

### 3.4.2 Pruebas

Las pruebas se llevaron a cabo bajo un plan estratégico de pruebas que logro analizar los distintos casos que posiblemente se den en el entorno de aplicación del sistema, Verificar las funcionalidades del sistema asegura que este listo para su implantación, todo esto bajo estricto orden pues pasar algo por alto en esta fase puede ocasionar perdidas de información al momento de la implantación del sistema.

## 4. RECONOCIMIENTO

Los autores expresan sus agradecimientos al grupo de investigación en ciencias computacionales CICOM y al grupo de investigación en recursos naturales de la Universidad de Pamplona.

## 5. CONCLUSIONES

El uso de metodologías orientadas a objetos en la construcción de sistemas de gestión de la información en proyectos de investigación permite fomentar el uso de características propias de la ingeniería de software como la reutilización y la integración en la solución de problemas relacionados con el tratamiento de la información.

El uso de herramientas, procesos y métodos de la ingeniería del software permite evidenciar el carácter interdisciplinario en proyectos de investigación donde la gestión de la información se convierte en factor crítico de éxito para alcanzar los indicadores de alcance, costos y tiempo.

El sistema de información para el inventario preliminar de las microalgas nativas de la laguna el salado (Chitagá) es una herramienta de apoyo a los procesos de investigación de poblaciones

microalgales y constituye un banco de datos para futuros proyectos en esta área.

La biodiversidad es la variedad en el interior del mundo viviente y puede expresarse según genes, especies, poblaciones, comunidades y ecosistemas. Las herramientas básicas para su comprensión son los inventarios detallados y ordenados, convirtiendo este sistema en una pieza fundamental para la planeación de cualquier tipo de desarrollo socioeconómico que implica apropiación de la oferta ambiental, la incorporación del uso y aprovechamiento sostenible de este patrimonio en los planes de desarrollo del país.

### REFERENCIAS

- [1]. Pressman, Roger. (2005). *Ingeniería del Software, Un enfoque práctico*. Sexta Edición. Ed. Mac Graw Hill. Pág. 155, 2005.
- [2]. Velasquez Restrepo, Luis Emilio. (2008). *Ingeniería de Software por Objetos. Tecnológico de Antioquia*. Colombia. Archivo de internet PDF. Pág. 21.
- [3]. Escalona, María José-Koch, Nora. (2002). *Ingeniería de Requisitos en Aplicaciones para la Web - Un Estudio Comparativo*. Departamento de lenguajes y sistemas informáticos; Escuela técnica superior de Ingeniería Informática. Universidad de Sevilla. Pág. 5.
- [4]. Fernández, Vicenc. (2006). *Desarrollo de sistemas de información: Una metodología basada en el modelado*, Pág. 36.
- [5]. Sommerville, Ian. (2005). *Ingeniería del software*, 7ma Edición, Pearson Educación, SA, Madrid.
- [6]. Lowe D. & Hall W. (1999). *Hypermedia & the Web: An engineering approach*. John Wiley & Sons.
- [7]. Bruegge, Bernd - Dutoit, Allen H. (2009). *Object-Oriented Software Engineering, 3rd Ed., 2009*.
- [8]. Campderrich Falgueras, Benet. (2009). *Ingeniería del software Ingeniería del software*. Benet Campderrich Falgueras II Editorial UOC.
- [9]. Weitzenfeld, Alfredo. (2007). *Ingeniería de Software Orientada a Objetos con UML, Java e Internet This One AAUO-Z5B-9PJS Ingeniería de Software Orientada a Objetos con UML, Java e*.
- [10]. Amo, Fernando Alonso; Martínez Normand, Loïc A. y Segovia Pérez, Francisco Javier. (2004). *Introducción a la ingeniería del software*, Delta publicaciones.
- [11]. Senn, James A. (1992). *Análisis y Diseño de Sistemas de Información*. Segunda Edición. McGraw Hill.
- [12]. Fowler, Martín. (1999). *UML Gota a Gota*. Primera edición. Addison Wesley Longman.
- [13]. Bagert, D. J., Hilburn, T. B., Hislop, G., Lutz, M., McCracken, M. y Mengel, S. (1999). *Guidelines for software engineering education version 1.0*. (Reporte técnico CMU/SEI-99-TR-032 ESC-TR-99-002). Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute.
- [14]. Caputo, K. (1998). *CMM Implementation guide: Choreographing software process improvement*. Reading, MA: Addison Wesley-Longman.
- [15]. Clark, B. K. (2000). *Quantifying the effects of process improvement on effort*. *IEEE Software*, 17 (6), 65-70.
- [16]. Collofello, J. S., Kantipudi y M., Kanko, M. A. (1994). *Assessing the software process maturity of software engineering courses*. En *Proceedings of the 25th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 16-20). Phoenix, AR: ACM Press.
- [17]. García Mireles, G. A. y Rodríguez Jacobo, J. (2000). *Manual de procedimientos para la elaboración del documentos de requerimientos en el desarrollo de software* (Informe técnico CICESE CTCCT2001, serie Electrónica y Telecomunicaciones). Ensenada, B. C.: CICESE.
- [18]. García Mireles, G. A. y Rodríguez Jacobo, J. (2000, junio). *Propuesta para mejorar la enseñanza de la ingeniería del software basada en proyectos*. Cartel presentado en el *Congreso de Educación Abierta y a Distancia* (CEAD 2000). Ensenada, B. C.: ANUIESUABC- CICESE.
- [19]. Upchurch, R. L. y Sims-Knight J. E. (1998). *In support of student process improvement*. En *Proceedings of the 11th Conference on Software Engineering Education and Training*. Atlanta: IEEE Computer Society Press.
- [20]. Warboys, B., Kawalek, P., Robertson, I. y Greenwood, M. (1999). *Business information systems: A process approach*. Londres: McGraw-Hill.