



# **ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

## **CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE**

PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA GEÓGRAFA Y DEL MEDIO AMBIENTE

DISEÑO DE UN MODELO DE EVALUACIÓN PARA LA  
COMPARACIÓN DEL SOFTWARE LIBRE GVSIG VS., SOFTWARE  
PROPIETARIO ARCGIS EMPLEANDO INDICADORES

REALIZADO POR:  
MÁRÍA ANGELICA VILCA CHASIGUASIN

Sangolquí – Ecuador

Julio 2011

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos por medio de la presente que la señorita María Angélica Vilca Chasiguasin ha realizado en su totalidad el proyecto de grado titulado “Diseño de un modelo de evaluación para la comparación del software libre gvSIG vs., software propietario ArcGIS empleando indicadores”, previo a la obtención del título de Ingeniera Geógrafa y del Medio Ambiente.

---

Ing. Pablo Pérez  
DIRECTOR

---

Ing. Oswaldo Padilla  
CODIRECTOR

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo elaborar una metodología para el diseño, análisis, desarrollo y evaluación del SIG libre gvSIG y SIG propietario ArcGIS, utilizando diferentes normas como son las ISO/IEC 9126-1 que define un modelo de calidad y las ISO/IEC 14598-5 que especifican las actividades para la evaluación, permitiendo de esta manera obtener el nivel de calidad de cada uno de estos software.

La evaluación consiste en utilizar indicadores que presenta la norma ISO/IEC 9126-1 con lo cual se plantea varias métricas de calidad externa y de uso que se considero apropiadas para poder cuantificar los diferentes aspectos tomados en cuenta, además se utilizó y elaboró listas de chequeo, matrices de evaluación cualitativas y cuantitativas para obtener una valoración global en porcentaje a nivel de indicadores y atributos.

El proceso de evaluación del software permite justificar técnicamente en que tecnología invertir acorde con las políticas del Estado, los indicadores y métricas seleccionadas van a depender de los objetivos y necesidades de los usuarios, lo cual proporcionara información importante para controlar recursos económicos.

## **SUMMARY**

The present project is aimed at preparing a methodology for the design, analysis, development and evaluation of free SIG and SIG owner Arc GIS employing different regulations, such as: ISO / IEC 9126-1 which defines a pattern of quality and ISO / IEC 14598-5 which specify the activities for the evaluation allowing me to obtain the corresponding level of quality of each one of the software.

The evaluation consists of using metric indicators that present the regulation norm ISO / ICE 9126-1 which pose several metrics measurements of external quality considered appropriate to be able to quantify important aspects. Moreover, some checking lists were made and used, as well as, qualitative and quantitative evaluation matrixes to get a global valoration in percentage to a level of indicators and attributes.

The evaluation process of the software allows us to justify technically on which technology it will be convenient to invest in accordance to the state policy, the indicators and the metrics which will also depend on the objectives and needs of the users providing, at the same time, relevant information to control economic resources.

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de tesis a Dios porque ha estado conmigo en todo pasó que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, además de darme la conformidad de tener a mis padres con vida, solo él sabe lo importante que son ellos para mí.

A mis queridos padres con mucho amor y cariño les dedico todo mi esfuerzo y trabajo para la realización de esta tesis, quienes han sido mi apoyo en todo momento.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco en primer lugar a mi familia, en especial a mis padres que día a día me dan animo de seguir adelante y es debido a ellos que debo el éxito de mis estudios. Gracias por su paciencia y por su apoyo moral y económico.

A mis hermanos Robert, Magali y Denise, para que siempre tengan en cuenta que todo lo que nos proponamos en la vida lo podemos lograr.

A mi director de tesis Ing. Pablo Pérez por compartir conmigo su tiempo, sus conocimientos y ayudarme a aclarar mis ideas, para conseguir mejores resultados en la investigación.

A mi codirector de tesis Ing. Oswaldo Padilla, por su tiempo sus consejos y su guía para colaborar en todo cuanto estuvo a su alcance.

Al Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos CLIRSEN, por brindarme la oportunidad de realizar mi tesis y ofrecerme las facilidades de disponer de la información sin la cual no se hubiera hecho posible elaborar y culminar satisfactoriamente.

A mis amig@s quienes durante mis años de estudio me han prestado su tiempo, apuntes, ayuda y han depositado su confianza en mí.

A todas las personas que han atendido mis consultas y aportaron con su experiencia.

## INDICE DE CONTENIDO

### **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 METAS.....	4

### **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

2.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	5
2.1.1 Definición de SIG.....	5
2.1.2 Componentes de un SIG.....	5
2.1.3 Representación de la Información en un SIG.....	8
2.2 EL SOFTWARE PROPIETARIO.....	9
2.2.1 ArcGIS Desktop.....	9
2.2.2 Servicios de ArcGIS.....	11
2.2.3 ArcGIS.....	12
2.2.3.1 ArcMap.....	12
2.2.3.2 ArcCatalog.....	13
2.2.3.3 ArcToolbox.....	13
2.2.4 Extensiones de ArcGIS Desktop.....	14
2.3 SOFTWARE LIBRE.....	16
2.3.1 gvSIG.....	17
2.3.2 Arquitectura de la aplicación de gvSIG.....	18
2.3.3 Extensiones de gvSIG.....	20
2.3.4 Open Geospatial Consortium (OGC).....	23
2.3.4.1 gvSIG como cliente de Infraestructura de Datos Espaciales.....	23
2.3.5 Tipos de Licencias de Software Libre.....	25
2.3.6 Marco Legal de Ecuador para el uso del Software Libre.....	27
2.3.6.1 Decreto 1014.....	27
2.4 REQUERIMIENTOS DE CALIDAD.....	30
2.4.1 Características de las métricas.....	31
2.4.1.1 Criterios para elegir las métricas.....	31

2.4.2	ISO/IEC 9126: Calidad del Producto Software.....	32
2.4.2.1	ISO/IEC 9126-1: Modelo de Calidad.....	32
2.4.2.2	ISO/IEC 9126-2 Métricas externas.....	34
2.4.2.3	ISO/IEC 9126-3 Métricas internas.....	42
2.4.2.4	ISO/IEC 9126-4 Métricas de calidad en uso.....	42
2.4.3	ISO/IEC 14598.....	44
2.4.3.1	ISO/IEC 14598-5 Proceso para evaluadores.....	45
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b>		
3.1	PROCESO DE EVALUACION DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE.....	47
3.1.1	Modelo del proceso de evaluación.....	48
3.1.2	Técnicas de evaluación del software.....	49
3.2	ESTABLECER REQUISITOS DE EVALUACIÓN PARA LA COMPARACIÓN DE SOFTWARE.....	51
3.2.1	Establecer requisitos de la evaluación.....	51
3.2.2	Especificar la evaluación.....	52
3.2.2.1	Criterios de aceptación y ponderación de los indicadores utilizando métricas de Calidad externa ISO/IEC 9126-2.....	53
3.2.2.2	Criterios de aceptación y ponderación de los indicadores utilizando métricas de Calidad en uso ISO/IEC 9126-2.....	57
3.2.3	Obtención de resultados de la evaluación.....	60
<b>CAPÍTULO IV: PROCESO DE MEDICIÓN Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS DE LAS METRICAS DE CALIDAD DEL SOFTWARE</b>		
4.1	INFORMACION GEOGRAFICA UTILIZADA Y USO EN EL ANALISIS DEL PROYECTO.....	62
4.2	LISTA DE CHEQUEO DE LA NORMA ISO 9126-1.....	68
4.3	APLICACIÓN DE LOS INDICADORES UTILIZANDO MÉTRICAS DE CALIDAD EXTERNA ISO/IEC 9126-2.....	69
4.3.1	Funcionalidad.....	69
4.3.1.1	Adecuación.....	69
4.3.2	Fiabilidad.....	92
4.3.2.1	Capacidad de Recuperación.....	92
4.3.3	Usabilidad.....	95
4.3.3.1	Capacidad para ser entendido.....	95

4.3.3.2	Capacidad para ser aprendido.....	99
4.3.3.3	Capacidad de atracción.....	115
4.3.4	Eficiencia.....	121
4.3.4.1	Comportamiento temporal.....	121
4.3.5	Portabilidad.....	126
4.3.5.1	Instalabilidad.....	126
4.4	APLICACIÓN DE LOS INDICADORES UTILIZANDO MÉTRICAS DE CALIDAD EN USO ISO/IEC 9126-4.....	128
4.4.1	Efectividad.....	128
4.4.1.1	Eficacia en la tarea de lectura de datos de diferentes formatos..	128
4.4.1.2	Eficacia en la tarea de escritura o exportación de datos a diferentes formatos.....	132
4.4.2	Productividad.....	136
4.4.2.1	Productividad económica (costo financiero de adquisición del software).....	136
4.4.3	Seguridad física.....	140
4.4.3.1	Daños del software (Licencias).....	140
4.5	COMPARACIÓN DE RESULTADOS.....	142
4.5.1	Análisis de Resultados del Modelo de Calidad del Software.....	142
4.6	PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS APLICABLES AL SOFTWARE DE MEJOR CALIFICACIÓN.....	145
4.7	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS REQUERIMIENTOS DEL HARDWARE Y USUARIOS PARA LA UTILIZACIÓN DE LOS SOFTWARE.....	158
4.8	CARACTERÍSTICAS DEL SIG LIBRE GVSIG Y SIG COMERCIAL ARCGIS.....	160
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		
5.1	CONCLUSIONES.....	164
5.2	RECOMENDACIONES.....	168
BIBLIOGRAFÍA.....		170
GLOSARIO.....		173
ANEXOS.....		177
MAPAS.....		230

## INDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Tabla. 2.1. Descripción de las métricas del indicador de Funcionalidad.....	36
Tabla. 2.2. Descripción de las métricas del indicador de Fiabilidad.....	37
Tabla. 2.3. Descripción de las métricas del indicador de Usabilidad.....	38
Tabla. 2.4. Descripción de las métricas del indicador de Eficiencia.....	39
Tabla. 2.5. Descripción de las métricas del indicador de Capacidad de Mantenimiento.....	40
Tabla. 2.6. Descripción de las métricas del indicador de Portabilidad.....	41
Tabla. 2.7. Descripción de las métricas de las métricas de calidad en uso...	43

### CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

Tabla. 3.1. Métrica de completa implementación funcional.....	53
Tabla. 3.2. Métrica Tiempo medio de Recuperación.....	54
Tabla. 3.3. Métrica Demostración de acceso.....	54
Tabla. 3.4. Métrica Facilidad de aprender las funciones o fácil función de aprendizaje.....	55
Tabla. 3.5. Métrica Interacción atractiva.....	55
Tabla. 3.6. Métrica Tiempo de respuesta.....	56
Tabla. 3.7. Métrica Esfuerzo o facilidad en la instalación.....	56
Tabla. 3.8. Métrica de Eficacia en la tarea de lectura de datos de diferentes formatos.....	57
Tabla. 3.9. Métrica de Eficacia en la tarea de escritura o exportación de datos a diferentes formatos.....	58
Tabla. 3.10. Métrica Productividad económica (costo financiero de adquisición del software).....	58
Tabla. 3.11. Métrica daños del software (Licencias).....	59
Tabla. 3.12. Matriz de evaluación de resultados.....	60
Tabla. 3.13. Nivel obtenido para valore $0 \leq X \leq 1$ , valor cercano a 1.0.....	61

### CAPÍTULO IV: PROCESO DE MEDICIÓN Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS DE LAS METRICAS DE CALIDAD DEL SOFTWARE

Tabla. 4.1. Información geográfica y uso en el análisis del proyecto.....	63
Tabla. 4.2. Tabla de símbolo y significado.....	68
Tabla. 4.3. Iconos Representativos de los paquetes.....	68

Tabla. 4.4. Lista de Chequeo de herramientas para Simbología y Leyenda...	69
Tabla. 4.5. Lista de chequeo de herramientas para Edición.....	71
Tabla. 4.6. Lista de chequeo de herramientas para modificación de Tablas...	73
Tabla. 4.7. Lista de chequeo de herramientas para Visualización y selección.	75
Tabla. 4.8. Lista de chequeo de herramientas para elaboración de Mapas....	79
Tabla. 4.9. Lista de chequeo de herramientas para Análisis Raster.....	81
Tabla. 4.10. Lista de chequeo de Herramientas 3D.....	83
Tabla. 4.11. Lista de chequeo de Herramientas Sextante y ArcToolbox.....	84
Tabla. 4.12. Lista de chequeo de Herramientas para Geoprocesamiento.....	85
Tabla. 4.13. Matriz de evaluación cualitativa de la métrica de Completa implementación funcional.....	86
Tabla. 4.14. Resultados obtenidos de la métrica de Completa implementación funcional.....	90
Tabla. 4.15. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica de Completa implementación funcional.....	91
Tabla. 4.16. Matriz de evaluación cualitativa de la métrica Tiempo medio de recuperación.....	93
Tabla. 4.17. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica de Tiempo de recuperación.....	94
Tabla. 4.18. Lista de chequeo de disponibilidad acceso y procedencia de la documentación.....	95
Tabla. 4.19. Tutoriales disponible en el programa para la evaluación de la métrica de demostración de acceso.....	96
Tabla. 4.20. Matriz de evaluación cualitativa de la métrica de demostración de acceso.....	97
Tabla. 4.21. Resultados obtenidos de la métrica de demostración de acceso.	97
Tabla. 4.22. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica de demostración de acceso.....	98
Tabla. 4.23. Ejercicio: Mapa de Riesgo de incendios Forestales en Torrelaguna.....	100
Tabla. 4.24. Matriz de evaluación cualitativa de la métrica de facilidad de aprender las funciones.....	113

Tabla. 4.25. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica de facilidad de aprender las funciones.....	114
Tabla. 4.26. Lista de chequeo de especificaciones básicas del software.....	115
Tabla. 4.27. Lista de chequeo de varios aspectos.....	116
Tabla. 4.28. Matriz de evaluación cualitativa de la métrica de Interacción atractiva.....	117
Tabla. 4.29. Resultados obtenidos de la métrica de Interacción atractiva.....	118
Tabla. 4.30. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica de interacción atractiva.....	119
Tabla. 4.31. Tiempo de procesamiento de información.....	121
Tabla. 4.32. Matriz de evaluación cualitativa de la métrica de Tiempo de respuesta.....	123
Tabla. 4.33. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica de Tiempo de respuesta.....	124
Tabla. 4.34. Mapas temáticos elaborados en gvSIG y ArcGIS.....	125
Tabla. 4.35. Lista de chequeo de plataformas y requisitos de instalación.....	126
Tabla. 4.36. Matriz de evaluación cualitativa de la métrica de esfuerzo o facilidad de instalación.....	127
Tabla. 4.37. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica de esfuerzo o facilidad de instalación.....	127
Tabla. 4.38. Lista de chequeo de formatos de Lectura y servicios OGC.....	128
Tabla. 4.39. Matriz de evaluación cualitativa de la métrica de Eficacia en la tarea de lectura de datos de diferentes formatos.....	129
Tabla. 4.40. Resultados obtenidos de la métrica de Eficacia en la tarea de lectura de datos de diferentes formatos.....	130
Tabla. 4.41. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica de Eficacia en la tarea de lectura de datos de diferentes formatos.....	130
Tabla. 4.42. Lista de chequeo de formatos de Escritura o Exportación.....	132
Tabla. 4.43. Resultados de exportación de datos.....	133
Tabla. 4.44. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica de Eficacia en la tarea de escritura o exportación de datos a diferentes formatos.....	134
Tabla. 4.45. Resultados obtenidos de la métrica de Eficacia en la tarea de escritura o exportación de datos a diferentes formatos.....	134

Tabla. 4.46. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica de Eficacia en la tarea de escritura o exportación de datos a diferentes formatos.....	135
Tabla. 4.47. Factibilidad económica.....	136
Tabla. 4.48. Matriz de evaluación cualitativa de la Métrica Productividad económica (costo financiero de adquisición del software).....	138
Tabla. 4.49. Matriz de evaluación cuantitativa de la Métrica Productividad económica.....	139
Tabla. 4.50. Tipo de licencia.....	140
Tabla. 4.51. Matriz de evaluación cualitativa de la métrica Daños del software (Licencias).....	140
Tabla. 4.52. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica Daños del software (Licencias).....	141
Tabla. 4.53. Valoración global de las métricas de calidad.....	143
Tabla. 4.54. Especificaciones técnicas de herramientas para Simbología y Leyenda.....	145
Tabla. 4.55. Especificaciones técnicas para herramientas de Edición.....	147
Tabla. 4.56. Especificaciones técnicas de herramientas para modificación de Tablas.....	149
Tabla. 4.57. Especificaciones técnicas de herramientas para Visualización y selección.....	150
Tabla. 4.58. Especificaciones técnicas de herramientas para elaboración de Mapas.....	153
Tabla. 4.59. Especificaciones técnicas de herramientas para Análisis Raster.....	154
Tabla. 4.60. Especificaciones técnicas de Herramientas 3D.....	156
Tabla. 4.61. Especificaciones técnicas de Herramientas Sextante y ArcToolbox.....	157
Tabla. 4.62. Especificaciones técnicas de Herramientas de Geoprocesamiento.....	157
Tabla. 4.63. Requerimientos del Hardware.....	158
Tabla. 4.64. Usuarios del Software.....	159
Tabla. 4.65. Descripción de las características del SIG libre gvSIG y SIG comercial ArcGIS.....	160

## INDICE DE FIGURAS

### **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

Figura. 2.1. Componentes de un SIG.....	5
Figura. 2.2. Modelos de representación de la información en un SIG.....	8
Figura. 2.3. Módulos ArcView, ArcEditor y ArcInfo.....	10
Figura. 2.4. ArcGIS Server.....	11
Figura. 2.5. Interfaz de ArcMap.....	12
Figura. 2.6. Interfaz de ArcCatalog.....	13
Figura. 2.7. Interfaz de ArcToolbox.....	13
Figura. 2.8. Arquitectura de la aplicación gvSIG.....	19
Figura. 2.9. Icono Sextante.....	21
Figura. 2.10. Calidad del Producto Software.....	32
Figura. 2.11. Modelo de calidad interna y externa.....	33
Figura. 2.12. Modelo de calidad en uso.....	34
Figura. 2.13. Proceso para evaluar el Software.....	44

### **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

Figura. 3.1. Esquema del modelo propuesto a nivel de indicadores y atributo	52
Figura. 3.2. Escala de valores para procesos de evaluación.....	59

### **CAPÍTULO IV: PROCESO DE MEDICIÓN Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS DE LAS METRICAS DE CALIDAD DEL SOFTWARE**

Figura. 4.1. Propiedades del Sistema.....	62
Figura. 4.2. Resultados del nivel de calidad de la métrica de completa implementación funcional.....	92
Figura. 4.3. Tiempo de recuperación del sistema gvSIG y ArcGIS.....	92
Figura. 4.4. Fallo del programa gvSIG al guardar un proyecto.....	93
Figura. 4.5. Resultados del nivel de calidad de la métrica de Tiempo medio de recuperación.....	95
Figura. 4.6. Resultados del nivel de calidad de la métrica de demostración de acceso.....	99
Figura. 4.7. Modelo Cartográfico cronograma general de la práctica.....	100
Figura. 4.8. Modelo Cartográfico del Factor Inflamabilidad.....	100
Figura. 4.9. Modelo Cartográfico de corredores entorno a vías de comunicación.....	101

Figura. 4.10. Modelo Cartográfico de corredores entorno a zonas recreativas.....	102
Figura. 4.11. Modelo Cartográfico de reclasificación de la cobertura de usos del suelo.....	102
Figura. 4.12. Modelo Cartográfico de obtención de las zonas de interfaz urbano-forestal y cultivos-forestal.....	104
Figura. 4.13. Modelo Cartográfico de Integración de factores asociados a la actividad humana.....	107
Figura. 4.14. Modelo Cartográfico del Riesgo derivado del modelo de combustible.....	108
Figura. 4.15. Modelo Cartográfico del Riesgo derivado de la pendiente.....	109
Figura. 4.16. Modelo Cartográfico de Estimación del Riesgo de Ignición.....	110
Figura. 4.17. Modelo Cartográfico de Estimación del Riesgo de Propagación.....	111
Figura. 4.18. Modelo Cartográfico del Cálculo del Riesgo integrado de incendio.....	112
Figura. 4.19. Modelo Cartográfico de Riesgo en Zonas forestales de Torrelaguna.....	113
Figura. 4.20. Resultados del nivel de calidad de la métrica de facilidad de aprender las funciones.....	115
Figura. 4.21. Resultados del nivel de calidad de la métrica de Interacción atractiva.....	120
Figura. 4.22. Resultados del nivel de calidad de la métrica de Tiempo de respuesta.....	125
Figura. 4.23. Resultados del nivel de calidad de la métrica de Eficacia en la tarea de lectura de datos de diferentes formatos.....	131
Figura. 4.24. Resultados del nivel de calidad de la métrica de Eficacia en la tarea de escritura o exportación de datos a diferentes formatos.....	135
Figura. 4.25. Tabulación de resultados.....	144
Figura. 4.26. Nivel alcanzado de los paquetes informáticos.....	144

# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES

### 1.1 ANTECEDENTE

“En las últimas décadas los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han evolucionado rápidamente. Han pasado de ser unas herramientas muy específicas en manos de unos pocos expertos, a constituir uno de los fundamentos de cualquier análisis espacial riguroso”.<sup>1</sup>

El Laboratorio de Tecnologías de la Información Geográfica (LatinGEO) se establece debido a un Convenio de Colaboración firmado el 12 de Noviembre de 2004 entre el Instituto Geográfico Nacional y la Universidad Politécnica de Madrid, para potenciar la colaboración en Proyectos de Investigación Locales, Nacionales, Europeos e Internacionales así como desarrollos, prototipos, informes y otras acciones que se solicitan tanto de las Administraciones como de la Industria. Actualmente Ecuador se encuentra realizando investigaciones enmarcadas en diferentes proyectos del Centro Geográfico de la ESPE con el apoyo de LatinGEO.

“Desde 1969, Environmental Systems Research Institute (ESRI) ha proporcionado a los clientes el poder de pensar y planear geográficamente. Las aplicaciones de ESRI, corren en más de un millón de computadoras y en miles de servidores corporativos y Web, proporcionando la columna vertebral del mundo del mapeo y análisis espacial”.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> [http://www.csi.map.es/csi/tecniomap/tecniomap\\_2004/comunicaciones/tema\\_03/3\\_008.pdf](http://www.csi.map.es/csi/tecniomap/tecniomap_2004/comunicaciones/tema_03/3_008.pdf)

<sup>2</sup> <http://www.esri.com>

ArcGIS es un programa desarrollado por ESRI, que se utiliza para realizar análisis de información geográfica, este paquete SIG es el más utilizado y difundido en todo el mundo debido a sus avanzadas y capacidad en el análisis, consultas, visualización 2D y 3D de datos geográficos.

gvSIG es un proyecto que se origino a finales de 2002, por la Consejería de Infraestructuras y Transporte (CIT) de la Generalidad Valenciana, este software libre ha ido convirtiéndose en una herramienta de gestión geográfica en la que se encuentran herramientas para analizar, gestionar y trabajar con información geográfica tanto vectorial como raster. Este software se ha desarrollado, conforme a las nuevas demandas del mercado como son los estándares del Open Geospatial Consortium (OGC), la cual es una organización internacional cuyo fin es la creación y mantenimiento de estándares sobre temas geoespaciales y servicios basados en posicionamiento lo que facilita el intercambio de la información geográfica en beneficio de los usuarios.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

El proceso de evaluación de software libre gvSIG y propietario ArcGIS, es importante ya que ayudara conocer soluciones tecnológicas que podrán ser utilizadas en instituciones públicas y privadas, para el aprovechamiento de la capacidad de estos paquetes en diferentes procesos.

Debido a la necesidad de conocer los cambios tecnológicos que se presentan, se desea comparar las herramientas que presenta gvSIG y ArcGIS para lo cual se aplico la guía ISO 9126, que contiene una serie de indicadores con lo cual facilita poder realizar la evaluación.

La comparación de los software gvSIG vs. ArcGIS nos permitirá obtener evaluaciones sobre diferentes criterios como costos, ventajas, desventajas, rendimiento de los paquetes bajo condiciones establecidas, etc.

ArcGIS es un software propietario que tiene costo por su licencia en el que los usuarios tienen limitadas posibilidades de modificar el código fuente haciéndonos dependientes de un solo proveedor.

GvSIG es un software libre que no pone límites a la creatividad ni al ingenio del usuario debido a la disponibilidad del código fuente. Además se trata de un software que siempre resultará más económico que ArcGIS. Los usuarios de gvSIG pueden desarrollar sus propias herramientas en función de sus necesidades. Por este motivo la idea de los SIG de código abierto resulta tan necesaria.

Los Departamentos de Informática, Comunicaciones y Geomática del CLIRSEN, se encuentran inmersos en un proceso de evaluación e implantación de software libre para la ejecución de sus actividades cumpliendo con las políticas dispuestas por el Gobierno Central, para que las inversiones que realicen las instituciones del Estado en la compra de software propietario las cuales tienen altos costos deben ser justificadas técnicamente razón por lo cual es necesario demostrar que no existen herramientas open source que realicen las mismas aplicaciones en el análisis de los datos.

Las características de las herramientas que tienen cada uno de los paquetes se pueden diferenciar en la forma de procesar los datos, formatos de salida de los resultados, estabilidad del programa, costos, etc. Estos factores son importantes debido a que se puede establecer la calidad de un software en ahorro de costos y procesos.

Por lo cual se utilizará un grupo de proyectos o geoinformación para realizar consultas, crear vistas, análisis y procesamiento datos:

- ❖ Proyecto de Generación de geoinformación como base para la degradación de los recursos naturales y su impacto en el ambiente. Estudio de caso: cuenca Alta y Media del río Pastaza
- ❖ Proyecto del Sistema Catastral Rural Integral del Cantón Ambato
- ❖ Cartográfica, incluida en el DVD de instalación.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar un modelo de evaluación para la comparación del software libre gvSIG vs., software propietario ArcGIS empleando indicadores.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- ❖ Seleccionar un conjunto de información geográfica para evaluar, mediante manipulación, consultas y visualizaciones en los paquetes de ArcView y gvSIG en la plataforma de Windows XP.
- ❖ Evaluar mediante la norma ISO 9126-1 y diseñar el modelo de evaluación.
- ❖ Establecer los registros de comparación para evaluar y establecer la calificación.
- ❖ Determinar requerimientos del sistema y usuarios en la utilización de software ArcGIS vs. gvSIG en la plataforma de Windows XP.

## **1.4 METAS**

- ❖ Generar una tabla que indique la información geográfica utilizada y uso en el análisis del proyecto.
- ❖ Una lista de chequeo de los requisitos de la Norma ISO 9126-1 a ser aplicados.
- ❖ Un Manual de indicadores internos u externos con sus respectivos criterios de aceptación y ponderaciones a ser aplicado.
- ❖ Dos matrices o tablas de valoración de los indicadores cualitativa y cuantitativa que incluye aspectos como: capacidad raster, capacidad 3D, creación de mapas.
- ❖ Un pliego de especificaciones técnicas aplicables al software de mejor calificación.

## CAPÍTULO II

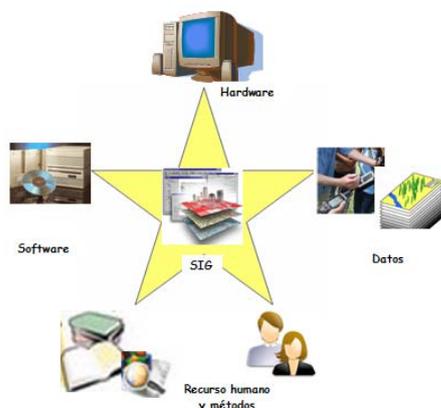
### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

##### 2.1.1 Definición de SIG

Es un sistema computarizado integrado con un hardware y software, que cuenta con herramientas de apoyo con potencial analítico y dinámico que trabaja con información de distinto tipo con lo cual permite asociar, crear relaciones espaciales, sobreponer información geográfica, facilitando el almacenamiento, actualización, evaluación, manipulación, análisis espacial, visualización y despliegue de datos que están espacialmente referenciados con el fin de ayudar a la toma de decisiones para resolver problemas en actividades de planificación, producción y gestión del territorio.

##### 2.1.2 Componentes de un SIG



Un SIG cuenta con los siguientes elementos: Hardware, software, Datos, Recurso Humano y Métodos, los cual interactúan entre ellos y obedecen a las necesidades de los usuarios. (Ver Figura. 2.1.)

Figura. 2.1. Componentes de un SIG

### ❖ **Hardware**

Es donde opera el SIG, para lo cual se utiliza equipos informáticos (computador, CPU,), los cuales deben cumplir con requerimientos necesarios para operar el software (SIG), como velocidad, soporte seguridad y dispositivos periféricos opcionales como escáner, impresora y tabla digitalizadora para la entrada y salida de datos.

### ❖ **Software**

Los programas de SIG que se utilizan son un conjunto de algoritmos y herramientas que permite el ingreso, manipulación, manejo/administración, consulta, análisis y presentación de de datos. Esto es posible con programas conocidos como Sistema de manejo de base de datos (SMBD), con lo cual se puede administrar los datos, permitiendo realizar ingreso, manipulación, consultas, tratamiento, y visualización de datos espaciales. Todo programa tiene fortalezas, debilidades por lo cual la elección del programa depende de los objetivos, alcances, aplicación y análisis que se desea implementar, existe programas que tiene un coste cero como son gvSIG que es un software libre y otros que pueden valer varios miles de dólares como ArcGIS que es un software propietario.

- **Ingreso de datos**

Conversión de la información analógica en datos digitales compatibles para poder ser utilizada, estos datos pueden ser provenientes de observaciones de campo, imágenes satelitales, fotografías aéreas, mapas escaneados y esto se lo puede hacer por medio de la digitalización generándose datos vectoriales por medio de líneas, puntos y polígonos lo cuales son ingresados en un SIG.

- **Manipulación**

Los datos deben ser compatibles con el sistema para que puedan sobreponer las capas las mismas que deben tener un sistema de referencia y proyección en caso de ser necesario se debe re proyectar la capas antes de integrar en un SIG.

- Manejo/administración

Un SIG almacena información geográfica pero al tener grandes volúmenes de datos y varios usuarios se debe utilizar un sistema de manejo de base de datos (SMBD) para ayudar a almacenar, organizar y manejar datos para obtener productos cartográficos.

- Consulta y análisis

Con la información geográfica se puede realizar las diferentes consultas dependiendo de la información que se tiene.

Los procesos de análisis espacial se las realiza para buscar patrones y tendencias con lo cual se puede elaborar escenarios y esto se lo hace por medio de herramientas de análisis de proximidad (buffer) y superposición.

- Presentación de datos

Presentación y despliegue de los resultados tanto gráficos como alfanuméricos La información generada por un SIG es presentada en forma que sea comprendida por el usuario, puede hacerse mediante visualización en pantalla o en mapa impreso del área de interés.

#### ❖ **Datos**

Los datos pueden ser adquiridos de un proveedor o ser propios, los cuales son la base para realizar análisis, organización, actualización y manejo de los datos con lo cual se puede obtener nueva cartografía a partir de los mapas iniciales de acuerdo a la calidad y precisión de los datos que se utiliza.

#### ❖ **Recurso humano y métodos**

El usuario o personal debe tener conocimiento previo, experiencia para el manejo del software, bases metodológicas con lo cual se podrá realizar administración del sistema, análisis y tratamiento de la información geográfica de esta manera ayudara a tomar decisiones, para resolver problemas que se puedan suscitar al aplicar métodos, modelos para tener un buen desarrollo y organización en las actividades.

### 2.1.3 Representación de la Información en un SIG

Los datos geográficos son basados en representaciones del mundo real que se utiliza en un SIG para realizar consultas, análisis, edición, elaboración y despliegue de mapas.

No existe una estructura de datos que sea superior a otra sino que cada una tiene una utilidad específica. Existen dos modelos de representación de los datos en un SIG: vectorial y raster. (Ver Figura. 2.2.)

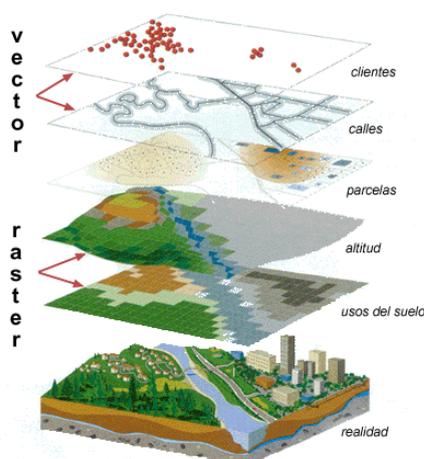


Figura. 2.2. Modelos de representación de la información en un SIG

Fuente: ESRI

#### ❖ Representación vectorial

Su representación es por medio de líneas puntos y polígonos los cuales se codifican y almacenan como una lista de coordenadas x, y, mostrando límites definidos.

#### ❖ Representación Raster

Es una malla regular de pequeñas celdas adyacentes/contiguas denominadas píxel de tamaño constante, que indican valores numéricos de cada celda, su localización está identificada por su posición en la fila y columna, el tamaño de la celda determina la resolución de la imagen, la cual está acompañada por la extensión del mapa.

## **2.2 EL SOFTWARE PROPIETARIO**

El software no libre (también llamado software propietario, software privativo, software privado o software de propiedad), se refiere a cualquier programa informático en el que los usuarios:

- No pueden realizar mejoras al programa y hacerlas públicas ya que para esto necesita el código fuente y no está disponible
- Limitadas posibilidades de usarlo y modificarlo
- No se puede distribuir copias

### **2.2.1 ArcGIS Desktop**

ESRI (Environmental Systems Research Institute) es una compañía estadounidense, que en sus inicios se dedicó a trabajos de consultoría del territorio, luego desarrollo y comercializó software comerciales para sistemas de información geográfica, siendo ArcGIS el más conocido y el cual cuenta con un conjunto de productos de software en el que se encuentran varias aplicaciones de alta productividad para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño e impresión de información geográfica; generando también uno de los formatos más utilizados para el almacenamiento de datos vectoriales en el que se destaca shapefile.

ArcGIS desktop es una arquitectura integrada de productos SIG la cual se puede apreciar en la Figura. 2.3., que se usa para crear, importar, revisar, analizar y publicar información geográfica, la cual se distribuye comercialmente y se puede acceder usando los módulos ArcReader, ArcView, ArcEditor y ArcInfo los cuales proporcionan niveles altos de funcionalidad.



**Figura. 2.3. Módulos ArcView, ArcEditor y ArcInfo**

**Fuente: UNIGIS**

#### ❖ **ArcView 9**

Proporciona la misma funcionalidad que ArcView 3.2 además incluye herramientas de visualización, geoprocésamiento, análisis, capacidad de crear y editar datos geográficos y alfanuméricos.

#### ❖ **ArcEditor**

Contiene la funcionalidad total de ArcView, además incluye herramientas para crear y editar geodatabase, modificar bases de datos geográficas e implementa la capacidad de realizar topología basada en reglas.

#### ❖ **ArcInfo**

Es el ArcGIS Desktop en su capacidad total ya que contiene la funcionalidad de ArcView y ArcEditor y adicionalmente ArcToolbox con lo cual se incluye herramientas de geoprocésamiento avanzado para trabajar con varios formatos, conversión de datos a otros formatos, sistemas de proyección, así como las funcionalidades dadas por los comandos de ArcInfo Workstation. ArcInfo es un completo sistema SIG para la creación de datos, actualización, consulta y mapeo.

#### ❖ **ArcReader**

Es un visualizador de mapas gratuitos, el cual está construido con los mismos componentes tecnológicos de ArcGIS.

## 2.2.2 Servicios de ArcGIS

ArcGIS Desktop es parte de una gran arquitectura que incluye ArcSDE (Motor de Bases de Datos Espaciales) y ArcIMS (Internet Map Server) y ArcGIS Server.

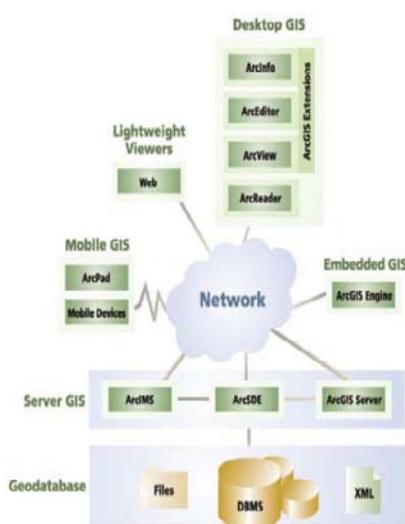
### ❖ ArcSDE

Permite gestionar el intercambio de información entre ArcGIS y bases de datos relacionales, permitiendo compartir información con varios usuarios así como editar simultáneamente los datos geográficos almacenados en un servidor. Además permite trabajar con datos geográficos almacenados en un sistema de gestión de bases de datos relacionales como Oracle, Microsoft SQL Server

### ❖ ArcIMS

Arc Internet Map Server es un servidor de aplicaciones integrado dentro de la arquitectura de ArcGIS que ha sido diseñado para la publicación y distribución de mapas y datos, permite gestionar servicios GIS a múltiples usuarios a través de intranet corporativa o internet lo cual permite desplegar, analizar y buscar la información en tiempo real.

### ❖ ArcGIS Server



Es una aplicación que se complementa con ArcGIS desktop la cual contiene herramientas que permiten crear mapas y servicios GIS, con lo cual se puede visualizar, analizar y gestionar la información geográfica, la cual soporta estándares de la OGC. (Ver Figura. 2.4.)

Figura. 2.4. ArcGIS Server

Fuente: ESRI España

## 2.2.3 ArcGIS

ArcGIS es una herramienta SIG con capacidad de visualización, consulta, edición y análisis de información geográfica, para lo cual permite acceder a una gran variedad de datos espaciales y tabulares para ser mostrados en forma de mapas, tablas y gráficos.

La Interfaz de ArcGIS está compuesta se compone de tres aplicaciones que están incluidas tanto en ArcView como en ArcEditor y ArcInfo.

Además incluye varias aplicaciones integradas y distribuidas como son ArcMap, ArcCatalog y ArcToolbox, que al ser utilizadas en forma conjunta estas tres aplicaciones se puede realizar cualquier tarea SIG, desde una simple hasta una avanzada, mapeo, administración de datos, análisis geográficos, edición de datos y geoprocésamiento. Además, permite tener acceso a datos espaciales disponibles en Internet a través de los servicios de ArcIMS.

### 2.2.3.1 ArcMap



Es la aplicación central de ArcGIS, creado para actividades de diseño de mapas, análisis, visualización, consulta de varias capas de forma simultánea la

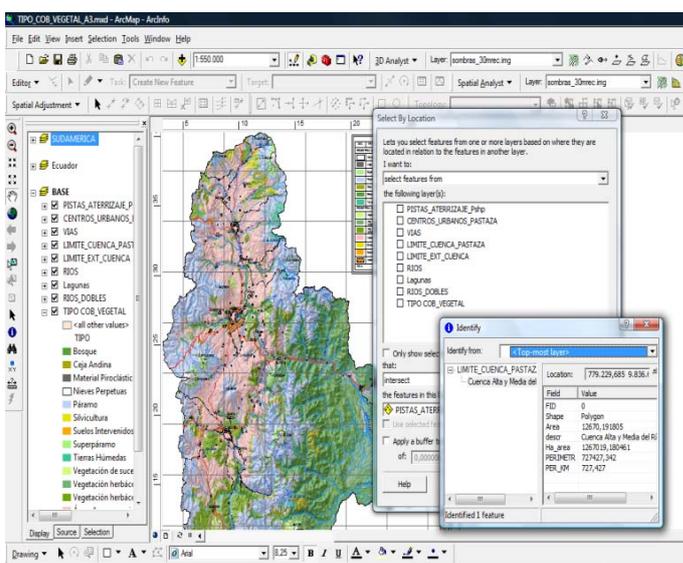


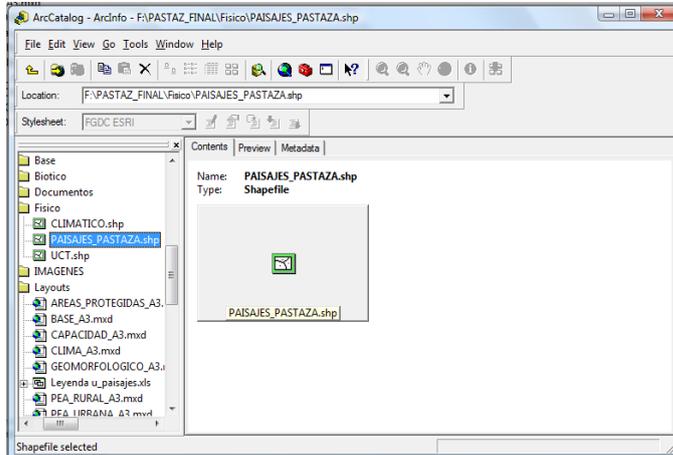
Figura. 2.5. Interfaz de ArcMap

cual se puede apreciar en la Figura. 2.5., así como aplicación de transparencias a las capas tanto raster como vector, edición de elementos geográficos, generación de topología, para lo cual cuenta con dos formas de visualización del mapa vista de datos geográficos (Data View) y vista de diseño (Layout View).

### 2.2.3.2 ArcCatalog



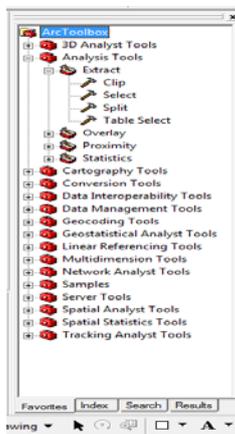
Es un explorador de datos geográficos y alfanuméricos, que permite gestión,



organización, búsqueda, visualización de conjunto de datos, creación de geodatabase, coberturas, administración de todos los datos SIG. (Ver Figura. 2.6.)

Figura. 2.6. Interfaz de ArcCatalog

### 2.2.3.3 ArcToolbox



Es una aplicación que contiene varias herramientas SIG, que interactúa con los comandos de geoprocésamiento, para realizar operaciones de análisis, conversión de datos a otros formatos y cambios de proyección. Para lo cual cuenta con cuadros de dialogo que permite empleo de estas herramientas en forma sencilla e inmediata. (Ver Figura. 2.7.)

Figura. 2.7. Interfaz de ArcToolbox

## 2.2.4 Extensiones de ArcGIS Desktop

Una extensión en ArcGIS es una herramienta que permite cargar funcionalidades adicionales las cuales proporcionan análisis más avanzados como geoprocesamiento de *raster* y análisis 3D.

### ❖ **3D Analyst:**

Conformada por un conjunto de herramientas avanzadas de SIG para visualización, análisis de información tridimensional, consultas de superficies, crear imágenes en perspectiva, procesos de modelamiento de terreno (TIN), cálculo de pendientes, orientación, curvas de nivel, perfiles longitudinales. Además esta extensión agrega dos aplicaciones en ArcGIS las cuales son:

- **ArcScene**, es el corazón de la extensión 3D analyst, que constituye el interfaz para visualización de capas tridimensionales lo cual ayuda a analizar superficies.
- **ArcGlobe**, permite visualizar de forma interactiva la información geográfica en un entorno global 3D.

### ❖ **ArcScan**

Contiene herramientas y comandos necesarios para convertir información vectorial en información raster o viceversa, además permite realizar varios procesos a través de la utilización de batch con lo cual se ahorra tiempo.

### ❖ **Data Interoperability**

Posibilita la exportación e importación a diferentes formatos.

### ❖ **Geostatistical Analyst**

Su importancia radica en la creación de superficies continuas a partir de datos esparcidos tomados en campo para lo cual contiene una variedad de herramientas para modelamiento de probabilidades, ayuda a predecir valores para superficies utilizando métodos de interpolación espacial.

❖ **Maplex**

Proporciona funcionalidades de etiquetado y anotaciones, lo cual ayuda al usuario a la producción de mapas.

❖ **Network Analyst**

Proporciona la capacidad de análisis espacial basado en redes facilitando la búsqueda de lugares de interés, generación de direcciones de viaje, rutas de un punto a otro, etc.

❖ **Publisher**

Proporciona la capacidad para compartir, distribuir mapas y datos GIS, crear archivos Publisher Map Files (pmf) desde cualquier archivo .mxd.

❖ **Spatial Analyst**

Contiene herramientas para modelamiento espacial, crear nuevos mapas a partir de datos existentes, consultar, analizar datos raster como vector, encontrar rutas optimas entre dos puntos, análisis costo beneficio para optimizar distancias.

❖ **Survey Analyst**

Permite manejar datos topográficos dentro de una geodatabase en los cuales se puede desplegar datos de anotaciones, mediciones.

## 2.3 SOFTWARE LIBRE

El principal referente del movimiento del software libre es Richard Stallman que desarrollo un Sistema Operativo libre o GNU el cual consistía en la construcción de un entorno informático libre, que se basa en distribuir y compartir la información, el cual se encuentra protegido por el Modelo de Licencia Publica General, este proyecto facilitó el origen de la Fundación Software Libre.

El termino software libre se asocia al termino de software gratuito pero se debe de ver más allá de esa cuestión, siendo su mayor característica su libertad antes que su precio. El software libre debe cumplir las siguientes libertades:

- Libertad para ejecutar el programa desde cualquier sistema informático, sea cual sea el propósito (privado, educativo, público, comercial, militar, etc.), siempre con fines legales e indicando su autoría original.
- Libertad para estudiar el funcionamiento del programa y adaptarlo a nuestras necesidades, para cual es necesario el acceso al código fuente.
- Libertad para redistribuir copias del programa y ayudar a quien le interese o lo necesite
- Libertad para mejorar el programa y hacer públicas las mejoras de manera que beneficie a toda la comunidad

El software libre en conclusión es cualquier programa en el cual los usuarios disponen de estas libertades.

### 2.3.1 gvSIG

gvSIG su nombre es una abreviación de “Generalidad Valenciana Sistema de Información Geográfica”. El objetivo es dar solución a las necesidades relacionadas con el manejo de Información Geográfica basándose en la integración de tecnologías libres. Es un proyecto informático desarrollado por las empresas IVER y Prodevelop, cofinanciado por la Consejería de Infraestructura y Transporte de la Generalidad Valenciana y la Unión Europea mediante el Fondo Europeo de desarrollo regional (FEDER).

gvSIG es un proyecto que se origino a finales del 2002 y salió a mediados de 2004, cofinanciado por la Conselleria de Infraestructuras y trasportes de la Generalitat Valenciana el cual comienza un proceso de estudio de migración a sistemas abiertos bajo Linux de todos sus sistemas informáticos buscando independencia tecnológica y mejor aprovechamiento de la inversión con lo que cual trata de sustituir costosos software de los que tan solo se explota un pequeño porcentaje de su potencial, para lo cual saca a concurso público el desarrollo del SIG en el cual la empresa adjudicada al proyecto es IVER Tecnologías de la Información S.A, contando con la colaboración de la Universidad Jaume I (UJI), que debe solventar las necesidades de los usuarios, en el que se debe permitir gestionar información de carácter geográfico como realizar tareas visualización, análisis, consulta e impresiones, acceso a una extensa variedad de formatos tanto raster como vectoriales y cumplir con estándares del OGC y acorde a las directrices que marca la Comunidad Europea, para el acceso a servicio de datos locales y remotos.

gvSIG es un programa de manejo de información geográfica, la cual se distribuye bajo licencia GNU/GPL, en el cual el código fuente está a disposición lo que permite su uso libre, estudio y desarrollo de funciones a partir de las librerías existentes para mejorar su estructura añadiendo nuevas funcionalidades, las cuales pueden ser generadas por expertos programadores voluntarios, empresas y organizaciones que ofrecen las soluciones desarrolladas al resto de la comunidad para que se utilicen de forma libre.

GvSIG, cuenta con una comunidad, la cual se va ampliando y se extiende a nivel mundial, con muchos usuarios, los cuales se basan en principios de ayuda, solidaridad y colaboración para la transmisión de conocimientos, a través de espacios web. GvSIG ha llegado en pocos años a convertirse en un software de referencia de usuarios de tecnologías espaciales.

El proyecto gvSIG, se encuentra en constante desarrollo mostrando sus avances o actualizaciones de las versiones las cuales están disponible para los usuarios como para desarrolladores desde su página Web ([www.gvSIG.gva.es](http://www.gvSIG.gva.es)) en la cual se publica artículos, noticias y fechas de las jornadas internacionales.

### 2.3.2 Arquitectura de la aplicación de gvSIG

El proyecto se divide en tres partes, las cuales se pueden apreciar en la figura 2.8:

- ❖ **ANDAMI:** Aplicación base extensible mediante "plugins", la cual se encarga de crear las ventanas, habilitar el inicio e idioma de la aplicación mediante Java Web Start.
- ❖ **FMAP:** librería de clases que permite realizar funciones necesarias como son leer y escribir los formatos, realizar consultas, análisis, dibujar mapas, definir leyendas y simbología, etc.
- ❖ **GUI:** es el encargado de la interacción de la aplicación con el usuario. En la cual se encuentra los cuadros de dialogo que utiliza la aplicación

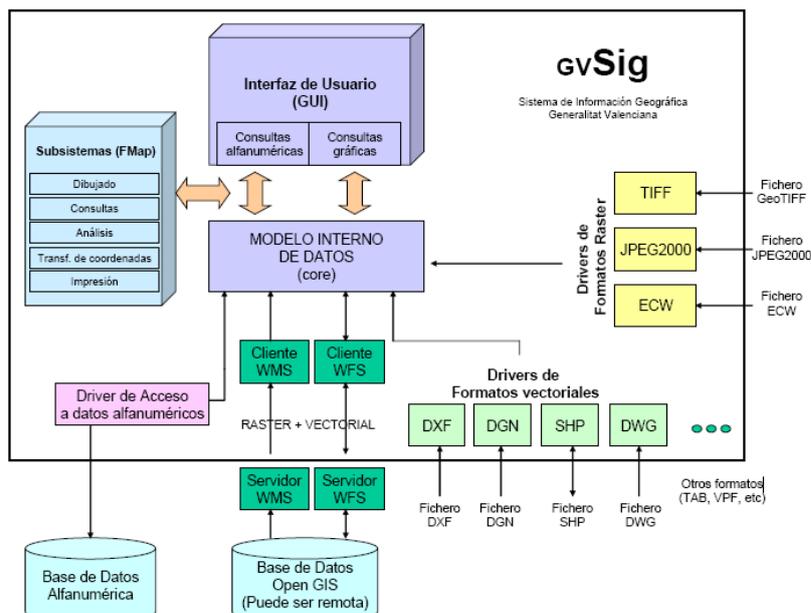


Figura. 2.8. Arquitectura de la aplicación gvSIG

Fuente: IVER T.I. S.A

La aplicación se realiza de la siguiente manera<sup>3</sup>:

- ❖ Los drivers facilitan el acceso a las fuentes de datos, tanto en lectura de datos raster como vector, y a servidores remotos WMS (Web Map Server) y WFS (Web Feature Server).
- ❖ Los drivers vectoriales entregan los ficheros como objetos del modelo interno de datos. Dentro de este módulo existen también funciones de conversión entre entidades adecuadas al dibujado rápido para realizar análisis complicados, etc.
- ❖ El módulo FMAP los cuales se dividen en subsistemas, cada uno se encarga de una serie de funcionalidades como son:
  - Dibujar capas raster y vectoriales, asignando la simbología adecuada.
  - Realizar consultas alfanuméricas y gráficas.
  - Realizar análisis del tipo buffer, recortes de temas, etc.
  - Transformación de coordenadas.
- ❖ El módulo GUI donde se realiza la interacción con el usuario, en la cual se implementa las funcionalidades de los menús y cuadros de dialogo.

<sup>3</sup> Fuente: (IVER T.I. S.A)

### 2.3.3 Extensiones de gvSIG

GvSIG 1.9 cuenta con contadas extensiones para trabajar con información geográfica.

#### ❖ **Cliente ArcIMS**

Permite al usuario agregar de los servicios de imágenes (Image Server) añadiendo a las vista un conjunto personalizado de capas; geometría (FeatureServer) añadir capas vectoriales remotas.

#### ❖ **Piloto raster**

Incluye funcionalidades de abrir nuevos formatos de imágenes, así como aplicación de paletas de color en MDT, creación de histogramas, filtros de visualización nuevos, etc.

#### ❖ **Extensión de gestión de CRS's o JCRS (Sistemas de referencia Coordenadas)**

Incorpora la capacidad de utilizar diversas bases de datos EPSG, IAU2000, ESRI, CRS de usuario, operación de transformación de coordenadas con 3 y 7 parámetros para generación de precisión en el manejo de cambio de proyección.

#### ❖ **Piloto de redes (network)**

Permite calcular rutas entre dos o más puntos, generación de topología de redes, generar una ruta (camino mínimo), informe de rutas, leyendas de densidad

#### ❖ **Extensión de publicación**

Facilita la publicación información geoespacial a partir de servicios OGC (WMS, WCS y WFS) sin necesidad de hacerlo sobre el software del servidor correspondiente como MapServer y GeoServer sin conocer cómo funciona, instala y configura, ayudando a tener una herramienta que facilita el desarrollo de las IDES.

### ❖ **Extensión gvSIG 3D**

Incorpora la creación de vistas en 3D y 2D permitiendo analizar el territorio, para lo cual también se puede cargar capas propias como remotas y utilizar las funcionalidades disponibles en 2D, funciones relacionadas con transparencia, etiquetados y leyendas, etc.

### ❖ **SEXTANTE (Sistema Extremo de Análisis Territorial)**

Es un proyecto desarrollado por la Universidad de Extremadura (UNEX), cuyo fin es el procesamiento y análisis de información geográfica en disciplinas ambientales o afines. Sextante tuvo como estructura base al SIG alemán SAGA, sin embargo el proyecto SEXTANTE ha abandonado esta arquitectura para desarrollar módulos para gvSIG. (Ver Figura. 2.9.)



**Figura. 2.9. Icono Sextante**

**Fuente:** <http://www.sextantegis.com/>

Sextante es una extensión que está programado en lenguaje Java y se distribuye con licencia GPL, cuenta con más de 200 extensiones (algoritmos), que ayudan al software gvSIG para extender las funcionalidades en análisis geográfico de datos raster y vector. Es una extensión que cuenta con una librería de algoritmos de análisis geoespacial, en el cual al acceder a uno de ellos se genera un cuadro de dialogo en el que se debe ingresar los parámetros para que se realice el cálculo, generando una nueva capa en la vista. Además cuenta con un gestor de procesado por lotes (batch), lo cual facilitan la reiteración de procesos.

Algunas de sus utilidades son<sup>4</sup>:

- Análisis de patrones.
- Análisis hidrológico básico.
- Costes, distancias y rutas.
- Estadísticas de celda para múltiples capas raster.
- Estadísticas por vecindad para una capa raster.
- Geoestadística.
- Geomorfometría y análisis del relieve.
- Herramientas básicas para capas raster.
- Herramientas de análisis para capas raster.
- Herramientas de cálculo para capas raster.
- Herramientas para capas de líneas.
- Herramientas para capas de puntos.
- Herramientas para capas de polígonos.
- Herramientas para capas raster categóricas.
- Herramientas para capas discretas e información categórica.
- Herramientas para capas vectoriales.
- Herramientas para crear nuevas capas raster.
- Herramientas para tablas.
- Iluminación y visibilidad.
- Localización óptima de elementos.
- Lógica difusa.
- Métodos estadísticos.
- Perfiles.
- Rasterización e interpolación.
- Tratamiento y análisis de imágenes.
- Vectorización.
- Zonas de influencia (buffers).
- Índices de vegetación.
- Índices y otros parámetros hidrológicos.

---

<sup>4</sup> <http://www.sextantegis.com/>

### **2.3.4 Open Geospatial Consortium (OGC)**

Es un consorcio internacional, creado en 1994 y formado por un conjunto de empresas públicas y privadas así como universidades, con el fin de desarrollar acuerdos entre diferentes empresas para que faciliten y promuevan la implementación de políticas afines, como interoperabilidad de sus sistemas de geoprocésamiento, estándares y especificaciones para el desarrollo de interfaces de los servicios para promover, facilitar el acceso de información espacial y tecnologías.

Las especificaciones son documentos técnicos donde se detallan las interfaces y codificaciones que deben alcanzar los servicios y productos implementados para obtener servicios interoperables:

- ❖ Servicios de Mapas por el Web (WMS)
- ❖ Servicios de Coberturas por la Web (WCS)
- ❖ Servicio de objetos geográficos (WFS)
- ❖ Servicio de Catalogo
- ❖ Servicio de Nomenclátor

Los usuarios se benefician de la información geográfica, que se encuentra en la red, la cual es fuente de conocimiento para el desarrollo económico de un país.

#### **2.3.4.1 gvSIG como cliente de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE)**

Una IDE es un mecanismo para compartir información geográfica, por medio de un conjunto de tecnologías las cuales cumplen con normas, especificaciones, interfaces y estándares facilitando a los usuarios la disponibilidad de acceso para adquirir, utilizar y procesar información ya existente disminuyendo la duplicación así como esfuerzos e inversiones en la obtención de datos geográficos para generar proyectos para otras finalidades.

El progresivo avance de la tecnología y el interés por la utilización de la información geográfica, para el desarrollo sostenible ha logrado que varios países y organizaciones adopten técnicas, políticas y mecanismos para compartir conocimiento como información espacial. GvSIG cuenta con varias herramientas para analizar, gestionar y trabajar con información geoespacial como datos vectoriales, imágenes raster y datos alfanuméricos, al ser un cliente IDE va permitir trabajar con datos remotos accesibles vía Internet, siendo una herramienta complementaria y necesaria para realizar consultas de información. La afinidad de ambas filosofías, la del software libre y la de las IDEs, es compartir, ya sea cartografía o código fuente.

GvSIG al ser un usuario de las IDE, el cual cumple con especificaciones y políticas del Open Geospatial Consortium, implemento una serie de estándares de acceso, búsqueda, visualización, localización de información espacial, así como también herramientas que permiten la publicación de datos según los estándares.

Como componentes principales de una IDE podemos mencionar los siguientes servicios, los cuales cumple con especificaciones de interfaces OGC (Open Geospatial Consortium):

- ❖ Web Map Service (WMS): Permite visualizar la información geográfica, la cual está representada a través de una imagen que puede estar en diferentes formatos como png, jpeg, gif, bmp, tif, y proviene de un fichero de datos SIG, que puede ser de uno o más servidores permitiendo además realizar transparencias así como consultar información de las características de la imagen del mapa.
  
- ❖ Web Feature Service (WFS): Permite el acceso a información vectorial la cual se puede exportar a formato gml, con lo cual se puede realizar consultas y operaciones con los atributos asociados a la capa.

- ❖ Web Coverage Service (WCS): Servicio similar a WFS, el cual permite visualizar y consultar el valor de los atributos almacenados en cada píxel, para realizar su posterior análisis de los datos raster.
- ❖ Servicio de Catalogo: Permite la búsqueda de información (metadatos) mediante campos claves, proporcionando una lista de metadatos coincidentes, del cual se debe elegir el recurso cartográfico que más nos interese.
- ❖ Servicio de Nomenclátor: Despliega una lista de topónimos o nombre geográfico, de manera que podemos localizarlo en pantalla, un nomenclátor no proporciona geometrías para los topónimos en el cual la representación es un punto que nos indica las coordenadas geográficas donde se ubica

### **2.3.5 Tipos de Licencias de Software Libre**

La distribución de software puede realizarse sin limitaciones; este es el caso de software llamado “de dominio público”, “de acceso abierto” u “open source”. Si existen limitaciones, hablamos entonces de “Licencias”. Podemos distinguir dos tipos de distribución de licencias de uso.

- Copyright, es decir, los derechos de autor
- Copyleft, donde los redistribuidores pueden modificar el software pero este debe mantener los términos originales de distribución.

Realizar un listado de todas las licencias existentes es una tarea prácticamente imposible ya que no es necesario todas si no las más importantes y divulgadas ya que de estas se desprenden las demás.

Existen diversas licencias:

❖ **Licencia GNU GPL (General Public License)**

Es la licencia oficial del proyecto GNU, la cual es la más usada debido a que permite al usuario la libertad de usar, compartir, modificarlo y distribuir. Este tipo de licencia se asegura que el software conserve los nombres y créditos de los autores originales y evita que cualquiera desee apropiarse de la autoría intelectual de un determinado programa. Las desventajas del software licenciado bajo GPL carecen de garantía ya que el autor del software no se responsabiliza por el mal funcionamiento de este. Al crear un producto nuevo y al realizar su distribución pública del software este y sus versiones modificadas deben estar bajo licencia GNU GPL.

❖ **Licencia LPGL (Lesser General Public License)**

Licencia Pública General Menor es una modificación de la licencia GPL en la cual la licencia LGPL reconoce que muchos de los programadores o desarrolladores no utilizan el código fuente que distribuye la licencia GPL, debido a que los productos que se obtienen o deriven deberán seguir las directrices de esta, mientras que la LPGL permite que el código fuente sea utilizado en un software propietario permitiendo que se enlacen, los cambios que se realicen por terceros se debe registrar para que no afecten la reputación del autor original del software.

❖ **Licencia BSD (Berkeley Software Distribution)**

Licencia de Distribución de Software, no tiene restricciones para los desarrolladores de software permitiendo utilizar, modificar y distribuir a terceros el código fuente del programa original con o sin modificaciones. Esta licencia es aun más libre que la GPL debido a que ya que no impone condiciones sobre lo que el usuario puede realizar con el software, además la utilización del código fuente puede ser utilizado en software propietario y no existe la obligación de mencionar los autores ya que con este tipo de licencia mantiene protección de copyright solamente para la renuncia de garantía y para requerir la adecuada atribución de la autoría en trabajos derivados.

### 2.3.6 Marco Legal de Ecuador para el uso del Software Libre<sup>5</sup>

Disponiendo del Decreto Ejecutivo N<sup>o</sup> 1014 el cual fue publicado en el registro oficial N<sup>o</sup> 322 el 23 de abril de 2008, dispone el uso de software libre en los equipos informáticos que son utilizados en la administración pública, debido al interés del Gobierno en un ahorro en recursos públicos para la obtención de soberanía y autonomía tecnológica, el cual fortalecerá el desarrollo local y facilitara la inserción digital.

El 18 de julio del 2007 se creó en la estructura orgánica de la Presidencia de la República la Subsecretaria de informática el cual es responsable de elaborar y ejecutar planes, políticas y reglamentos para el uso de software libre en la administración pública, la cual es dependiente de la Secretaría General de la Administración, mediante Acuerdo N<sup>o</sup> 119, publicado en el Registro Oficial No. 139 de 1 de agosto del 2007.

#### 2.3.6.1 Decreto 1014

Establece como política pública para las entidades de la Administración Pública Central la utilización del software libre en sus sistemas y equipamientos informáticos.

**Artículo 1.-** Establecer como política pública para las entidades de la Administración Pública Central la utilización de software libre en sus sistemas y equipamientos informáticos.

**Artículo 2.-** Se entiende por software libre, a los programas de computación que se pueden utilizar y distribuir sin restricción alguna, que permitan su acceso a los códigos fuentes y que sus aplicaciones puedan ser mejoradas.

---

<sup>5</sup> <http://www.informatica.gov.ec/index.php/software>

Estos programas de computación tienen las siguientes libertades:

- a) Utilización del programa con cualquier propósito de uso común;
- b) Distribución de copias sin restricción alguna;
- c) Estudio y modificación del programa (Requisito: código fuente disponible);
- d) Publicación del programa mejorado (Requisito: código fuente disponible).

**Artículo 3.-** Las entidades de la Administración Pública Central previa a la instalación del software libre en sus equipos, deberán verificar la existencia de capacidad técnica que brinde el soporte necesario para el uso de este tipo de software.

**Artículo 4.-** Se faculta la utilización de software propietario (no libre) únicamente cuando no exista una solución de software libre que supla las necesidades requeridas, o cuando esté en riesgo la seguridad nacional, o cuando el proyecto informático se encuentre en un punto de no retorno.

Para efectos de este decreto se comprende cómo seguridad nacional, las garantías para la supervivencia de la colectividad y la defensa de patrimonio nacional.

Para efectos de este decreto se entiende por un punto de no retorno, cuando el sistema o proyecto informático se encuentre en cualquiera de estas condiciones:

- a) Sistema en producción funcionando satisfactoriamente y que un análisis de costo beneficio muestre que no es razonable ni conveniente una migración a software libre; y,
- b) Proyecto en estado de desarrollo y que un análisis de costo - beneficio muestre que no es conveniente modificar el proyecto y utilizar software libre.

Periódicamente se evaluarán los sistemas informáticos que utilizan software propietario con la finalidad de migrarlos a software libre.

**Artículo 5.-** Tanto para software libre como software propietario, siempre y cuando se satisfagan los requerimientos, se debe preferir las soluciones en este orden:

- a) Nacionales que permitan autonomía y soberanía tecnológica;
- b) Regionales con componente nacional;
- c) Regionales con proveedores nacionales;
- d) Internacionales con componente nacional;
- e) Internacionales con proveedores nacionales; y,
- f) Internacionales.

**Artículo 6.-** La Subsecretaría de Informática como órgano regulador y ejecutor de las políticas y proyectos informáticos en las entidades del Gobierno Central deberá realizar el control y seguimiento de este decreto.

Para todas las evaluaciones constantes en este decreto la Subsecretaría de Informática establecerá los parámetros y metodologías obligatorias.

## **2.4 REQUERIMIENTOS DE CALIDAD**

La evaluación de los paquetes se basa en un modelo de calidad definido por la norma ISO 9126 por lo cual se definen algunos conceptos:

### **Calidad del software**

La calidad del software es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario. (IEEE, Std. 610-1990).

### **ISO 9000**

Normas internacionales en las cuales se definen los requisitos para los sistemas de gestión de calidad, se las aplica a las industrias así como al desarrollo de tecnologías de la información.

### **Organización Internacional de Normalización (ISO)**

Orientadas a mantener la calidad, las cuales definen "La totalidad de rasgos y características de un producto o servicio, que conllevan la aptitud de satisfacer necesidades preestablecidas o implícitas" (AENOR, 1998).

### **Electrotécnica Internacional (IEC)**

Gestiona los sistemas de evaluación de la conformidad que certifica que los equipos, sistemas o componentes se ajusten a sus normas internacionales.

### **Métricas del software**

Las métricas son modelos definidos que contiene una escala de valoración la cual permite obtener información importante para determinar el valor que toma ciertas características en un producto de software.

### 2.4.1 Características de las métricas<sup>6</sup>

“Para que las métricas sean útiles deben cumplir con las siguientes características”.

- ❖ Deben ser cuantificables, deben basarse en hechos, no en opiniones.
- ❖ Deben ser independientes, los recursos no deben ser alterados por los miembros que las apliquen o utilicen.
- ❖ Deben ser aplicables, debe documentarse información acerca de la métrica y de su uso.
- ❖ Deben ser precisas, debe conocerse un nivel de tolerancia permitido cuando se mide.

#### 2.4.1.1 Criterios para elegir las métricas<sup>7</sup>

Los criterios para elegir los indicadores y atributos a utilizarse para la evaluación dependieron de los objetivos y necesidades de la empresa. El modelo de calidad tolera una variedad de requerimientos de evaluación por ejemplo.

- Un usuario o usuarios de la empresa podrían evaluar la adecuación del producto de software usando métricas de calidad en uso.
- Un cliente podría evaluar un producto de software con criterios de medidas externas de funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia o calidad en uso.
- Un ingeniero en mantenimiento podría evaluar un producto de software usando métricas de capacidad de mantenimiento.
- Una persona responsable para implementar el software en diferentes ambientes, podría evaluar un producto de software usando métricas de portabilidad.
- Un desarrollador podría evaluar un producto de software usando métricas internas y métricas de calidad en uso.

---

<sup>6</sup> INCE, DARREL, “introduction to software Project management and quality assurance” McGraw-Hill Bool Co.

<sup>7</sup> ISO/IEC 9126-1 Modelo de calidad

## 2.4.2 ISO/IEC 9126: Calidad del Producto Software

Es una norma o estándar internacional publicada en el año de 1991, enfocada a la calidad del software que permite especificar y evaluar los atributos del software desde diferentes criterios, esta norma esta dividida en cuatro partes que tratan:

- ❖ ISO/IEC 9126-1 Parte 1: Modelo de Calidad
- ❖ ISO/IEC 9126-2 Parte 2: Métricas Externas
- ❖ ISO/IEC 9126-3 Parte 3: Métricas Internas
- ❖ ISO/IEC 9126-4 Parte 4: Métricas de Calidad en Uso

### 2.4.2.1 ISO/IEC 9126-1: Modelo de Calidad

Los modelos de calidad para el software se refieren a la calidad interna y externa, así como calidad en uso las cuales están subdivididas en varios indicadores.

Al unir la calidad interna y externa con la calidad en uso se precisa un modelo más completo, el cual se puede apreciar en la figura 2.10.

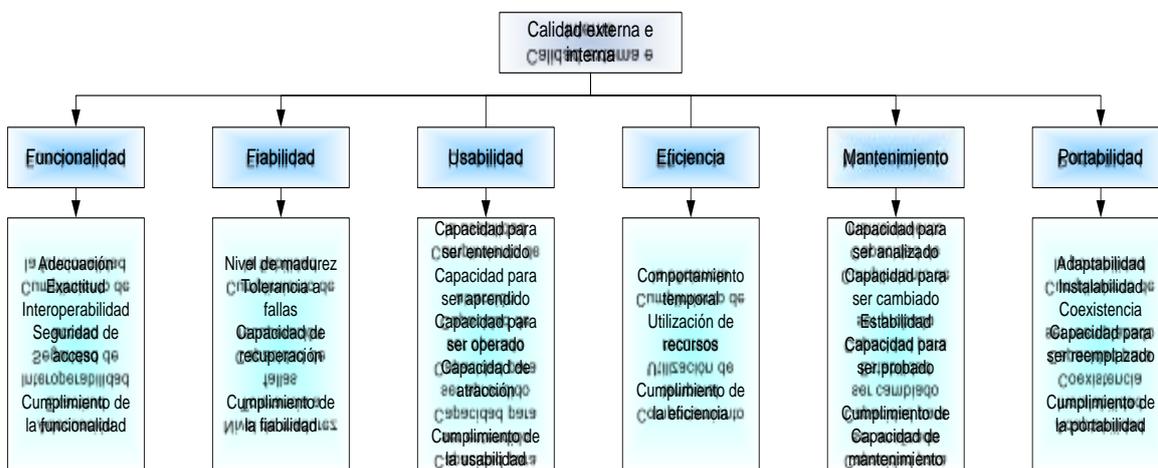


**Figura. 2.10. Calidad del Producto Software**

**Fuente: ISO/IEC 9126-1**

➤ **Modelo de calidad interna y externa**

Esta subdividida en seis indicadores de calidad que pueden ser consideradas tanto internas como externas y cada una de ellas con sus respectivos atributos, siendo la calidad interna que se puede medir por las propiedades del código fuente, mientras que la calidad externa cuando el software es usado como parte de un sistema computacional es decir cuando ejecuta el programa. Ver figura 2.11. La descripción de cada uno de estos indicadores se encuentra en la tabla 2.1 al 2.6 en las métricas de calidad externa. La calidad interna determina la calidad externa con lo cual se determina la calidad funcionamiento.



**Figura. 2.11. Modelo de calidad interna y externa**

Fuente: ISO/IEC 9126-1

### ➤ Modelo de calidad en uso

Evalúa la calidad en función del desempeño del software, esto es durante la utilización por parte del usuario determinando el grado de satisfacción del mismo, es decir la visión de calidad del usuario. Conseguir la calidad en uso depende de alcanzar la calidad interna y externa necesaria. La cual esta subdividida en cuatro indicadores, ver figura 2.12. La descripción de cada uno de estos indicadores se las puede visualizar en la figura 2.7 de las métricas de calidad en uso.



**Figura. 2.12. Modelo de calidad en uso**

**Fuente: ISO/IEC 9126-1**

#### 2.4.2.2 ISO/IEC 9126-2 Métricas externas

Facilitan a los usuarios o desarrolladores el beneficio de evaluar la calidad del programa durante las pruebas o el funcionamiento, de forma cuantitativa por medio de los indicadores y atributos definidos en la norma ISO/IEC 9126-1.

Las métricas externas pueden utilizarse para evaluar el software y conocer si satisfacen las necesidades especificadas cuando se usa bajo condiciones determinadas. Además estas métricas son utilizadas durante cualquier etapa de operación del software para conocer su comportamiento, basado en pruebas y observaciones, la medición se la realiza cuando se ejecuta el programa.

➤ **Descripción de las tablas de métricas según la norma ISO/IEC 9126-2<sup>8</sup>**

La norma ISO/IEC 9126-2 se basa en una serie de tablas que contienen varias características que permiten identificar el objetivo de cada métrica.

A continuación se explica cada una de las características que contienen las tablas de las métricas:

- **Nombre de la métrica:** Nombre de la métrica
- **Propósito de la métrica:** Fórmula como pregunta para que se utiliza la métrica.
- **Método de aplicación:** Indica el perfil de aplicación
- **Medición, fórmula y cálculo de datos:** Muestra la fórmula de medición y explica el significado de los datos usados.
- **Tipo de escala métrica:** Tipo de escala usada para la métrica, los más utilizados son: nominal, ordinal, intervalo y absoluta.
- **Tipo de medida:** Los más utilizados son: tamaño de función y fuente; lapso de tiempo; contar número de cambios y contar número de fallas.
- **Entradas para la medición:** Fuentes de datos a ser usados en la medición.

---

<sup>8</sup> ISO/IEC 9126-2 Métricas externas

➤ **Descripción de las métricas de calidad externa<sup>9</sup>**

A continuación se describen las métricas para cada una de sus respectivos indicadores como se indica en la tabla 2.1 al 2.6:

**Tabla. 2.1. Descripción de las métricas del indicador de Funcionalidad**

Indicador	Atributos	Descripción	Métricas
Funcionalidad Conjunto de funciones con que cuenta el software para realizar el trabajo deseado cuando este se utilice en condiciones específicas.	Adecuación	Capacidad del software de contar con un variado conjunto de herramientas que faciliten cumplir las tareas especificadas por el usuario	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adecuada funcionalidad</li> <li>- Completa implementación funcional</li> <li>- Implementación de cobertura funcional</li> </ul>
	Exactitud	Capacidad del software para entregar los resultados de la forma esperada, es decir frecuencia de encontrarse con tareas inexactas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Expectativa de exactitud</li> <li>- Exactitud computacional</li> <li>- Precisión</li> </ul>
	Interoperabilidad	Habilidad del software de interactuar con uno o más sistemas específicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intercambio de datos</li> <li>- Intercambio de datos (intentos de acceso de los usuarios a la base)</li> </ul>
	Seguridad de accesos	Habilidad del software para proteger la información de los usuarios o sistemas no autorizados ya sea accidental o premeditado para modificarlos o leerlos, también se refiere a la capacidad de aceptar el acceso a los datos de los usuarios o sistemas autorizados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceso auditable</li> <li>- Control de acceso</li> </ul>
	Cumplimiento de la funcionalidad	Capacidad de medir un atributo como el número de funciones que obedecen a problemas que son fallas del producto de software adheridos a los estándares u otros requisitos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de la funcionalidad</li> </ul>

<sup>9</sup> ISO/IEC 9126-2 Métricas externas

**Tabla. 2.2. Descripción de las métricas del indicador de Fiabilidad**

Indicador	Atributos	Descripción	Métricas
Fiabilidad	Conjunto de atributos relacionados con la capacidad del software para mantener un rendimiento óptimo bajo condiciones normales en un periodo de tiempo establecido.	Nivel de madurez	<p>Capacidad del software, para evitar fallas cuando se localizan errores, es decir advertir al usuario cuando se encuentran errores en los procesos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Densidad de fallas contra casos de prueba</li> <li>- Resolución de fallas</li> <li>- Suficiencia de las pruebas</li> <li>- Prueba de madurez</li> </ul>
		Tolerancia a fallas	<p>Capacidad del software para mantener un nivel de funcionamiento en caso de fallas del mismo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar la caída del sistema (Protección de datos)</li> </ul>
		Capacidad de recuperación	<p>Capacidad del software para restablecer el nivel de operación y recuperación de datos en caso de ser afectados por fallas del programa.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiempo bajo (tiempo medio de caída)</li> <li>- Tiempo medio de recuperación</li> <li>- Tiempo de respuesta</li> <li>- Rendimiento</li> <li>- Tiempo de respuesta (tiempo medio de respuesta)</li> </ul>
		Cumplimiento de la fiabilidad	<p>Capacidad de medir atributos como número de funciones o hechos concernientes con problemas, defectos del producto de software adheridos a estándares o regulaciones relacionadas a la fiabilidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de la fiabilidad</li> </ul>

**Tabla. 2.3. Descripción de las métricas del indicador de Usabilidad**

	Indicador	Atributos	Descripción	Métricas
Usabilidad	Conjunto de atributos que se refieren, a la facilidad con que el usuario puede utilizar las herramientas del software así como su comprensión, permitiendo ser atractivo, operativo y optimo el uso de los recursos del sistema.	Capacidad para ser entendido	Capacidad del software para permitir al usuario comprender el programa por medio de la documentación y de las ayudas con que cuenta el mismo, permitiendo de esta manera, la utilización adecuada y de manera fácil y optima para las diferentes tareas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Completitud de la descripción</li> <li>- Demostración de acceso en uso</li> <li>- Funciones evidente</li> <li>- Funciones entendible</li> </ul>
		Capacidad para ser aprendido	Forma como el software permite al usuario aprender su aplicación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil función de aprendizaje</li> <li>- Efectiva documentación de usuario o la ayuda del sistema en uso</li> <li>- Ayuda de accesibilidad</li> <li>- Ayuda frecuente</li> </ul>
		Capacidad para ser operado	Capacidad del software para permitir al usuario operarlo y controlarlo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consistencia operacional en uso</li> <li>- Disponibilidad de valores por omisión mientras se usa el sistema</li> <li>- Mensajes de error muy claros</li> <li>- Habilidad de deshacer (corrección de errores de usuario)</li> <li>- Accesibilidad física</li> </ul>
		Capacidad de atracción	Cualidades del software para hacer más agradable y atractivo al usuario, es decir la apariencia del software.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interacción atractiva</li> </ul>
		Cumplimiento de la usabilidad	Capacidad del software de cumplir con los estándares relacionadas con su usabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de la usabilidad</li> </ul>

**Tabla. 2.4. Descripción de las métricas del indicador de Eficiencia**

	Indicador	Atributos	Descripción	Métricas
Eficiencia	Conjunto de cualidades relacionados al nivel de de rendimiento de software y la cantidad de recursos usados en una situación determinada, respondiendo a una petición del usuario.	Comportamiento temporal	Capacidad del software para mostrar tiempos adecuados de respuesta y procesamiento cuando realiza un proceso bajo condiciones establecidas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiempo de respuestas</li> <li>- Tiempo de respuestas (el peor caso de tiempo de respuesta)</li> </ul>
		Utilización de recursos	Capacidad del software para utilizar diversos y adecuados recursos cuando esté funcionando bajo condiciones establecidas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Máxima utilización de memoria</li> <li>- Ocurrencia media de error de memoria</li> </ul>
		Cumplimiento de la eficiencia	La capacidad que tiene el software para cumplir con los estándares o convenciones relacionados con la eficiencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de la eficiencia</li> </ul>

**Tabla. 2.5. Descripción de las métricas del indicador de Capacidad de Mantenimiento**

Indicador	Atributos	Descripción	Métricas
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Capacidad de Mantenimiento</p> <p>Conjunto de atributos relacionados con la facilidad de modificar o corregir errores en un sistema software, sin ningún problema.</p>	<p>Capacidad para ser analizado</p>	<p>La forma como permite el software identificar deficiencias o causas de falla durante su operación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad de análisis de fallos</li> <li>- Capacidad de su estado de monitoreo</li> </ul>
	<p>Capacidad para ser cambiado</p>	<p>Capacidad del software para permitir implementar una determinada modificación, actualización, codificación o diseño.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eficiencia en el ciclo de cambios</li> <li>- Tiempo transcurrido para implementar cambios</li> </ul>
	<p>Estabilidad</p>	<p>Capacidad del software para evitar efectos inesperados por modificaciones del software o módulos nuevos incorporados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proporción satisfactoria de cambios</li> <li>- Localización del impacto de la modificación</li> </ul>
	<p>Capacidad para ser probado</p>	<p>La forma como el software permite realizar pruebas a las modificaciones sin poner en riesgo los datos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eficiencia de la repetición de pruebas</li> </ul>
	<p>Cumplimiento de la capacidad de mantenimiento</p>	<p>La capacidad que tiene el software para cumplir con los estándares de capacidad de mantenimiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de la capacidad de mantenimiento</li> </ul>

**Tabla. 2.6. Descripción de las métricas del indicador de Portabilidad**

Indicador	Atributos	Descripción	Métricas
Portabilidad	Conjunto de atributos relacionados con la capacidad del software para ser transferido de un entorno de operación a otra plataforma.	Adaptabilidad	<p>Capacidad del software para ser adaptado a diferentes entornos especificados (hardwares o sistemas operativos), sin que se genere reacciones adversas o dañinas ante el cambio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad de adaptación de datos</li> <li>- Capacidad de adaptación del hardware a un ambiente</li> <li>- Ser amigable al usuario</li> </ul>
		Instalabilidad	<p>Facilidad o dificultad del software para ser instalado en un sistema operativo específico.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Facilidad de instalación</li> <li>- Facilidad de configuración</li> </ul>
		Coexistencia	<p>Capacidad del software para coexistir con otros programas independientes dentro de un mismo sistema operativo, compartiendo recursos comunes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coexistencia disponible</li> </ul>
		Capacidad para ser reemplazado	<p>Capacidad del software para ser reemplazado por otro programa del mismo tipo, propósito, diferente proveedor y bajo el mismo sistema operativo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Continuidad en el uso de datos</li> <li>- Integración de funciones</li> </ul>
		Cumplimiento de la capacidad de portabilidad	<p>La capacidad que tiene el software para cumplir con los estándares relacionados con la portabilidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplimiento de la capacidad de portabilidad</li> </ul>

### **2.4.2.3 ISO/IEC 9126-3 Métricas internas**

Las métricas internas proporcionan a los usuarios o desarrolladores, poder evaluar la calidad del programa cuando este no es ejecutable durante el diseño o etapas de desarrollo y la codificación, para lo cual se utiliza los indicadores y atributos de calidad definidas en la norma ISO 9126-1.

Similar a la norma ISO 9126-2, contiene un conjunto de métricas que están organizadas por indicadores y atributos, donde cada métrica contiene: nombre de la métrica, propósito de la métrica, método de aplicación, medición, fórmula y cálculo de datos, tipo de escala métrica, tipo de medida, entradas para la medición.

### **2.4.2.4 ISO/IEC 9126-4 Métricas de calidad en uso**

Estas métricas están disponibles cuando el software es usado en condiciones reales por un usuario permitiendo conocer de esta manera el comportamiento del programa. La descripción se la puede observar en la tabla 2.7.

La característica principal de la métrica de uso es que el usuario final determina la calidad del producto.

Tabla. 2.7. Descripción de las métricas de las métricas de calidad en uso

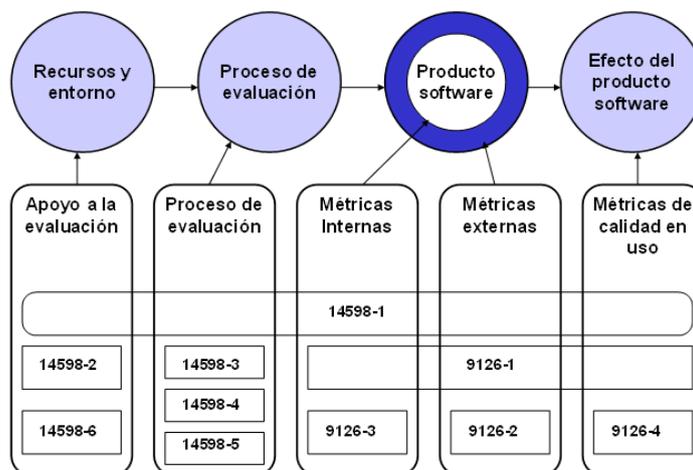
Indicador	Descripción	Métricas
<b>Efectividad</b>	Capacidad del software para entregar y mostrar los resultados con integridad y completos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eficacia en la tarea</li> <li>- Terminación de la tarea</li> </ul>
<b>Productividad</b>	Evalúa los recursos que el usuario consume, tiempo para completar una tarea así como otros recursos materiales o costo financiero del uso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Productividad económica (costo financiero de adquisición del software)</li> </ul>
<b>Seguridad física</b>	Se refiere a que el software no tenga niveles de riesgo que causen daño a las personas, instituciones en un entorno específico de uso. Incluyendo la seguridad del usuario y aquellos que puedan ser afectados por el uso siendo las consecuencias físicas o económicas imprevistas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Daños económicos</li> <li>- Daños del software (licencia)</li> </ul>
<b>Satisfacción</b>	Capacidad del software para satisfacer a los usuarios cumpliendo con todos los requerimientos que se esperan o solicitan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escala de satisfacción</li> <li>- Cuestionario de satisfacción</li> </ul>

### 2.4.3 ISO/IEC 14598

Es una norma que provee métodos para las mediciones y evaluaciones de la calidad del producto software la cual esta dividida en las siguientes partes:

- ❖ ISO 14598-1 Parte 1: Visión general
- ❖ ISO 14598-2 Parte 2: Planificación y gestión de la evaluación
- ❖ ISO 14598-3 Parte 3: Proceso para desarrolladores
- ❖ ISO 14598-4 Parte 4: Proceso para clientes
- ❖ ISO 14598-5 Parte 5: Proceso para evaluadores
- ❖ ISO 14598-6 Parte 6: Módulos de evaluación

Esta norma, explica la relación que existe entre la norma ISO/IEC 9126, definiendo los términos técnicos utilizados, requisitos generales y especificaciones, indicando de esta manera un marco de trabajo para evaluar la calidad del programa. Esta norma se puede apreciar en la figura 2.13.



**Figura. 2.13. Proceso para evaluar el Software**

**Fuente: ISO/IEC 14598**

### **2.4.3.1 ISO/IEC 14598-5 Proceso para evaluadores**

Esta norma se uso simultáneamente con el modelo de calidad del estándar ISO/IEC 9126.

Las normas ISO/IEC 14598-5 especifican las actividades para la evaluación y diseño en cualquier tipo de software, el cual puede ser utilizado para productos existentes o en desarrollo.

El proceso de evaluación se realiza efectuando las siguientes etapas:

- Requerimiento de evaluación: descripción general del software a evaluar y utilización de la norma ISO/IEC 9126 la cual se basa en el modelo de calidad.
- Especificación de la evaluación: determinación de las métricas internas o externas y los objetivos de la medición.
- Diseño de la evaluación la cual se basa en la planificación de acciones para la obtención de datos.
- Ejecución del plan de evaluación, la cual consiste modelos y medidas para la evaluación del software.
- Conclusiones y recomendaciones.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

En este capítulo se identifico los indicadores y atributos de la norma ISO/IEC 9126 a utilizar así como las métricas más adecuadas para la medición, y como soporte para la evaluación se tomo en cuenta la norma ISO/IEC 14598-5.

La calidad de un producto es difícil de definir, para lo cual se ha clasificado en varios atributos dependiendo del tipo de indicador, con lo cual se pretende conocer, registrar e indicar las faltas existentes en un producto software.

Cabe indicar que las faltas de un producto software no se manifiestan como fallos, sino más bien se tiene que entender que las faltas se convierten en fallos cuando el usuario de un sistema de software nota un comportamiento erróneo.

La calidad de un producto va depender de las necesidades que desee satisfacer, para lo cual se realizo una evaluación de la calidad del software, mediante una comparación en diversos aspectos.

### 3.1 PROCESO DE EVALUACION DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE

La evaluación del software se inicia desde el análisis y comprensión de los indicadores y posteriormente se derivara en una evaluación cualitativa y cuantitativa, con lo cual se documenta todos los procesos, para lo cual se elaborara un formato en el cual se aplique métricas de calidad externa y en uso.

Se debe conocer el estado del software y establecer si se trata de un programa en desarrollo o terminado. Se determino el sistema operativo en que se va evaluar los software, posteriormente se instalo los programas y se procedió a realizar el estudio comparativo con un conjunto de datos establecidos, con lo cual se definió y evaluó los aspectos referentes a apariencia del programa, tiempo de procesos, soporte técnico entre otros.

La norma ISO 9126, es un modelo de calidad el cual se adapto a nuestros requerimientos, por tal motivo se determino los indicadores más importantes y posteriormente se definió las métricas a evaluar para realizar la comparación de los software. Para nuestro estudio no solo vamos a utilizar una norma en particular sino más bien se tiene que buscar complementos para cubrir las necesidades específicas.

La evaluación se realiza con el fin de conocer la calidad de cada uno de los software esperando que se ejecuten de una forma útil, fiable y rápida por lo cual se realizo la comparación, proporcionando de esta manera una metodología que permita establecer los criterios de evaluación dependiendo de los requerimientos y necesidades de la empresa o institución.

### 3.1.1 Modelo del proceso de evaluación

La norma ISO/IEC 9126, indica el enfoque de calidad del software expresado en las siguientes fases:

- ❖ Identificación de requerimientos de calidad
- ❖ Preparación de la evaluación
- ❖ Procedimiento de la evaluación
- ❖ Ejecución de la evaluación
- ❖ Resultados y conclusiones

**Fase 1:** Para la evaluación de la calidad del software se tomara en cuenta los indicadores que serán definidos de acuerdo a las necesidades y objetivos de la empresa, este procedimiento permitirá integrar el modelo de calidad ISO 9126 y la ISO 14598-5.

El evaluador realizara la evaluación desde el punto de vista de las necesidades institucionales, para lo cual establecerá las métricas a valorar como facilidad de comprensión, calidad grafica, etc.

**Fase 2:** Se describen los métodos de evaluación y los pasos a realizarse:

- ❖ Selección de las métricas de calidad: El evaluador indica y selecciona las métricas las cuales deben relacionarse con los indicadores respectivos.
- ❖ Definición de los criterios de valoración: El evaluador debe definir procedimientos para indicar los resultados de los diferentes indicadores.

**Fase 3:** Preparación de un plan de medición para lo cual se utilizo las métricas. Se indican las actividades:

- ❖ Actividad 1: Medición y aplicación de las métricas seleccionadas, obteniéndose como resultado un valor en la escala de medición.

- ❖ Actividad 2: Puntaje para determinar el grado de satisfacción a partir del valor determinado de la actividad anterior.

Para cada métrica se establece el puntaje de aprobación, con lo cual se concluirá que tipo de software es mejor.

**Fase 4:** Comentario sencillo y directo de los resultados.

**Fase 5:** Se realizara por medio de la ejecución de la norma ISO/IEC 14598-5, con lo cual se obtendrá una valoración global del software.

### 3.1.2 Técnicas de evaluación del software

Las técnicas que se van utilizar para la evaluación del software se describen a continuación:

- ❖ Técnicas de evaluación estática

Conocida también con el nombre de revisiones con la cual se intenta detectar los defectos o faltas sobre el software, constituyen los puntos de revisión utilizados para evaluar la calidad del producto.

El método para verificar y validar una característica del software es a través de las inspecciones, el cual es un proceso definido en el cual se califica y analiza la herramienta con el propósito de detectar defectos o faltas.

Las inspecciones se realizaran a través de la comprensión de la herramienta y evaluación de la misma para conocer las faltas o aciertos de la misma. El registro de las faltas encontradas es recopilado en un documento, el cual servirá de base para la comparación y evaluación del software.

A través del conocimiento de las herramientas con las que cuenta el software se elabora una lista en la cual se evalúa de forma crítica y secuencialmente, con esta técnica se trata conocer la calidad del producto software.

❖ Técnicas de evaluación dinámica

Conocida como pruebas de software o testing, la cual se ejecuta mediante ingresos al sistema con el objetivo de detectar fallas en los diferentes módulos mediante inconsistencias en la salida de los resultados.

Las pruebas que se realicen en los software se ejecutaran en sus componentes en circunstancias específicas, demostrando de esta manera la estabilidad del programa, indicando los defectos o errores que puede presentar el software, a través del menor esfuerzo y cantidad de tiempo en realizar una tarea, con lo cual se puede obtener un cierto nivel de confianza en el software probado.

La técnica a utilizar será de la caja negra o funcional también conocida como pruebas de comportamiento ya que se realizan sobre la interfaz del software a probar, dando a entender como interfaz las entradas y salidas de un conjunto representativo de datos en el programa, para lo cual no es necesario conocer el código fuente sino más bien la operación que va a realizar, con el fin de comprobar la estabilidad o fallas del programa.

Las estrategias que se utilizaran para evaluar dinámicamente el software comenzaran con las herramientas de geoprocesamiento y paulatinamente se avanzara a otros módulos permitiendo al usuario conocer las falencias o aciertos, la evaluación permitirá contar con una estimación temprana de la calidad del software a través de la revisión de faltas.

## **3.2 ESTABLECER REQUISITOS DE EVALUACIÓN PARA LA COMPARACIÓN DE SOFTWARE**

### **3.2.1 Establecer requisitos de la evaluación**

- ❖ Establecer el propósito de la evaluación

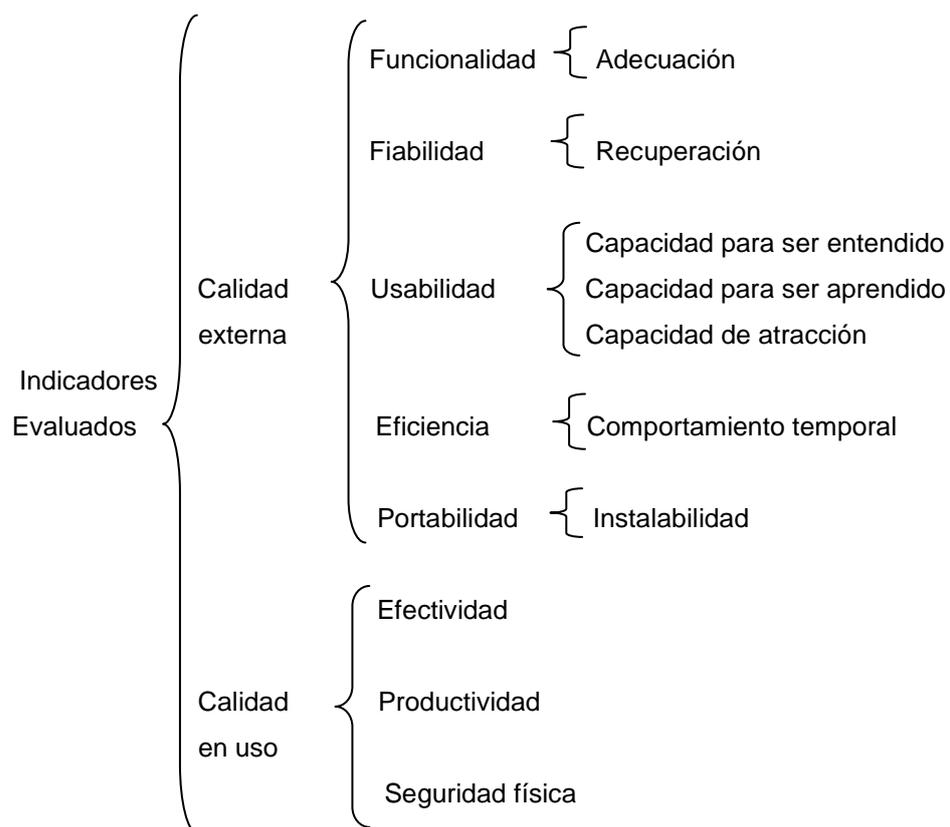
La evaluación se efectuó con el fin de justificar técnicamente la adquisición del software. El propósito es diseñar un modelo de evaluación para la comparación del software libre gvSIG vs., software propietario ArcGIS.

- ❖ Identificar los tipos de productos

Identificar los tipos de software a evaluar por lo cual se realizó una descripción de los paquetes.

- ❖ Especificar el modelo de calidad

En esta etapa se seleccionaron los indicadores y atributos que especifica la norma ISO 9126-1 y su evaluación se realizó a través de la utilización de las métricas de calidad externa y de uso, para lo cual se tienen que disponer de una documentación adecuada que sirva como guía para poder respaldar la toma de decisiones, la evaluación de la calidad del software es compleja ya que la persona que está a cargo de la evaluación es decir el evaluador considerará diferentes atributos dependiendo de las expectativas que tiene la empresa para poder considerar un software que satisfaga las necesidades de esta pudiendo evaluar indicadores como funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia y portabilidad, etc., las cuales afirmarán la integridad del programa, ver figura 3.1. Además se elaboró un manual ver ANEXO 1, en el cual se incluyen algunas métricas que cuentan con sus respectivos criterios de aceptación y ponderación a ser aplicados, mediante las mismas el usuario puede desde su punto de vista aplicarlas.



**Figura. 3.1. Esquema del modelo propuesto a nivel de indicadores y atributos**

### 3.2.2 Especificar la evaluación

❖ **Seleccionar las métricas**

Las métricas empleadas para la comparación corresponden a externas y de calidad en uso, las cuales se estructuró para posteriormente evaluarlas con listas de chequeo.

La métrica es una medición que se utilizo para generar un valor a través de una medida, la cual está definida por una escala. La clase de método de medición va depender de las operaciones utilizadas para cuantificar los atributos.

### 3.2.2.1 Criterios de aceptación y ponderación de los indicadores utilizando métricas de Calidad externa ISO/IEC 9126-2

Se determino los indicadores a utilizar dependiendo de las necesidades de la empresa con lo cual se procedió a estructurar una serie de métricas externas a evaluar, las cuales se pudo medir a través de la utilización de los software es decir cuando se ejecuta el programa realizando diferentes pruebas, permitiendo de esta manera realizar la comparación lo cual puede apreciar en las tablas 3.1 al 3.7.

- **Funcionalidad**

**Tabla. 3.1. Métrica de completa implementación funcional**

<b>Nombre de la métrica</b>	Completa implementación funcional
<b>Propósito</b>	¿Qué tan completa esta la implementación funcional?
<b>Método de aplicación</b>	Contar las funciones faltantes soportadas en la evaluación y comparar con el número de funciones descritas en la especificación de los requisitos.
<b>Medición fórmula y cálculo de datos</b>	$X = 1 - (A/B)$ A= número de funciones soportadas B= número de funciones descritas en la especificación de requisitos
<b>Interpretación del valor medido</b>	$0 \leq X \leq 1$ , entre más cercano a 1, es mejor

- **Fiabilidad**

**Tabla. 3.2. Métrica Tiempo medio de Recuperación**

<b>Nombre de la métrica</b>	Tiempo medio de recuperación
<b>Propósito</b>	¿Cuán capaz es el software de restablecerse después de un evento anormal ante una petición y recuperar los datos en caso de falla?
<b>Método de aplicación</b>	Proporción estimada de tiempo de reinicio exitoso
<b>Medición fórmula y cálculo de datos</b>	$X = \text{Sum}(T)/B$ T= Tiempo para recuperar el sistema de software caído B= Número de casos que se observa que el sistema empieza su recuperación
<b>Interpretación del valor medido</b>	$0 < X$ , el valor más rápido es mejor

- **Usabilidad**

**Tabla. 3.3. Métrica Demostración de acceso**

<b>Nombre de la métrica</b>	Demostración de acceso
<b>Propósito</b>	¿Qué proporción de las demostraciones o tutoriales de diferentes fuentes puede ser accedido por el usuario?
<b>Método de aplicación</b>	Contar el número de documentación y ayudas de diferentes fuentes que pueden ser accedidos satisfactoriamente las cuales son adecuadas, demostrables y comparables.
<b>Medición fórmula y cálculo de datos</b>	$X = A/B$ A= número de tutoriales que el usuario puede acceder satisfactoriamente B= número de disponibilidad tutoriales disponibles
<b>Interpretación del valor medido</b>	$0 \leq X \leq 1$ , entre más cercano a 1, es mejor

Tabla. 3.4. Métrica Facilidad de aprender las funciones o fácil función de aprendizaje

<b>Nombre de la métrica</b>	Facilidad de aprender las funciones o fácil función de aprendizaje
<b>Propósito</b>	¿Cuánto tiempo le toma al usuario aprender el uso de funciones para concluir una práctica o tarea?
<b>Método de aplicación</b>	Conducir al usuario a pruebas utilizando los manuales
<b>Medición fórmula y cálculo de datos</b>	$T =$ sumar el tiempo de operación hasta que el usuario consiga realizar una tarea o practica dentro de un corto tiempo.
<b>Interpretación del valor medido</b>	$0 < T$ , el valor más rápido es mejor

Tabla. 3.5. Métrica Interacción atractiva

<b>Nombre de la métrica</b>	Interacción atractiva
<b>Propósito</b>	¿Cuán atractiva es la apariencia y otros factores para el usuario?
<b>Método de aplicación</b>	Evaluación de la apariencia del software por factores como diseño gráfico, idiomas., etc.
<b>Medición fórmula y cálculo de datos</b>	$X = 1 - (A/B)$ A= número de atributos que contiene el software B= número total de atributos que contiene el software para hacer atractivo
<b>Interpretación del valor medido</b>	$0 \leq X \leq 1$ , entre más cercano a 1, es mejor

- Eficiencia

**Tabla. 3.6. Métrica Tiempo de respuesta**

<b>Nombre de la métrica</b>	Tiempo de respuesta
<b>Propósito</b>	Cuál es el tiempo estimado de respuesta para completar varias tareas
<b>Método de aplicación</b>	<p>Evaluar la eficiencia de las llamadas al sistema operativo y la aplicación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Iniciar varias tarea específicas</li> <li>- Medir el tiempo que toma para terminar su operación</li> <li>- Registrar el tiempo de respuesta.</li> </ul>
<b>Medición fórmula y cálculo de datos</b>	$T =$ sumatoria de todos los tiempos de los diferentes procesos realizados.
<b>Interpretación del valor medido</b>	$0 < T$ , el valor más rápido es mejor

- Portabilidad

**Tabla. 3.7. Métrica Esfuerzo o facilidad en la instalación**

<b>Nombre de la métrica</b>	Esfuerzo o facilidad en la instalación
<b>Propósito de la métrica</b>	¿Qué nivel de esfuerzo se requiere para la instalación en un entorno específico?
<b>Método de aplicación</b>	Se refiere al número de pasos automatizados para la instalación implementados, para lo cual se tomara el tiempo medio de instalación.
<b>Medición fórmula y cálculo de datos</b>	$T =$ sumar el tiempo utilizado por el usuario que opera el software para completar la instalación del software en un entorno específico.
<b>Interpretación del valor medido</b>	$0 < T$ , el valor más rápido es mejor

### 3.2.2.2 Criterios de aceptación y ponderación de los indicadores utilizando métricas de Calidad en uso ISO/IEC 9126-4

Se determino una serie de métricas para evaluar y comparar los diferentes indicadores que se pueden apreciar en las tablas 3.8 al 3.11., obteniéndose en función del grado de satisfacción del usuario ante el desempeño del software.

- **Efectividad**

Tabla. 3.8. Métrica de Eficacia en la tarea de lectura de datos de diferentes formatos

<b>Nombre de la métrica</b>	Eficacia en la tarea de lectura de datos de diferentes formatos
<b>Propósito de la métrica</b>	¿Qué proporción de los objetivos de la tarea es conseguida correctamente es decir facilidad de acceso a formatos de lectura?
<b>Método de aplicación</b>	Hacer pruebas en el sistema Contar los servicios faltantes detectados en la evaluación y comparar con el número total de servicios descritos en la especificación. Contar el número de funciones que están completas contra las que no están.
<b>Medición fórmula y cálculo de datos</b>	$X = A/B$ A= número servicios OGC y formatos de lectura soportadas B= número total de acceso a servicios OGC y otros formatos de lectura
<b>Interpretación del valor medido</b>	$0 \leq X \leq 1$ , entre más cercano a 1, es mejor

**Tabla. 3.9. Métrica de Eficacia en la tarea de escritura o exportación de datos a diferentes formatos**

<b>Nombre de la métrica</b>	Eficacia en la tarea de escritura o exportación de datos a diferentes formatos
<b>Propósito de la métrica</b>	¿Qué formatos de escritura o exportación de datos soporta el software?
<b>Método de aplicación</b>	Hacer pruebas en el sistema Contar el número de formatos de escritura contra las que no están.
<b>Medición fórmula y cálculo de datos</b>	$X = A/B$ A= número formatos posibles de exportación B= número total de formatos de escritura o exportación
<b>Interpretación del valor medido</b>	$0 \leq X \leq 1$ , entre más cercano a 1, es mejor

- **Productividad**

**Tabla. 3.10. Métrica Productividad económica (costo financiero de adquisición del software)**

<b>Nombre de la métrica</b>	Productividad económica (costo financiero de adquisición del software)
<b>Propósito de la métrica</b>	¿Cuán costoso es el software desde su compra, equipamiento y soporte técnico?
<b>Método de aplicación</b>	Consultas en documentación respectiva
<b>Medición fórmula y cálculo de datos</b>	$x = \text{costo total del software}$
<b>Interpretación del valor medido</b>	$0 < X$ , el valor menor es el mejor

- **Seguridad física**

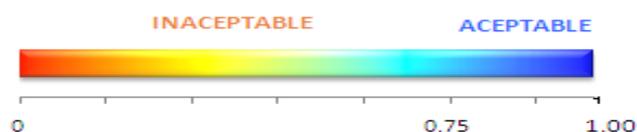
**Tabla. 3.11. Métrica daños del software (Licencias)**

<b>Nombre de la métrica</b>	Daños del software (Licencias)
<b>Propósito de la métrica</b>	¿Qué tipo licencia cuenta el software?
<b>Método de aplicación</b>	Consultas en documentación dependiendo del software
<b>Medición fórmula y cálculo de datos</b>	$x =$ tipo de licencia para manipular el software
<b>Interpretación del valor medido</b>	-

- ❖ Establecer los niveles para las métricas

Los resultados obtenidos de la evaluación de los paquetes permitirán generar gráficas, debido a que se contara con datos cualitativos, para lo cual vamos a utilizar criterios establecidos por organizaciones dedicadas a estimar la calidad.

La norma ISO/IEC 14598 no cuenta con una escala de valoración cuantitativa para determinar una puntuación, por tal motivo nos basaremos en la escala de valores del Modelo Sistemático para estimar la calidad (MOSCA) que determina los valores aceptables los cuales deben ser mayores o iguales a 0.75 (75%), ver figura 3.2, la misma que fue desarrollada en la Universidad Simón Bolívar por LISI (Laboratorio de investigación en Sistemas de Información) de Caracas Venezuela.



**Figura. 3.2. Escala de valores para procesos de evaluación**

**Fuente: Modelo MOSCA**

### 3.2.3 Obtención de resultados de la evaluación

Luego de realizar las mediciones, se obtendrá una serie de resultados los cuales deberán ser interpretados y tabulados, en la siguiente matriz elaborada la cual contendrá la siguiente información ver tabla 3.12:

Tabla. 3.12. Matriz de evaluación de resultados

Software	gvSIG	ArcGIS
Indicador		
Atributo		
Nombre de la Métrica		
Medición fórmula y cálculo de datos		
Interpretación del valor medido		
Valor obtenido		
Nivel obtenido		
Recursos utilizados o información utilizada		
Interpretación de resultados		
Conclusión de la comparación de resultados		

- ❖ **Software:** determinación del software evaluado
- ❖ **Indicador:** Indica el atributo de calidad que se está evaluando
- ❖ **Atributo:** Especifica el atributo de calidad que se está evaluando
- ❖ **Nombre de la métrica:** Se especifica la métrica que se uso para evaluar.
- ❖ **Medición, fórmula y cálculo de datos:** Indica los parámetros y la fórmula que se aplico para conseguir el valor de la métrica.
- ❖ **Interpretación del valor medido:** Indica el rango de valores que puede tener la métrica y el valor ideal de acuerdo a la norma ISO 9126.
- ❖ **Valor obtenido:** Especifica el nivel de calidad obtenido de cada métrica luego de realizar las mediciones.
- ❖ **Nivel Obtenido:** Indica el nivel de calidad que se obtuvo en cada métrica, para lo cual se utilizo los siguientes criterios:

Las métricas que se encuentran entre rangos de  $0 \leq X \leq 1$ , cuyo valor se encuentre cercano a 1, el nivel obtenido será el siguiente que se puede visualizar en la tabla 3.13.

**Tabla. 3.13. Nivel obtenido para valores  $0 \leq X \leq 1$ , valor cercano a 1.0**

Rango de valores	Nivel obtenido
0.0 - 0.3	Bajo
0.4 - 0.7	Medio
0.8 - 1.0	Alto

En cambio las métricas que se encuentren en valores  $0 \leq X$  o  $0 \leq T$ , se debe interpretar el resultado de cada métrica, de acuerdo al siguiente criterio para definir el nivel de calidad. En caso de medición de tiempo para realizar una tarea se debe tomar en cuenta el tipo y grado de dificultad, así como el tiempo promedio que utiliza el usuario experto en realizar la misma tarea.

- ❖ **Recursos utilizados o información utilizada:** Descripción de los recursos que se utilizaron para poder medir las diferentes métricas.
- ❖ **Interpretación de los resultados:** La conclusión obtenida, después de realizar la comparación.
- ❖ **Conclusión de la comparación de los resultados:** La comparación se realiza con los dos software para conocer cuál es el mejor.

## CAPÍTULO IV

### PROCESO DE MEDICIÓN Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS DE LAS METRICAS DE CALIDAD DEL SOFTWARE

La evaluación y análisis se realizó en un equipo que cuenta con las siguientes propiedades del sistema las cuales se puede observar en la figura 4.1, indicando además que las versiones de software utilizado es la de gvSIG 1.9 y ArcGIS 9.2.



Figura. 4.1. Propiedades del Sistema

#### 4.1 INFORMACION GEOGRAFICA UTILIZADA Y USO EN EL ANALISIS DEL PROYECTO

La información geográfica así como documentación utilizada para realizar la comparación de los dos software se la puede visualizar en la tabla 4.1., a través de la cual se evaluó los diferentes atributos mediante la aplicación de métricas externas y de uso, que corresponden a las normas ISO 9126-2 e ISO 9126-4 respectivamente.

**Tabla. 4.1. Información geográfica y uso en el análisis del proyecto**

Indicador	Atributo	Métrica	Información geográfica y documentación utilizada
Funcionalidad	Adecuación	Completa de implementación funcional	<p style="text-align: center;"><b>CARTOGRAFÍA DVD GVSIG</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartografía de la junta de Andalucía, propiedad: Consejería de Obras Públicas y Transportes:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- relieve.jpg</li> <li>- comunicaciones.shp</li> <li>- hidrologia.shp</li> <li>- nucleos_urbanos.shp</li> <li>- granada.jpg</li> <li>- ferrocarril.shp</li> <li>- municipios.shp</li> <li>- puertos.shp</li> </ul> </li> <li>- Descarga: <a href="http://www.juntadeandalucia.es/obraspublicasytransportes/www/jsp/estatica.jsp?ct=8&amp;pmsa=7&amp;e=cartografia/descargas/descarga_datos.es.html">http://www.juntadeandalucia.es/obraspublicasytransportes/www/jsp/estatica.jsp?ct=8&amp;pmsa=7&amp;e=cartografia/descargas/descarga_datos.es.html</a></li>   <li>• Cartografía de La Rioja:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lugares de importancia comunitaria lugares_import_comun.shp</li> <li>- Núcleos Urbanos nucleos_urbanos.shp</li> <li>- Términos Municipales termun.shp</li> <li>- Vías de comunicación viascomunicacion.shp</li> </ul> </li>   <li>• Cartografía de Uruguay               <ul style="list-style-type: none"> <li>- avenidas.shp</li> <li>- anotaciones_avenidas.shp</li> <li>- algunas_avenidas.shp</li> <li>- puntos_control_manzanas.shp</li> <li>- barrios.gml</li> <li>- manzanas.shp</li> <li>- poligono_Mtdeo.dxf</li> </ul> </li> <li>- Descarga: <a href="http://intgis.montevideo.gub.uy/sit/index.htm">http://intgis.montevideo.gub.uy/sit/index.htm</a></li>   <li>• Cartografía de Valencia, propiedad: Dirección General de Catastro               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Valencia.shp</li> <li>- manzanas.shp</li> <li>- levantamiento_gps.dbf</li> <li>- Ficheros .ECW y JP2.</li> <li>- constru.shp</li> <li>- parcelas.shp</li> <li>- XY_mun.dbf</li> </ul> </li> <li>- Recortes de las Ortofotos de los años 1980 y 2002 de la ciudad de Valencia en formato .ECW y JP2.</li>   <li>• Tutoriales               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Curso gvSIG 1_1_2</li> <li>- Manual gvSIG 1_9</li> <li>- Manual gvSIG 1_0</li> <li>- Tutorial gvSIG 1_0</li> <li>- Manual gvSIG 1_1</li> </ul> </li> </ul>

Indicador	Atributo	Métrica	Información geográfica y documentación utilizada
Funcionalidad	Adecuación	Completa de implementación funcional	<p style="text-align: center;">CARTOGRAFÍA DE LA CUENCA ALTA Y MEDIA DE PASTAZA (Fuente: CLIRSEN)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memoria técnica de la cuenta alta y media de Pastaza</li> <li>- Cartografía base Esc: 1:100.000                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- cantones.shp</li> <li>- dtm30</li> <li>- limite.shp</li> <li>- prov_pastaz.shp</li> <li>- ríos_simp.shp</li> <li>- vías.shp</li> <li>- Islas_Galapagos.shp</li> <li>- provincias.shp</li> </ul> </li> <li>- centros_urban.shp</li> <li>- lagunas.shp</li> <li>- pistas_aterriz.shp</li> <li>- ríos_doble.shp</li> <li>- somb30m</li> <li>- Ecuador.shp</li> <li>- Limit_exter.shp</li> </ul>
	Capacidad para ser entendido	Demostración de acceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tutoriales disponibles en ArcGIS en formato pdf., WinRAR                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3D Analyst Tutorial</li> <li>- ArcCatalog Tutorial</li> <li>- ArcMap Tutorial</li> <li>- ArcScan ArcGIS Tutorial</li> <li>- Data Interoperability Tutorial</li> <li>- Geoprocessing ArcGIS</li> <li>- Network Analyst Tutorial</li> <li>- Animation ArcMap Tutorial</li> <li>- ArcGIS Publisher Tutorial</li> <li>- ArcReader Tutorial</li> <li>- Building Geodatabase Tutorial</li> <li>- Editing Tutorial</li> <li>- Maplex ArcGIS Tutorial</li> <li>- Spatial Analyst Tutorial</li> </ul> </li> </ul>
Usabilidad	Capacidad para ser aprendido	Facilidad de aprender las funciones o fácil función de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cartografía para la generación de un mapa de riesgo forestal en Torrelaguna municipio español perteneciente a la comunidad de Madrid (obtenido de Universidad de Alcalá, Departamento de Geografía)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Practica de Riesgo Forestal</li> <li>- comarcas.shp</li> <li>- hoja_fondo.shp</li> <li>- modelos.dbf</li> <li>- ocio.shp</li> <li>- tren.shp</li> <li>- vías.shp</li> <li>- combustibles.shp</li> <li>- imflamab.shp</li> <li>- municipios.shp</li> <li>- pendientes.shp</li> <li>- usos.shp</li> </ul> </li> <li>- Cartografía de España                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- cities</li> <li>- rivers.shp</li> <li>- europe.shp</li> <li>- other_continents.shp</li> </ul> </li> </ul>

Indicador	Atributo	Métrica	Información geográfica y documentación utilizada
Usabilidad	Capacidad de atracción	Interacción atractiva	<p style="text-align: center;"><b>gvSIG</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manual: Cambiar idioma aplicación en gvSIG (Manual de gvSIG 1.9., <a href="http://www.gvsig.com">www.gvsig.com</a>)</li> <li>- Manual: Descargar librerías gvSIG-Eclipse</li> <li>- Documento: Interfaz gráfica gvSIG</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>ArcGIS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manual: Descargar script ArcGIS (obtenido de Universidad de Alcalá, Departamento de Geografía.)</li> <li>- Documento: Interfaz gráfica ArcMAP</li> </ul>
Eficiencia	Comportamiento temporal	Tiempo de respuesta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartografía Evaluación Ambato: (Fuente: CLIRSEN) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memoria técnica del Catastro de Ambato</li> <li>- Ficheros .shp de la cartografía de Ambato Esc: 1: 50.000 <ul style="list-style-type: none"> <li>- antena.shp</li> <li>- curvas_20m.shp</li> <li>- limite_ambato.shp</li> <li>- peligr_volcanic.shp</li> <li>- drenajes.shp</li> <li>- limite_pumah.shp</li> <li>- cuerpos_agua.shp</li> <li>- provincias.shp</li> </ul> </li> <li>- capacidad.shp</li> <li>- geomor_amb_sg.shp</li> <li>- orientac_amb_sg.shp</li> <li>- pendientes.shp</li> <li>- curv5000_pumah.shp</li> <li>- canton_tungur.shp</li> <li>- parroquias.shp</li> </ul> </li> <li>• Cartografía del País Vasco <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cartografía Digital (DXF), a escala 1:10000, del término municipal de San Sebastián.</li> <li>- Descarga: <a href="http://www.euskadi.net/cartografia">www.euskadi.net/cartografia</a> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 40-4-D.dxf curv_paisvasc1.shp</li> <li>- 64-2-B.dxf curv_paisvasc2_shp</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
Portabilidad	Instalabilidad	Esfuerzo o facilidad en la instalación	<p style="text-align: center;"><b>GvSIG</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalador de gvSIG 1.9</li> <li>- Instalador de Sextante</li> <li>- Instalador de la extensión 3D (Versión inestable)</li> <li>- Manual instalación de gvSIG</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>ArcGIS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Software utilizado en el laboratorio que cuenta con licencia académica 9.x del departamento de Ciencias de la Tierra</li> </ul>

Indicador	Atributo	Métrica	Información geográfica y documentación utilizada
Efectividad	-	Eficacia en la tarea de lectura de datos de diferentes formatos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartografía base de la Cuenca Alta y Media del Pastaza (Fuente: CLIRSEN)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- centros_urban.shp</li> <li>- ríos_simp.shp</li> <li>- dtm30_wgs84</li> <li>- pistas_aterriz.shp</li> <li>- pastaz_p009r061_z181.gif</li> <li>- ciudad.rst</li> </ul> </li> <li>• Cartografía de Uruguay:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fichero de Enero 2008 de <a href="http://intgis.montevideo.gub.uy/sit/index.htm">http://intgis.montevideo.gub.uy/sit/index.htm</a> :</li> <li>- barrios.gml</li> </ul> </li> <li>• Cartografía del País Vasco               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cartografía Digital (dxf), Ortofoto (JPG) del año 2004 ambas a escala 1:10000, generadas a partir del vuelo entre las fechas 15/07/2004 y 28/09/2004 del municipio de San Sebastián.</li> <li>- Descarga: <a href="http://www.euskadi.net/cartografia/">www.euskadi.net/cartografia/</a> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 40-4-D.dxf</li> <li>- 064-2-A.jpg</li> <li>- 64-2-B.dxf</li> <li>- 064-2-B.jpg</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Coberturas CAD               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ruminahui.dwg</li> <li>- tena1_global.dgn</li> <li>- Tena.dgn</li> <li>- tena2_global.dgn</li> </ul> </li> <li>• Coberturas Raster: Cartas topográficas georreferenciadas obtenidas del proyecto de la cuenca alta y media del Pastaza. ( Fuente: CLIRSEN)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- salcedo1.bmp</li> <li>- tunguwgs84.tif</li> <li>- llanganateswgs84.tif</li> <li>- rioverdewgs841.jpg</li> <li>- banoswgs84.tif</li> <li>- cerrohermoso50.img</li> <li>- lajoyawgs84.tif</li> </ul> </li> <li>• Cartografía de Valencia:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recortes de las Ortofotos del años 2002 de la ciudad de Valencia.</li> <li>- Centro_2002.jp2</li> <li>- fotograf_puerto_valencia.jpg</li> </ul> </li> <li>• Cartografía de Ambato               <ul style="list-style-type: none"> <li>- mdt_ambat Esc: 1:50.000</li> <li>- sep_86_erd.img (Imagen satelital, Landsat 5TM, Septiembre de 1986, <a href="http://www.glovis.usgs.gov">www.glovis.usgs.gov</a>)</li> </ul> </li> <li>• Cartografía La Rioja               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Información geográfica propiedad del Gobierno de La Rioja. Acceso público y gratuito.</li> <li>- Descarga: <a href="http://www.larioja.org/sig/">http://www.larioja.org/sig/</a></li> <li>- Ortofoto (0,50m/píxel):</li> <li>- Proyección: UTM ED 50, Cobertura territorial por hoja: 4000 mts. x 2500 mts. (1000 ha)</li> <li>- orto_rioja_2004.ecw</li> </ul> </li> </ul>

Indicador	Atributo	Métrica	Información geográfica y documentación utilizada
Efectividad	-	Eficacia en la tarea de lectura de datos de diferentes formatos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartografía del tutorial de ArcGIS                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- dem.asc</li> <li>- photo.sid</li> <li>- topo.sid</li> </ul> </li> <li>- roads1.gif</li> <li>- redlandsArea.sid</li> <li>• SERVIDORES WMS                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Infraestructuras de Datos Espaciales de España: <a href="http://www.idee.es/wms/IDEE-Base/IDEE-Base">http://www.idee.es/wms/IDEE-Base/IDEE-Base</a></li> <li>- Oficina Virtual del Catastro: <a href="http://ovc.catastro.meh.es/Cartografia/WMS/ServidorWMS.aspx">http://ovc.catastro.meh.es/Cartografia/WMS/ServidorWMS.aspx</a></li> <li>- Infraestructuras de Datos Espaciales de Navarra: <a href="http://idena.navarra.es/ogc/wms.aspx">http://idena.navarra.es/ogc/wms.aspx</a></li> <li>- Programa Globe: <a href="http://viz.globe.gov/viz-bin/wmt.cgi">http://viz.globe.gov/viz-bin/wmt.cgi</a></li> </ul> </li> <li>• SERVIDORES ARCIMS                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="http://www.geographynetwork.com">http://www.geographynetwork.com</a></li> </ul> </li> <li>• SERVIDORES WCS                             <ul style="list-style-type: none"> <li>IDEA: <a href="http://www.idee.es/wcs/IDEE-WCS-UTM30N/wcsServlet">http://www.idee.es/wcs/IDEE-WCS-UTM30N/wcsServlet</a></li> </ul> </li> <li>• SERVIDORES WFS                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comunidad Valenciana: <a href="http://inspire.cop.gva.es/geoserver/wfs">http://inspire.cop.gva.es/geoserver/wfs</a></li> </ul> </li> </ul>
	-	Eficacia en la tarea de escritura o exportación de datos a diferentes formatos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartografía del País Vasco                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cartografía Digital (dxf), ambas a escala 1:10000, del término municipal de San Sebastián.</li> <li>- Descarga: <a href="http://www.euskadi.net/cartografia/">www.euskadi.net/cartografia/</a></li> <li>- 40-4-D.dxf</li> <li>- 64-2-B.dxf</li> </ul> </li> <li>• Coberturas CAD                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ruminahui.dwg</li> <li>- tena1_global.dgn</li> <li>- Tena.dgn</li> <li>- tena2_global.dgn</li> </ul> </li> <li>• Cartografía de la cuenca alta y media del Pastaza. (Fuente: CLIRSEN)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- banoswgs84.tif</li> <li>- SNAP_pastaz.shp</li> <li>- suelo.shp</li> </ul> </li> <li>• Cartografía de Ambato                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clima_ambat.shp</li> </ul> </li> </ul>
Productividad	-	Productividad económica	Costo licencia ArcGIS Costo curso ArcGIS Costo curso gvSIG Costo curso gvSIG básico y avanzado
Seguridad física	-	Licencias	Condiciones de utilización: Licencia de gvSIG Licencia de ArcGIS

## 4.2 LISTA DE CHEQUEO DE LA NORMA ISO 9126-1

Con la obtención e instalación de los dos software, se procedió a realizar el estudio comparativo en el cual se definió el conjunto de datos sobre los que se comparo los dos SIG, además se utilizó la norma ISO 9126-1 en la cual se definió los indicadores a utilizar y posteriormente se manejo métricas de calidad externas ISO 9126-2 e internas ISO 9126-4 para evaluar los indicadores, también se elaboro listas de chequeo para comparar y definir los aspectos básicos en cada uno de los SIG para la calificación correspondiente ver tabla 4.2., a parte se elaboró la tabla 4.3., la cual contiene los iconos representativos del software gvSIG y ArcGIS.

**Tabla. 4.2. Tabla de símbolo y significado**

Símbolo	Significado
√	La característica es soportada por la aplicación.
X	La característica NO es soportada por la aplicación.
-	Contiene información descriptiva de la funcionalidad

**Tabla. 4.3. Iconos Representativos de los paquetes**

Iconos Representativos		gvSIG		ArcGIS	
		Símbolo	Icono	Símbolo	Icono
Capa raster		√		√	
Capa vectorial	Shapefile Líneas	√		√	
	Shapefile Puntos	√		√	
	Shapefile Polígonos	√		√	
Agrupación de capas		√		√	
Capas WMS de servicios OGC		√		√	
Capas WFS de servicios OGC		√		X	
Archivo CAD		√		√	
Tabla de base de datos		√		√	

### 4.3 APLICACIÓN DE LOS INDICADORES UTILIZANDO MÉTRICAS DE CALIDAD EXTERNA ISO/IEC 9126-2

#### 4.3.1 Funcionalidad

##### 4.3.1.1 Adecuación

A continuación, se detallan las funcionalidades más importantes del atributo de adecuación evaluado en los software gvSIG y ArcGIS los cuales se muestra en la tabla 4.4 al 4.12, que se obtuvo mediante investigación en manuales así como páginas Web. Se utilizó diferentes datos raster como vectoriales, además de datos servicios OGC.

**Tabla. 4.4. Lista de Chequeo de herramientas para Simbología y Leyenda**

Subtema	Funcionalidad		gvSIG	ArcGIS	
Cambiar propiedades del símbolo	Cambiar color		√	√	
	Asignar relleno		√	√	
	Asignar tipo de línea		√	√	
	Asignar grosor línea		√	√	
	Asignar transparencia		√	√	
Simbología o leyendas	Capa simple	Símbolo único	√	√	
	Atributos categóricos, cualitativos o descriptivos	Valores únicos	√	√	
		Valor único para varios campos	X	√	
		Emparejar un símbolo con un estilo (Match to symbols in a style)	X	√	
	Cantidades	Color graduado	Clasificación manual	X	√
			Intervalos iguales	√	√
			Intervalos definidos	X	√
			Cuantil	√	√
			Rupturas naturales (Jenks)	√	√
			Desviación estándar	X	√
	Cantidades	Símbolos graduados	Clasificación manual	X	√
			Intervalos iguales	√	√
			Intervalos definidos	X	√
			Cuantil	√	√

Simbología o leyendas	Cantidades	Símbolos graduados	Rupturas naturales (Jenks)	√	√	
				Desviación estándar	X	√
			Símbolo proporcional		√	√
			Densidad de puntos		√	√
	Gráficos	Sectores o quesitos		X	√	
		Barras/columnas		X	√	
		Barras apiladas		X	√	
	Múltiples atributos	Categorías por cantidad		√	√	
		Cambiar el orden de los símbolos de la leyenda automáticamente (Flip Symbols)		X	√	
		Cambiar orden de los valores de la leyenda (Reverse Sorting)		X	√	
		Combinación de colores (color ramp)		√	√	
		Cambiar el orden de los símbolos dentro de las leyendas (con flechas)		√	√	
		Editar valores o rango manualmente		√	√	
		Formato de etiquetas (representación de rango de valores numéricos)		√	√	
		Filtrar elementos de una capa (Query Builder)		√	√	
	Guardar y cargar (importar) simbología o leyenda de un archivo layers (.lyr) o capa		√	√		
	Efectos de visualización	Definir transparencia de la capa vectorial		√	√	
Etiquetado	Convertir etiquetas en anotaciones			√	√	
	Editar Etiqueta			√	√	
	Definir las propiedades de la etiqueta	Campo a etiquetar		√	√	
		Rotación		√	√	
		Fuente		√	√	
		Color		√	√	
		Expresiones etiquetas (SLQ)		√	√	
	Mostrar etiquetas flotantes			X	√	
Etiqueta interactiva			X	√		
Total (45)				30 (√)	45 (√)	
				15 (X)	0 (X)	

**Tabla. 4.5. Lista de chequeo de herramientas para Edición**

Subtema	Funcionalidad		gvSIG		ArcGIS	
			Símbolo	Icono	Símbolo	Icono
Funciones de edición	Inicio y terminación de edición		√		√	
	Guardar edición		X		√	
	Herramienta Selección de edición		√		√	
	Edición multicapa de diversas carpetas		√		X	
	Desplazamiento o mover elemento		√		√	
	Insertar y eliminar vértices		√		√	
	Rehacer y deshacer elementos en edición		√		√	
	Crear shape de geometrías derivadas		√		X	
Herramientas de Dibujo	Herramientas de edición gráfica	Barra de menú	√		√	
		Iconos	√		√	
		Área gráfica de edición	√		√	
		Consola de ordenes	√		X	
		Barra de estado	√		√	
		Pila de comandos	√		X	
	Dibujar entidades	Punto	√		√	
		Línea	√		√	
		Polilínea	√		√	
		Crear un punto o vértice a una distancia desde dos localizaciones (dist-dist.)	X		√	
		Arco	√		√	
		Crear un punto o vértice a una distancia y localización Dirección-distancia	X		√	
		Crear Contorno	X		√	
		Ingresar longitud y dirección	√		√	
		Ingresar longitud	X		√	
		Ingresar dirección	X		√	
		Insertar ángulo de deflexión (desviación)	X		√	
		Split	X		√	
		Dividir	X		√	

Herramientas de Dibujo	Buffer	X		√		
	Copiar paralelas	√		√		
	Merge	√		√		
	Unión	X		√		
	Intersección	X		√		
	Simetría de elementos	√		X		
	Rotar	√		√		
	Escalar	√		√		
	Crear polígonos interno	√		X		
	Insertar polígono	√		X		
	Insertar rectángulo	√		√		
	Insertar círculo	√		√		
	Insertar elipse	√		X		
	Referencia a objetos (snap)	√		√		
	Copiar elemento	√		√		
	Cortar elemento	X		√		
	Pegar elemento	√		√		
	Borrar elemento	√		√		
	Estirar	√		X		
	Tangente de arco entre 2 segmentos	X		√		
	Extender elemento (Extend)	X		√		
	Cortar los extremos (trim)	X		√		
	Crear un punto o vértice en la intersección de Intersección de 2 líneas (Line Intersection)	X		√		
	Explotar (Explode)	√		√		
	Generalizar (Generalize)	√		√		
	Tolerancia para definir curvatura (Flatness), Suavizado (Smooth)	√		√		
	Tareas disponibles en la edición	Crear un nuevo elemento	√		√	
		Autocompletar un polígono	√		√	
		Alargar o cortar elementos	√		√	
Cortar Polígonos		√		√		
Modificar la forma de un polígono		√		√		
Total (58)		41 (√)		49 (√)		
		17 (X)		9 (X)		

**Tabla. 4.6. Lista de chequeo de herramientas para modificación de Tablas**

Subtema	Funcionalidad		gvSIG		ArcGIS	
			Símbolo	Icono	Símbolo	Icono
Acceso a bases de datos	Oracle Spatial		√		√	
	Microsoft SQL Server		√		√	
	Postgres SQL\PostGIS		√		X	
	Microsoft Access		X		√	
Geodatabase	Crear una tabla dentro de una geodatabase		X		√	
	Crear o insertar un Feature class		X		√	
	Importar tablas dentro de una geodatabase		X		√	
	Importar capas dentro de una geodatabase		X		√	
Modificar estructura de las tablas	Añadir campos o columnas		√		√	
	Eliminar campos o columnas		√		√	
	Editar propiedades de los campos o columnas		√		√	
	Añadir registros o filas		√		√	
	Modificar registros o filas		√		√	
	Eliminar registros o filas		√		√	
	Rehacer y deshacer elementos		√		√	
	Exportar tabla	Excel	√		X	
		Dbf	√		√	
	Copiar registros		√		√	
	Cortar registros		√		√	
	Pegar registros		√		√	
	Calculadora de campos		√		√	
	Agregar información geométrica o Calculadora geométrica		√		√	
Consultar tablas	Realizar consultas		√		√	
	Visualizar la selección		√		√	
	Modificar y realizar nuevas selecciones		√		√	
Herramientas para modificar la selección	Ordenar los registros en orden	Ascendente	√		√	
		Descendente	√		√	
	Llevar selección hacia arriba		√		X	

Herramientas para modificar la selección	Seleccionar todo	√		√	
	Limpiar selección	√		√	
	Invertir selección	√		√	
	Abrir atributos de una capa	√		√	
	Seleccionar elementos pinchando en la tabla asociada	√		√	
Hiperenlace	Asociar imagen, documentos a registros de tabla	√		√	
Estadística	Visualizar estadística	√		√	
	Resumen de tablas o Summarize	√		√	
	Creación de gráficos estadísticos a partir de tablas con campos numéricos	X		√	
	Generar reporte	√		√	
Unión y enlace	Unión de tablas	√		√	
	Enlazar tablas	√		√	
Fuentes de datos Fichero	Elaborar capa a partir de tabla de coordenadas (x, y)	√		√	
Total (41)		35 (√)		38 (√)	
		6 (X)		3 (X)	

**Tabla. 4.7. Lista de chequeo de herramientas para Visualización y selección**

Subtema	Funcionalidad		gvSIG		ArcGIS	
			Simbol.	Icon./ Desc.	Simbol.	Icono/Desc.
Componentes de un proyecto	Tabla de contenidos		√		√	
	Ventana de visualización		√		√	
Propiedades de la vista o data frame	Fecha de creación		√		√	
	Propietario		√		√	
	Unidades de mapa y medida		√		√	
	Sistema de coordenadas para proyectar los datos		√		√	
	Comentario o descripción		√		√	
	Modificar/renombrar propiedades de la vista o data frame		√		√	
Configurar preferencias de las vistas o data frame	Color de fondo de la vista		√		√	
	Acceso rápido	Carpeta Proyectos	√		√	
		Carpeta Datos	√		√	
		Carpetas Plantillas	√		√	
	Directorio de extensiones		√		√	
	Configuración de Red para Firewall/proxy		√		√	
Escala	Control de escala de visualización por el usuario trabajo manualmente		√		√	
	Escala máxima y mínima visualización		√		√	
	Fijar escala		√		√	
Búsqueda a través de la web	Nomenclátor		√		X	
	Catálogo o Geodatos		√		X	
Sistema de referencia vista/ data frame	Definir Sistema de Referencia		√	Sistema de Referencia de Coordenadas (CRS)	√	Sistema de Coordenadas geográfica y Sistema de Proyección de Coordenadas

Sistema de referencia vista/ data frame	Búsqueda de sistema de referencia	√	Recientes, EPSG (European Petroleum Survey Group), IAU2000, ESRI	√	Favoritos, Importar sistema de coordenadas
	Establecer Sistema de referencia de una vista o Data frame	√		√	
Herramientas de visualización o navegación	Zoom más	√		√	
	Zoom menos	√		√	
	Desplazamiento (Pan)	√		√	
	Zoom completo	√		√	
	Zoom previo	√		√	
	Zoom retroceder una pantalla	X		√	
	Zoom a la capa	√		√	
	Zoom a la selección /zoom selected feature	√		√	
	Zoom acercar	√		√	
	Zoom alejar	√		√	
	Grabar zoom o definir áreas de interés para uso	√		√	Crear Bookmark
	Localizador (Encuadre del área de trabajo)	√	Configurar localizador	√	Overview, Magnifier, Viewer
Propiedades de las capas o layer	Añadir capas a la vista o data frame	√		√	
	Remove o eliminar capas en data frame o vista	√		√	
	(Set data source) Reparar capas o layers por perdida de referencia, movimientos físicos de archivos en el disco, cambio de nombre o son eliminados.	√		√	
	Ordenar las capas automáticamente según su topología al agregar las capas	√		√	
	Rehacer y deshacer capas	X		√	

Propiedades de las capas o layer	Agrupar varias capas de datos	√		√		
	Copiar/ Pegar capas al data frame	√		√		
	Poner capas	Visibles o encender todas las capas	√		√	
		No Visibles o apagar todas las capas	√		√	
		Activar todas las capas o seleccionar todas las capas	√		√	
		Desactivar todas las capas o deseleccionar todas las capas	√		X	
		Expandir todos las capas	X		√	
		Comprimir (collapse) todas las capas	X		√	
	Añadir capas desde discos	√		√		
	Añadir capas desde internet	√	WMS, WFS, WCS, ArcIMS	√	ArcGIS Server (WMS, ArcIMS)	
	Cambiar orden de visualización de capas o layers	√		√		
	Renombrar capas permanentemente (por el SIG)	X		√	ArcCatalog	
	Renombrar capas (visualmente)	√		√		
	Conocer la fuente de datos de la capa	√		√		
Transparencia de capas vectoriales y raster	√		√			
Centrar vista en punto (go to xy)	√		√			
Herramientas de consulta	Consulta de información	√		√		
	Medir distancias	√		√		
	Medir área	√		√		
	Información rápida	√		X		

Selección de elementos	Selección compleja	√		√	
	Selección simple	√		√	
	Seleccionar por punto	√		√	
	Seleccionar por rectángulo	√		√	
	Seleccionar por polígono	√		X	
	Seleccionar por Polilínea	√		X	
	Seleccionar por círculo	√		X	
	Seleccionar todas las geometrías de las capas vectoriales activas	√		X	
	Seleccionar por capa o localización	√		√	
	Selección por atributo (Queries)	√		√	
	Invertir selección	√		√	
	Borrar selección	√		√	
	Localizador por atributo o elemento específico	√		√	
	Especificar las capas que pueden ser seleccionadas (Set Select table Layers)	X		√	
Activar barra de herramientas	Activar y desactivar barra de herramientas	√		√	
	Crear nuevas barras y asignar funciones a estas	X		√	
Total (75)		68 (√)		67 (√)	
		7 (X)		8 (X)	

**Tabla. 4.8. Lista de chequeo de herramientas para elaboración de Mapas**

Subtema	Funcionalidad		gvSIG		ArcGIS	
			Símbolo	Icono	Símbolo	Icono
Propiedades	Crear composición de mapas		√		√	
	Activar y desactivar red de puntos		√		√	
	Seleccionar espaciado horizontal y vertical de la red de puntos (grid)		√		√	
Insertar elementos	Colocación en un mapa varios data frame o vistas		√		√	
	Titulo		√		√	
	Textos		√		√	
	Añadir marco		√		√	
	Leyendas		√		√	
	Norte		√		√	
	Escala		√		√	
	Imágenes		√		√	
Cuadrícula	Sistema de Referencia al Mapa geográficas		X		√	
	Sistema de Referencia al Mapa (Graticule (UTM))		√		√	
Acciones	Hacer/deshacer operaciones realizadas		√		√	
	Ordenar	Colocar delante	√		√	
		Colocar detrás	√		√	
Editar leyenda	Agrupar y desagrupar elementos		√		√	
Plantillas	Abrir plantillas del mapa		√		√	
	Guardar plantillas del mapa		√		√	
Diseño de la página de composición	Tamaño de la página		√		√	
	Unidades					
	Orientación					
	Resolución					
Navegación por el mapa	Herramientas	Encuadre sobre la vista	√		√	
		Zoom acercar	√		√	
		Zoom alejar	√		√	
		Zoom completo	√		√	
		Zoom mas	√		√	

Navegación por el mapa	Herramientas	Zoom menos	√		√	
		Zoom 1:1	√		√	
		Zoom a lo seleccionado	√		√	
Impresiones del mapa	Imprimir archivo		√		√	
	Calidad de impresión		√		√	
	Exportar a formato	.pdf	√		√	
		.bmp	X		√	
		.jpg	X		√	
		.png	X		√	
		.tiff	X		√	
.gif	X		√			
Total (36)			30 (√)		36 (√)	
			6 (X)		0 (X)	

**Tabla. 4.9. Lista de chequeo de herramientas para Análisis Raster**

Subtema	Funcionalidad	gvSIG		ArcGIS		
		Simbol.	Icono	Simb.	Icono	Descrip.
Propiedades de raster	Información de tamaño, bandas, formato, origen de datos	√		√		
	Selección de combinación de bandas a visualizar	√		√		
	Transparencia (Opacidad)	√		√		
	Modificar brillo y contraste	√		√		
	Combinación de bandas que compone una imagen raster desde otros ficheros	√		X		
	Vectorizar capa raster	√		√		
	Reproyección de una imagen	√		√		
Análisis visuales, básicos	Creación de histogramas	√		√		
	Filtros de visualización	√		√		
	Aplicación de tablas de color (predefinido)	√		√		
Selección	Capa raster sobre la vista y que aparezca seleccionada en la ToC	√		X		
Visualización	Zoom a la resolución a raster	√		√		
Herramientas de Raster	Recortar capa raster (Exporta todas las bandas originales de la imagen o las que el usuario indique)	√		X		
	Salvar vista a raster exporta un fichero de 3 bandas (RGB)	√		√		ArcToolbox
	Salvar raster o exportar raster	√		√		
Georreferenciación	Disminuir el nivel de zoom	√		√		
	Zoom por selección de área	√		√		
	Zoom completo	√		√		
	Zoom previo	√		√		
	Zoom retroceder una pantalla	X		√		
	Desplazamiento (Pan)	√		√		
	Centrar localizador en la pantalla o imagen	√		X		
	Redimensionar imagen a georreferenciar (Fit to display)	X		√		
	Seleccionar el primer punto de control	√		X		
	Seleccionar último punto de control	√		X		
	Selección de puntos de control por menú desplegable	√		X		
	Ir al siguiente punto de control	√		X		
	Ir al anterior punto de control	√		X		
Nuevo punto de control	√		√			

Georreferenciación	Visualización de cuadro de los puntos de control y errores del ajuste	√		√		
	Mostrar numeración de los puntos de control	√		X		
	Borrado de puntos de control	√		√		
	Eliminar punto de control seleccionado actualmente	√		√		
	Subir	√		X		
	Bajar	√		X		
	Guardar puntos de control	√		√		.txt
	Cargar puntos de control	√		√		.txt
	Mover puntos de control desde la vista	√		X		
	Centrar la vista al punto seleccionado	√		√		
	Opciones del algoritmo de georreferenciación	√		√		
	Testear la georreferenciar	√		X		
	Finalizar georreferenciar o rectify	√		√		
	Total (42)		40 (√)		28 (√)	
2 (X)				14 (X)		

**Tabla. 4.10. Lista de chequeo de Herramientas 3D**

Subtema	Funcionalidad		gvSIG		ArcGIS			
			Simbol.	Icono	Simb.	Icono	Descrip.	
Creación de documentos 3D	Vista 3D plana y esférica		√		√		ArcScene	
	Visualización del globo terráqueo		√		√		ArcGlobe	
	Agregar capas	Raster		√		√		
		Servicios	WMS	√		√		
			WCS	√		X		
			ArcIms Map Service	√		√		
		Vectoriales: shp, dwg...		√		√		
		Servicios	WFS	√		√		
ArcIMS Feature Service.	√			√				
Controles de Movimiento	Navegación combinada		√		√			
	Desplazar		√		√			
	Abatir y Rotar		√		√		Herramienta utilizada en ArcGlobe	
	Mantener Norte Arriba		√		√			
	Herramienta de Vuelo		X		√			
	Zoom Completo		√		√			
	Herramienta de zoom in/out		√		√			
	Herramienta que centra el objeto seleccionado en la vista		X		√			
	Herramienta de zoom que centra el objeto que se pretende		X		√			
	Herramienta que posiciona el observador sobre la superficie que se trabaja		X		√			
Herramientas 3D Globo terráqueo	Rotación		√		√			
	Caminar		X		√			
Efectos de vista 3D	Control de transparencia		√		√			
	Cambio en la visualización de las capas 3D		X		√			

Efectos de vista 3D	Herramienta de activación de la iluminación	X		√		
	Herramienta para cambiar el sombreado	X		√		
	Cambiar prioridad de visualización de la capa	X		√		
Herramienta de Animación	Capturar vistas para componer la animación	√		√		
	Menú de control para crear animaciones	√		√		
Herramienta de Simbología 3D	Simbología 3D	√		√		
Total (29)		20 (√)		28 (√)		
		9 (X)		1 (X)		

**Tabla. 4.11. Lista de chequeo de Herramientas Sextante y ArcToolbox**

Subtema	gvSIG	ArcGIS
Caja de herramientas	Sextante	ArcToolbox
Extensiones	√	√
Procesamiento por lotes (Batch)	√	√
Modelador gráfico (ModelBuilder)	√	√
Interfaz de línea de comandos	√	√
Total (5)	5 (√)	5 (√)
	0 (X)	0 (X)

**Tabla. 4.12. Lista de chequeo de Herramientas para Geoprocesamiento**

Subtema	Funcionalidad	gvSIG	ArcGIS	
Geoprocesamiento	Proximidad	Área de influencia	√	√
		Enlace espacial (join)	√	√
	Superposición de capas	Recortar (clip)	√	√
		Diferencia (erase)	√	√
		Intersección (Intersect)	√	√
		Unión	√	√
	Geometría Computacional	TIN	√	√
	Agregación	Disolver (Dissolve)	√	√
	Conversión de datos	Juntar (merge)	√	√
		Traslación 2D	√	√
		Reproyectar capa vectorial	√	√
		Convertir polígonos a líneas	√	√
		Convertir línea/área a puntos	√	√
		Suavizar geometría	√	√
		Ajuste espacial de capa vectorial	√	√
Total (15)		15 (√)	15 (√)	
		0 (X)	0 (X)	

Posteriormente se realizó el análisis de las tablas evaluadas 4.4 al 4.12 obteniendo de esta manera una matriz de evaluación cualitativa de la métrica de completa implementación funcional la cual se indica en la tabla 4.13.

**Tabla. 4.13. Matriz de evaluación cualitativa de la métrica de Completa implementación funcional**

Subtema	Evaluación	Conclusiones
<b>Herramientas de Simbología y leyenda</b>		
Cambiar propiedades del símbolo	Equivalentes	ArcGIS sobresale debido a que cuenta con diferentes tipos de leyenda para clasificar, modificar también cuenta con simbología de los elementos, teniendo la posibilidad de generar mapas visualmente atractivos.
Simbología o leyendas	ArcGIS es superior a gvSIG debido a que cuenta con mayor diversidad de métodos para leyenda de elementos además que la herramienta para filtrar elementos de una capa es estable.	
Etiquetado	ArcGIS se encuentra por encima de gvSIG debido a que cuenta con mayor número de herramientas.	
<b>Herramientas de Edición</b>		
Funciones de edición	GvSIG y ArcGIS cuentan con herramientas muy similares su diferencia se encuentra en que permite realizar edición multicapa a archivos que se encuentran en diferentes carpetas mientras que el otro guarda la edición varias veces sin que tenga que terminar de editar.	En ArcGIS los elementos de una capa pueden ser editados de muy diversas maneras ya que cuenta con varias herramientas y muchas veces no utilizadas, gvSIG solo cuenta con herramientas básicas y muy limitadas.
Herramientas de Dibujo	GvSIG cuenta con limitadas herramientas de dibujo muy similares a un CAD.	
Tareas disponibles en la edición	Equivalentes	
<b>Herramientas de Modificación de Tablas</b>		
Acceso a bases de datos	GvSIG cuenta con la desventaja de no trabajar con base de datos Access.	Son similares su diferencia radica a la hora de trabajar con geodatabase.
Geodatabase	GvSIG no trabaja con geodatabase.	
Modificar estructura de tablas	Equivalentes	
Consultar tablas	Equivalentes	
Herramientas para modificar la selección	Equivalentes	
Hiperenlace	Equivalentes	
Estadística	GvSIG no puede crear gráficos estadísticos a partir de tablas.	
Unión y enlace	Equivalentes	
Fuentes de datos Fichero	Equivalentes	

<b>Herramientas de Visualización y Selección</b>		
Componentes de un proyecto	Equivalentes	Son paquetes muy parecidos en herramientas de visualización y selección de elementos.
Propiedades de vista/data frame	Equivalentes	
Configurar preferencias de las vistas o data frame	Equivalentes	
Escala	Equivalentes	
Búsqueda a través de la Web	GvSIG tiene una gran ventaja en lo que se refiere a servicios de búsqueda de datos geográficos a través de la Web.	
Herramientas de visualización	Equivalentes	
Sistema de referencia	Equivalentes	
Propiedades de las capas o layers	GvSIG es similar a ArcGIS en lo que se diferencia es en añadir capas a través de servicios OGC.	
Herramientas de consulta	GvSIG, cuenta con una herramienta que permite obtener información rápida la cual puede indicar perímetro y área del elemento sin que estas estén calculadas en alguna columna adicional.	
Selección de elementos	GvSIG, cuenta con una gran variedad de herramientas de selección.	
Activar barra de herramientas	ArcGIS, permite asignar nuevas funcionalidades a las barras de herramienta permitiendo de esta manera un uso adecuado rápido/fácil.	
<b>Herramientas de elaboración de Mapas</b>		
Propiedades	Equivalentes	GvSIG y ArcGIS son muy similares ya que cuentan con varias herramientas para crear y componer mapas, personalizar los símbolos, barras de escalas, leyendas.
Insertar elementos	Equivalentes	
Cuadrícula	GvSIG no puede crear una cuadrícula que permita conocer las coordenadas geográficas de ubicación del proyecto, además que estas solo se las puede ubicar de forma horizontal.	
Acciones	Equivalentes	
Editar leyenda	Equivalentes	
Diseño de composición de página	Equivalentes	
Navegación por el mapa	Equivalentes	
Impresión	Equivalentes	

Herramientas para Análisis raster		
Propiedades de raster	GvSIG cuenta con la ventaja de combinar bandas que componen una imagen raster desde otros ficheros siendo esto la desventaja de ArcGIS ya que lo que tiene que realizar en otro software como lo es ERDAS.	GvSIG cuenta con mayor capacidad en lo que se refiere a combinación de bandas de varios ficheros, exportación de todas las bandas de la imagen en un solo fichero con la ayuda de la extensión de piloto raster, además permite análisis la creación de histogramas y aplicación de filtros, cuenta con herramientas que mejoran la precisión en la determinación de los puntos de control. ArcGIS permite realizar histogramas y filtros, además que cuenta con herramientas de georreferenciación.
Análisis visuales, básicos	Equivalentes	
Selección	ArcGIS no permite conocer la capa que se selecciona cuando se tiene un sin número de capas raster en el ToC, por lo cual se tiene que conocer con que capa se está trabajando.	
Visualización	Equivalentes	
Herramientas de Raster	GvSIG es superior a ArcGIS en herramientas de recorte de imágenes ya que permite exportar todas las bandas originales o las que el usuario indique del fichero seleccionado.	
Georreferenciación	GvSIG cuenta con varias herramientas que permiten modificar y visualizar los puntos de control. Mientras que ArcGIS cuenta con herramientas que permiten georreferenciar muy limitadas pero realiza una aplicación bastante bien.	

<b>Herramientas 3D</b>		
Creación de documentos 3D	Equivalentes	<p>En gvSIG esta extensión se encuentra en desarrollo ya que no está estable, todavía se cuenta con limitadas herramientas para efectos de vista y varias herramientas en controles de movimiento para las capas además cuenta con herramientas de animación. ArcGIS tiene diversas herramientas para efectos de vista, controles de movimiento y animación.</p>
Controles de Movimiento	ArcGIS y gvSIG cuenta con herramientas diversas para movimiento en la vista o data frame.	
Herramientas 3D Globo terráqueo	GvSIG cuenta con limitadas herramientas. ArcGIS cuenta con más herramientas.	
Efectos de vista 3D	GvSIG solo tiene una herramienta diseñada para visualización de la capa como es la transparencia mientras ArcGIS cuenta con varias herramientas.	
Herramienta de Animación	GvSIG y ArcGIS cuentan con herramientas de animación que permiten obtener una presentación más atractiva a la vista del usuario.	
Herramienta Simbología 3D	Equivalentes	
<b>Herramientas Sextante y ArcToolbox</b>		
Caja de herramientas	En gvSIG se puede realizar varios procesos de análisis a la vez mientras que en ArcGIS se tiene que esperar que un proceso termine para comenzar otro.	<p>Paquetes muy similares, ya que cuentan con varias extensiones que realizan diferentes procesos según su aplicabilidad pero su limitación se encuentra en que gvSIG no justifica el algoritmo que utiliza debido a que no existe documentación disponible.</p>
Extensiones	Iguales (Provee herramientas para campos específicos de análisis raster.	
Procesamiento por lotes (Batch)	Equivalentes	
Modelador gráfico	Equivalentes	
Interfaz de línea de comandos	Sextante al ser parte de gvSIG no describe técnicamente el algoritmo que desarrolla, en algunos casos indica el valor del parámetro más adecuado para utilizar pero no su justificación técnica, la falta de documentación limita mucho la extensión por desconocer el algoritmo. ArcGIS indica el parámetro que se debe ingresar y que proceso se va a realizar.	

Herramientas de Geoprocesamiento		
Geoprocesamiento	Los geoprocesos que cuentan cada uno de los paquetes son iguales su diferencia radica en la ejecución de los mismos ya que en gvSIG puede tardar mucho tiempo mientras que en ArcGIS el mismo proceso se lo realiza en menor tiempo y cuenta con un contador de tiempo.	GvSIG cuando se trabaja con dos capas la una con un sistema de referencia y la otra no el resultado es una capa sin sistema de referencia, mientras que en ArcGIS al tener las mismas capas y realizar el mismo proceso el resultado es una capa con sistema de referencia.

A partir de las tablas 4.4 al 4.12., se obtuvo de cada aspecto el porcentaje lo cual se puede apreciar en la tabla de resultados 4.14, además se procedió a generar el mapa de la cuenca alta y media del río Pastaza en ArcGIS y gvSIG utilizando las diferentes herramientas que contienen cada paquete, el resultado se puede visualizar en los anexos de MAPAS 1 y 2.

**Tabla. 4.14. Resultados obtenidos de la métrica de Completa implementación funcional**

Aspectos a evaluar de la lista de chequeo:	Total	GvSIG		ArcGIS	
		Valores	Porcentaje	Valores	Porcentaje
Simbología y Leyenda	45	30	66,7	45	100
Edición	58	41	70,7	49	84,5
Tablas	41	35	85,4	38	92,7
Visualización y selección	75	68	90,8	67	88,2
Mapas	36	30	83,3	36	100,0
Análisis raster	42	40	95,24	28	66,7
Herramientas 3D	29	20	62,1	28	96,6
Herramientas Sextante y ArcToolbox	5	5	100,0	5	100,0
Herramientas de Geoprocesamiento	15	15	100,0	15	100,0
<b>TOTAL</b>	<b>346</b>	<b>284</b>	<b>82,08</b>	<b>311</b>	<b>89,88</b>

La evaluación cuantitativa se obtuvo al realizar la tabulación e interpretación de los resultados obtenidos de la tabla 4.14., con lo cual se pudo realizar el análisis de calidad del software de la métrica de completa implementación funcional que se muestra en la tabla 4.15.

**Tabla. 4.15. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica de Completa implementación funcional**

Software	gvSIG	ArcGIS
<b>Indicador</b>	Funcionalidad	
<b>Atributo</b>	Adecuación	
<b>Nombre de la Métrica</b>	Completa implementación funcional	
<b>Medición fórmula y cálculo de datos</b>	$X = 1 - (A/B)$ A= número de funciones soportadas B= número de funciones descritas en la especificación de requisitos	
<b>Interpretación del valor medido</b>	$0 \leq X \leq 1$ , entre más cercano a 1, es mejor	
<b>Valor obtenido</b>	A=284 B= 346 X= 0.82	A=311 B= 346 X= 0.89
<b>Nivel obtenido</b>	Alto	Alto
<b>Recursos utilizados o información utilizada</b>	Los datos utilizados para realizar esta evaluación se encuentran dentro de la carpeta Cartografía y subcarpeta Funcionalidad y Adecuación: Proyecto de Generación de geoinformación como base para la degradación de los recursos naturales y su impacto en el ambiente. Estudio de caso: cuenca Alta y Media del río Pastaza. Cartográfica, incluida en el DVD de instalación de gvSIG.	
<b>Interpretación de resultados</b>	Para que se cumpla la relación del estándar el cual indica que mientras más cercano a 1 es mejor, nos encontramos en un nivel de satisfacción alto, demostrando de esta manera que las funcionalidades con las que cuenta son satisfactorias	ArcGIS, cuenta con un nivel de satisfacción alto, debido a que cuenta con más herramientas que se pueden ser aprovechar para la utilización y manejo de información geográfica.
<b>Conclusión de la comparación de resultados</b>	Los dos software cuentan con funcionalidades muy similares, pero su diferencia radica en que gvSIG cuenta con más herramientas de visualización y selección mientras que ArcGIS es más potente en herramientas de edición.	

En la figura 4.2, se muestra los resultados obtenidos durante el proceso de evaluación en el cual se puede apreciar que el software gvSIG cuenta con varias herramientas que facilitan realizar tareas en un porcentaje de 82.08%, mientras que ArcGIS es superior conteniendo un diversas herramientas que ayudan a la generación de cartografía encontrándose dentro de 89.88%.

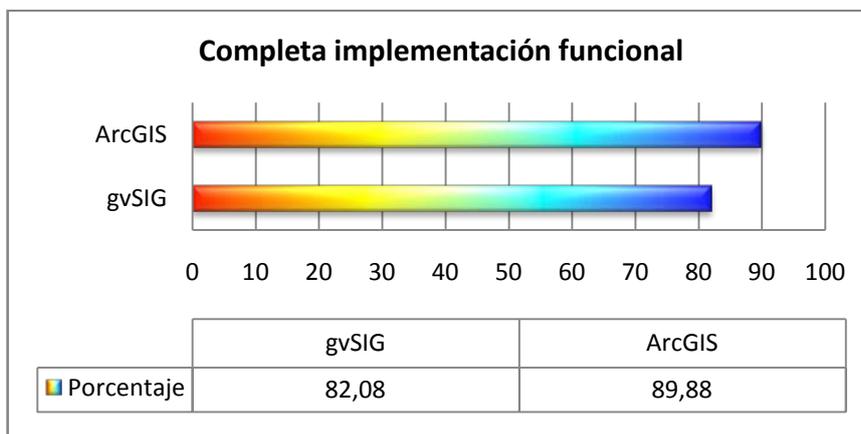


Figura. 4.2. Resultados del nivel de calidad de la métrica de completa implementación funcional

### 4.3.2 Fiabilidad

#### 4.3.2.1 Capacidad de Recuperación

La evaluación cuantitativa se obtuvo, a partir de realizar la medición de tiempos mediante el administrador de tareas de Windows para conocer el nivel de recuperación de los paquetes como se muestra en la figura 4.3, en caso de ser afectados por fallas como se muestra en la figura 4.4., como es el caso de guardar un proyecto en gvSIG.



Figura. 4.3. Tiempo de recuperación del sistema gvSIG y ArcGIS

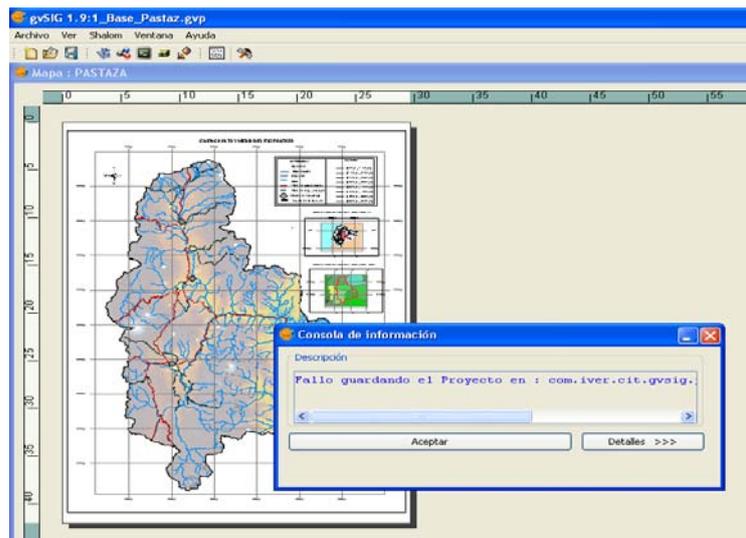


Figura. 4.4. Fallo del programa gvSIG al guardar un proyecto

La evaluación del atributo de recuperación se realizó a través de la medición y observación del comportamiento del software lo cual se puede apreciar en la tabla 4.16., y posteriormente se procedió a realizar el análisis de calidad como se muestra en la tabla 4.17.

Tabla. 4.16. Matriz de evaluación cualitativa de la métrica Tiempo medio de recuperación

Subtema	Evaluación	Conclusiones
<b>Tiempo estimado de reinicio</b>		
Software	En ArcGIS el tiempo en restablecerse el programa o iniciarse es corto aunque debe indicarse que no se encontró fallos. Mientras que en gvSIG presenta varios fallos como falta de memoria para procesar coberturas, guardar un proyecto y fallos al ingreso del programa, pero esto sucede en la plataforma de Windows XP, esta puede ser una de las causas para que el usuario deserte la utilización del software.	La confiabilidad que presenta ArcGIS es buena y se debe aclarar que no presenta problemas en guardar proyectos varias veces así como reinicio del programa y posterior ingreso al proyecto. Lo cual se realiza en corto tiempo y sin problemas, mientras que en gvSIG para restablecerse luego de una falla y posterior recuperación del proyecto se presenta errores ya que se debe realizar varios intentos para ingresar al programa.

Tabla. 4.17. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica de Tiempo de recuperación

Software	gvSIG	ArcGIS
<b>Indicador</b>	Fiabilidad	
<b>Atributo</b>	Capacidad de Recuperación	
<b>Nombre de la Métrica</b>	Tiempo medio de recuperación	
<b>Medición fórmula y cálculo de datos</b>	$X = \text{Sum}(T)/B$ T= Tiempo para recuperar el sistema de software caído B= Número de casos que se observa que el sistema empieza su recuperación	
<b>Interpretación del valor medido</b>	0<X, el valor más rápido es mejor	
<b>Valor obtenido</b>	T=30seg B= 3 X= 10 seg	T= 3 seg B= 1 X= 3seg
<b>Nivel obtenido</b>	Bajo	Alto
<b>Recursos utilizados o información utilizada</b>	La medición de tiempos se realizó mediante la utilización del administrador de tareas de Windows para conocer el nivel de recuperación de los paquetes en caso de ser afectados por fallas, como no lograr guardar un proyecto y posterior reinicio del programa como se muestra en la figura 4.3 y figura 4.4.	
<b>Interpretación de resultados</b>	GvSIG se encuentra en un nivel bajo debido a que se encuentra con fallos en el software al querer guardar un proyecto en varias ocasiones, ya que al cerrarse el programa y querer reiniciar nuevamente se tiene que realizar varios intentos o pedidos al sistema para la recuperación del proyecto teniendo el problema que se recuperan las diferentes coberturas de la vista pero no la presentación del mapa.	ArcGIS se encuentra en un nivel alto de satisfacción debido a que es un software muy potente el cual se restablece fácilmente y en poco tiempo ante la petición del usuario y posteriormente se abre el proyecto.
<b>Conclusión de la comparación de resultados</b>	ArcGIS, al ser un software que cuenta con más años de experiencia y uno de los más conocidos, cuenta con mayor fiabilidad para realizar varios procesos y poder guardar varias veces el mismo proyecto y poder reiniciar fácilmente el programa. Mientras que gvSIG al ser un software joven se encuentra modificando e innovando esto puede ser la causa que no exista una fiabilidad en guardar un proyecto varias veces así como querer ingresar al programa.	

En la figura 4.5, se muestra los resultados obtenidos durante el proceso de evaluación en el cual se puede apreciar que el software gvSIG cuenta con un porcentaje de fiabilidad para capacidad de recuperación del software en un 30%, mientras que ArcGIS sobresale con un 100% debido a que no se encuentran fallas en el sistema.

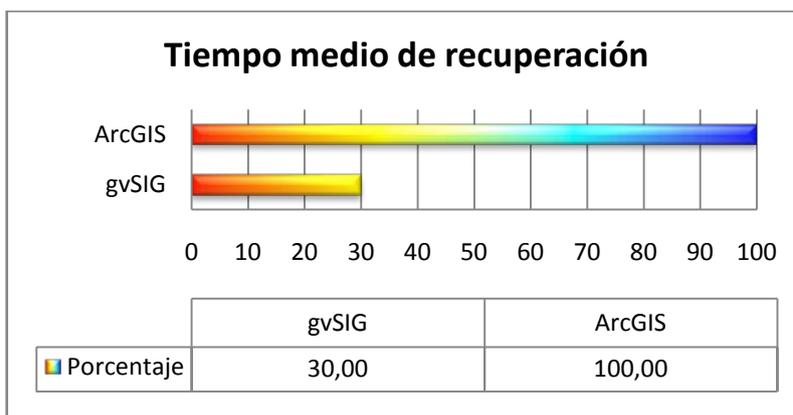


Figura. 4.5. Resultados del nivel de calidad de la métrica de Tiempo medio de recuperación

### 4.3.3 Usabilidad

#### 4.3.3.1 Capacidad para ser entendido

En la tabla 4.18 se indica si cada paquete tiene implementada documentación y su procedencia, mientras que en la tabla 4.19 se muestra los tutoriales disponibles en el software, lo cual ayuda a entender y utilizar de una manera fácil y efectiva las diferentes herramientas.

Tabla. 4.18. Lista de chequeo disponibilidad acceso y procedencia de la documentación

Documentación	Procedencia	gvSIG	ArcGIS
Acceso a documentación instalada	Programa	χ	√
Ayuda Desktop	Programa	χ	√
Documentación	Internet	√	√
Total (3)		1 (√)	3 (√)
		2 (X)	0 (X)

**Tabla. 4.19. Tutoriales disponible en el programa para la evaluación de la métrica de demostración de acceso**

<b>Tutoriales incluidos en el programa</b>	
<b>GvSIG</b>	<b>ArcGIS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ninguna (solo disponible a través del internet)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3D Analyst Tutorial</li> <li>• Animation ArcMap Tutorial</li> <li>• ArcCatalog Tutorial</li> <li>• ArcGIS Publisher Tutorial</li> <li>• ArcMap Tutorial</li> <li>• ArcReader Tutorial</li> <li>• ArcScan for ArcGIS Tutorial</li> <li>• Building Geodatabase Tutorial</li> <li>• Data Interoperability Tutorial</li> <li>• Editing Tutorial</li> <li>• Geoprocessing in ArcGIS</li> <li>• Maplex for ArcGIS Tutorial</li> <li>• Network Analyst Tutorial</li> <li>• Spatial Analyst Tutorial</li> </ul>

A continuación se realizó el análisis de la tabla 4.18 para poder evaluar los aspectos identificados con lo cual se elaboro la tabla 4.20, obteniendo de esta manera una evaluación cualitativa.

**Tabla. 4.20. Matriz de evaluación cualitativa de la métrica de demostración de acceso**

Subtema	Evaluación	Conclusiones
<b>Acceso a Documentación</b>		
Acceso a documentación pre-instalada	GvSIG, no cuenta con una documentación así como ayudas desktop implementada en la aplicación lo que no permite utilizar de manera efectiva, fácil el software. Mientras que en ArcGIS los aspectos evaluados se encuentran implementados en el software.	Al tener una documentación insuficiente, puede hacer que un usuario abandone el uso de un SIG. GvSIG no cuenta con una documentación pre-instalada en la aplicación, por lo cual se tiene que descargar, siendo la misma poco profunda pero ayuda a tener un conocimiento breve de las herramientas, permitiendo ayudar a usuarios de varios países a conocer este software debido a que su documentación se encuentra en varios idiomas. ArcGIS cuenta con documentación instalada la cual se encuentra en inglés por lo cual los usuarios deben tener un conocimiento para trabajar con las diferentes herramientas que indica la documentación.
Ayuda Desktop		
Documentación obtenida a través de internet	Equivalentes (gvSIG se tiene que descargar toda la documentación, ya que no cuenta con documentación instalada cuando se implementa la aplicación.	

Al realizar el análisis y evaluación de la tabla 4.18, se obtuvo la tabla 4.21., en la cual se indica el porcentaje con el que cuenta cada software para permitir al usuario comprender el programa, a través de la disponibilidad de conseguir/acceder a los tutoriales para poder utilizar el software para diferentes tareas.

**Tabla. 4.21. Resultados obtenidos de la métrica de demostración de acceso**

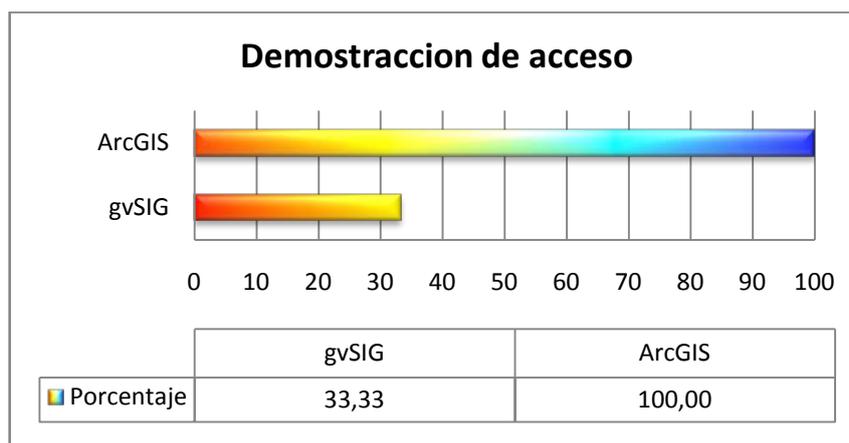
Aspectos a evaluar	Total	gvSIG		ArcGIS	
		Valores	Porcentaje	Valores	Porcentaje
Acceso a información	3	1	33.33	3	100

La evaluación cuantitativa se obtuvo al contar las diferentes fuentes/procedencia de la documentación ya sea tutoriales o documentos pre-instalados con los que cuenta cada software mostrados en la tabla 4.21, con lo cual se pudo realizar el análisis de calidad del software de la métrica de demostración de acceso que se muestra en la tabla 4.22.

**Tabla. 4.22. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica de demostración de acceso**

Software	gvSIG	ArcGIS
<b>Indicador</b>	Usabilidad	
<b>Atributo</b>	Capacidad para ser entendido	
<b>Nombre de la Métrica</b>	Demostración de acceso	
<b>Medición fórmula y cálculo de datos</b>	$X = A/B$ A= número de tutoriales que el usuario puede acceder satisfactoriamente B= número de tutoriales disponibles	
<b>Interpretación del valor medido</b>	$0 \leq X \leq 1$ , entre más cercano a 1, es mejor	
<b>Valor obtenido</b>	A= 1 B=3 $X = 0.33$	A= 3 B=3 $X = 1.00$
<b>Nivel obtenido</b>	Bajo	Alto
<b>Recursos utilizados o información utilizada</b>	Los datos utilizados para realizar esta evaluación se encuentran dentro de la carpeta Cartografía y subcarpeta Usabilidad y Entendido.	
<b>Interpretación de resultados</b>	ArcGIS cumple con la relación siendo igual a 1, lo que nos indica que existe acceso y disponibilidad de tutoriales en el programa, mientras que gvSIG se tiene que descargar los tutoriales, por lo cual se encuentra en un nivel bajo ya que además no cuenta con ayudas en el programa.	
<b>Conclusión de la comparación de resultados</b>	GvSIG, cuenta con tutoriales, los cuales solo pueden ser accedidos a través del internet que muchas veces son muy básicos que indican procesos muy elementales. En cambio ArcGIS, cuenta con tutoriales y ayudas incluidos luego de la instalación del software.	

En la figura 4.6 podemos observar que la evaluación, para la métrica de demostración de acceso en gvSIG cuenta con un porcentaje de 33.33% debido a que no dispone de tutoriales implementados en la aplicación mientras que ArcGIS cuenta con un 100% debido a que cuenta con varios tutoriales disponibles en el programa además de ayuda desktop implementada en la aplicación.



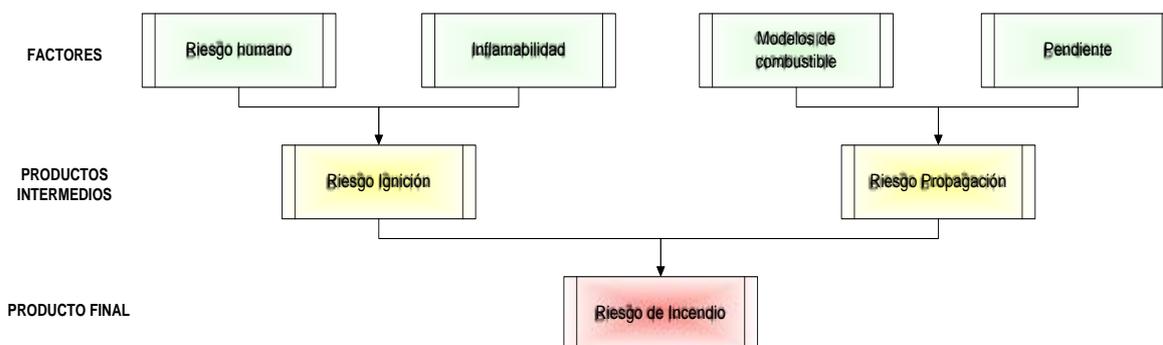
**Figura. 4.6. Resultados del nivel de calidad de la métrica de demostración de acceso**

#### 4.3.3.2 Capacidad para ser aprendido

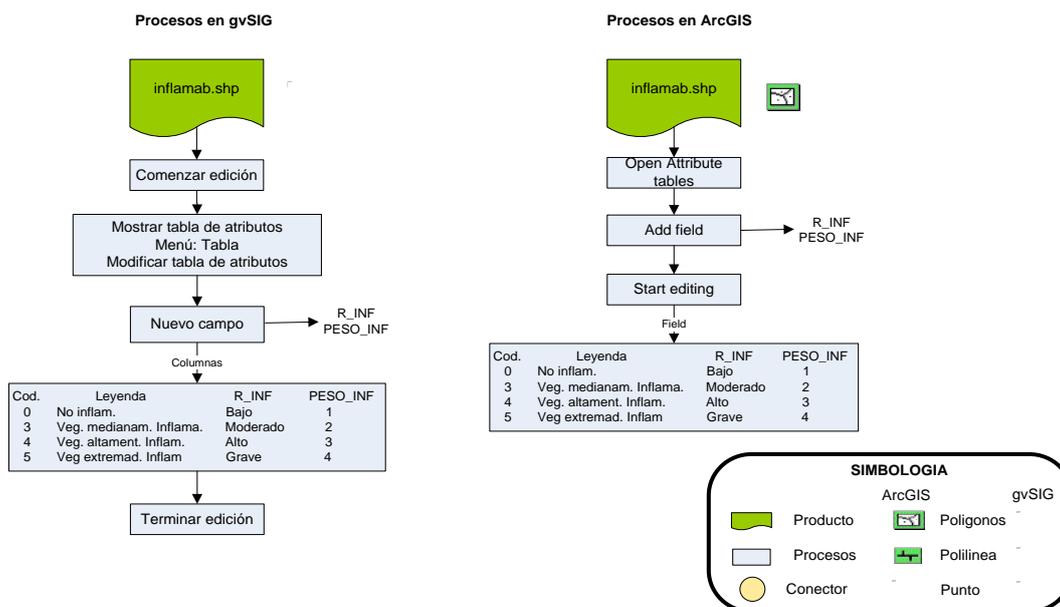
La documentación para realizar el análisis de este atributo, cuenta con instrucciones y objetivos claros que se indican en el ANEXO 2, en la cual se presenta una situación ficticia que consiste en elaborar un mapa de riesgo forestal en Torrelaguna municipio español perteneciente a la comunidad de Madrid (Ver anexos de MAPAS 3 y 4 presentación de mapas generados en gvSIG y ArcGIS respectivamente), además en la tabla 4.23 y figuras 4.7 al 4.19 se muestra un resumen de las pruebas que se realizaron a través de los modelos cartográficos para la evaluación de este atributo y un tiempo estimado en terminar de concluir el ejemplo.

**Tabla. 4.23. Ejercicio: Mapa de Riesgo de incendios Forestales en Torrelaguna**

Pruebas	Software	
	gvSIG	ArcGIS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localización de documentación de partida</li> <li>- Creación y renombre de vistas o data frame</li> <li>- Añadir capas a la vista creada</li> <li>- Selección por atributos</li> <li>- Modificación de las tablas</li> <li>- Exportar datos</li> <li>- Creación de buffer</li> <li>- Intersecciones y uniones entre capas</li> <li>- Creación de mapas</li> <li>- Simbología y etiquetado de capas</li> </ul>	2h 30 min	2h 15 min



**Figura. 4.7. Modelo Cartográfico cronograma general de la práctica**



**Figura. 4.8. Modelo Cartográfico del Factor Inflamabilidad**

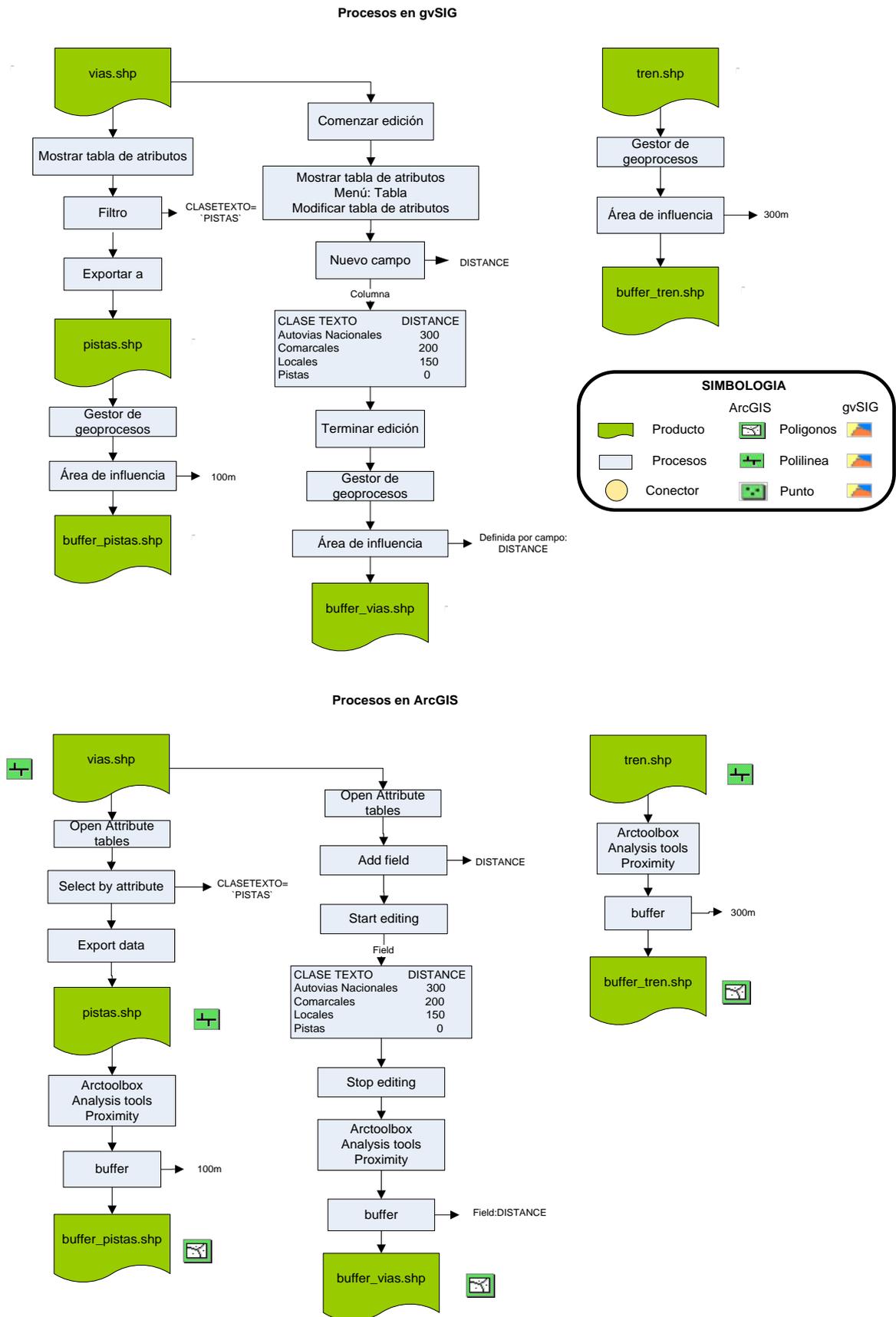


Figura. 4.9. Modelo Cartográfico de corredores entorno a vías de comunicación

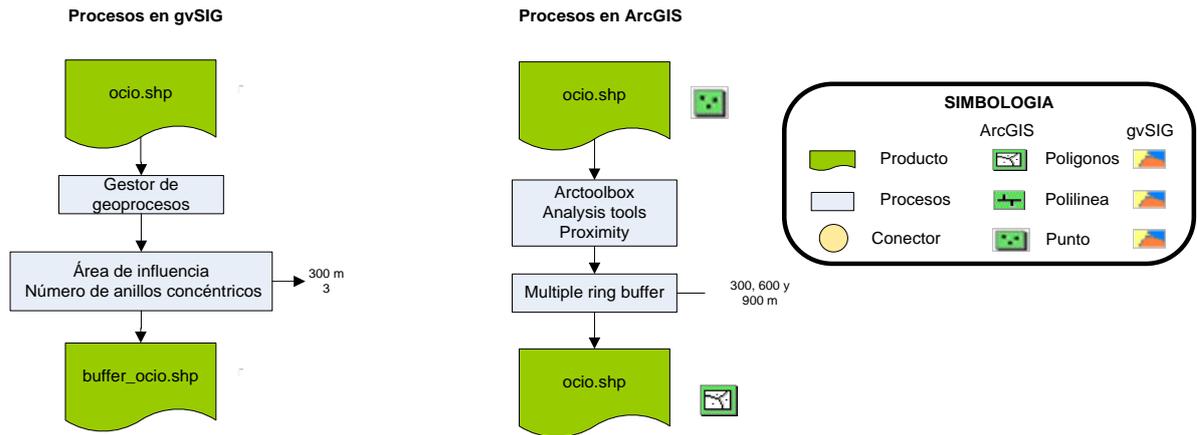


Figura. 4.10. Modelo Cartográfico de corredores entorno a zonas recreativas

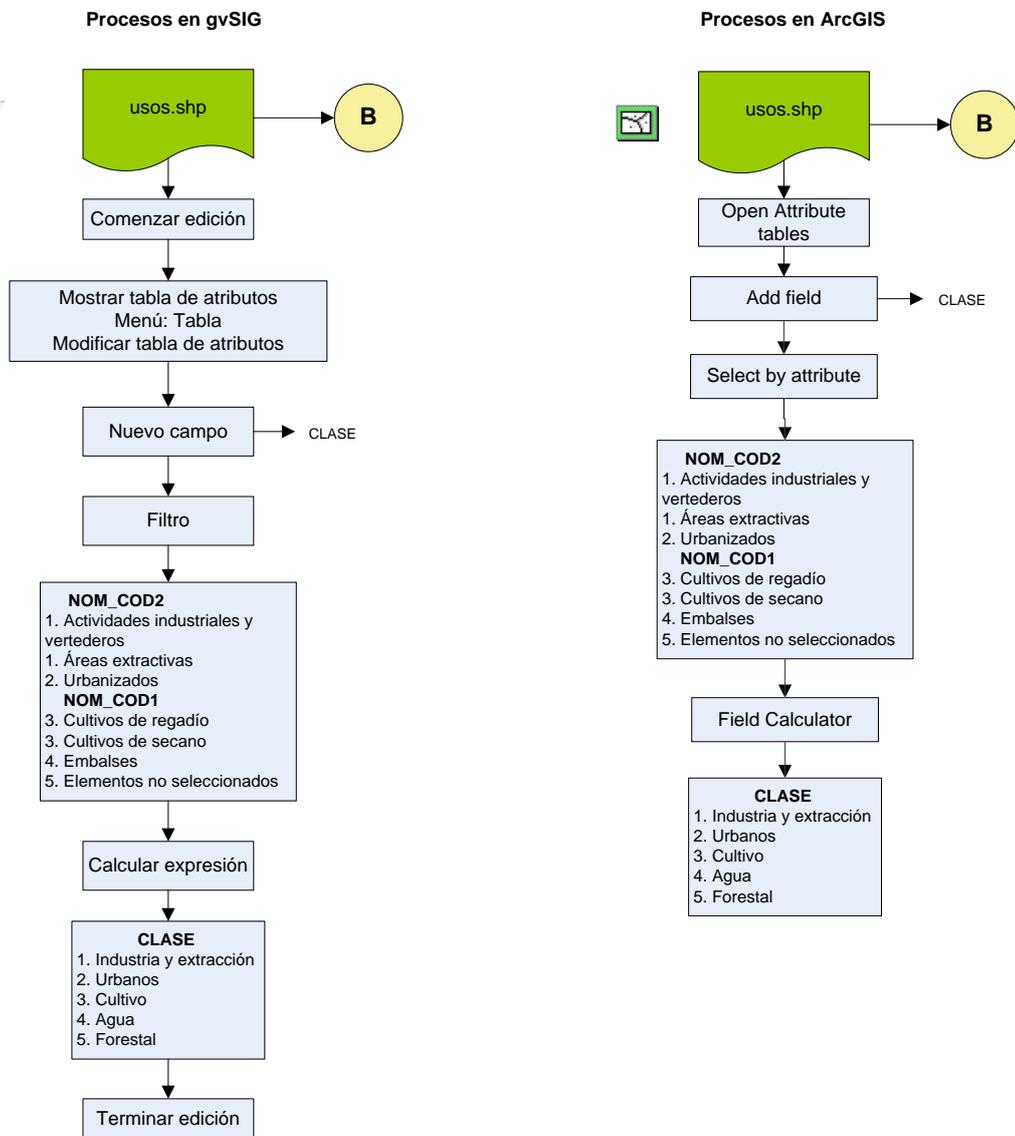
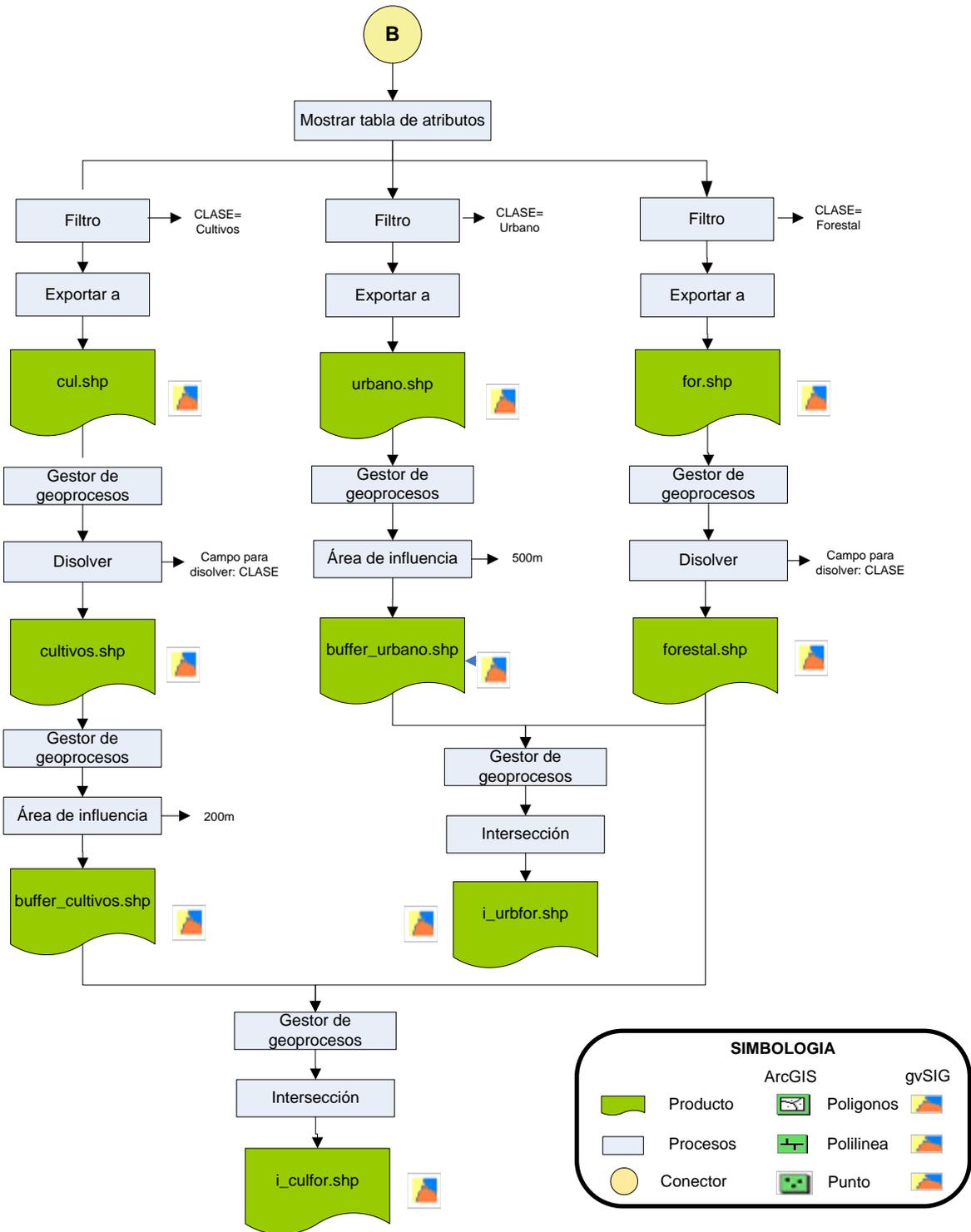
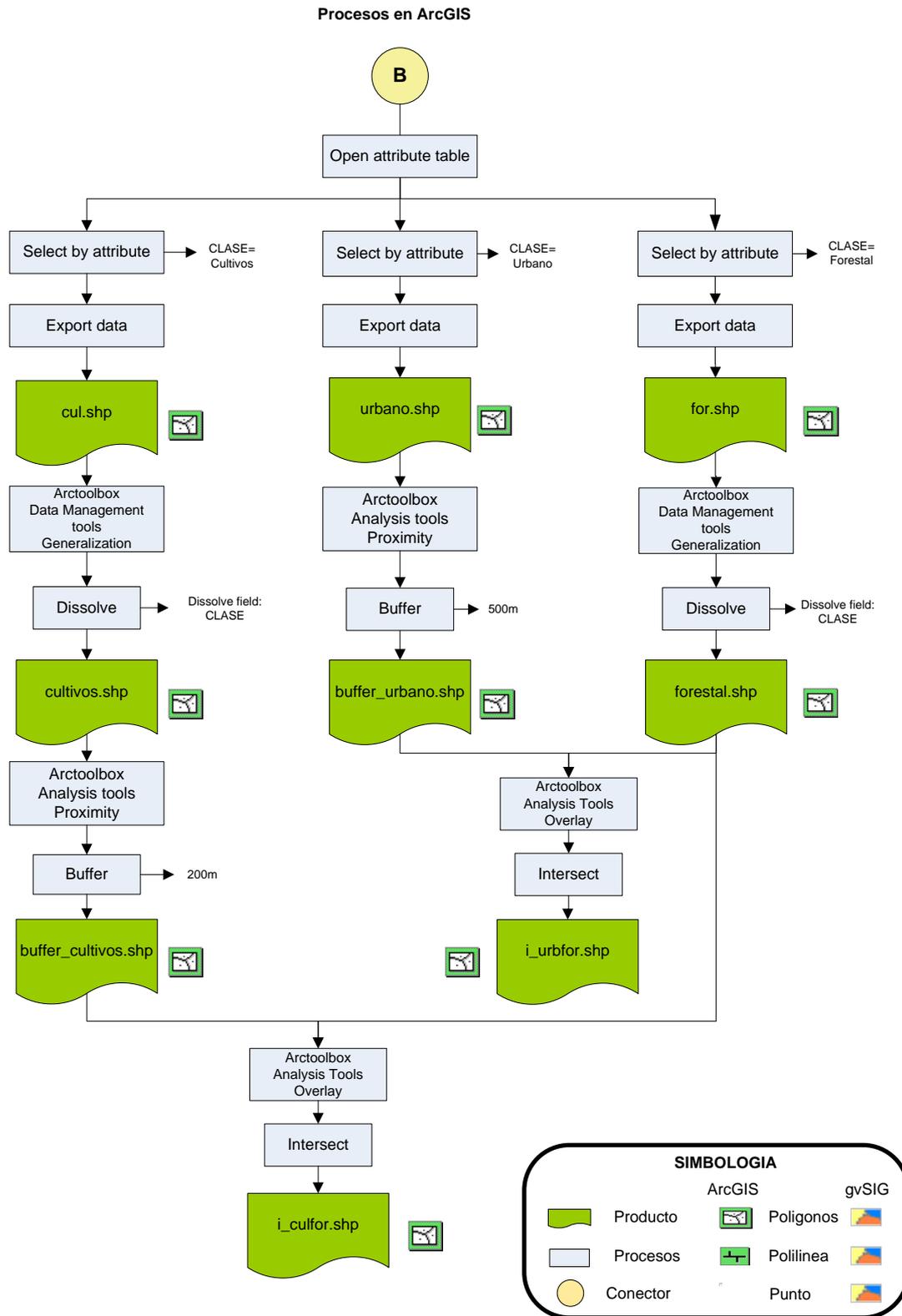


Figura. 4.11. Modelo Cartográfico de reclasificación de la cobertura de usos del suelo

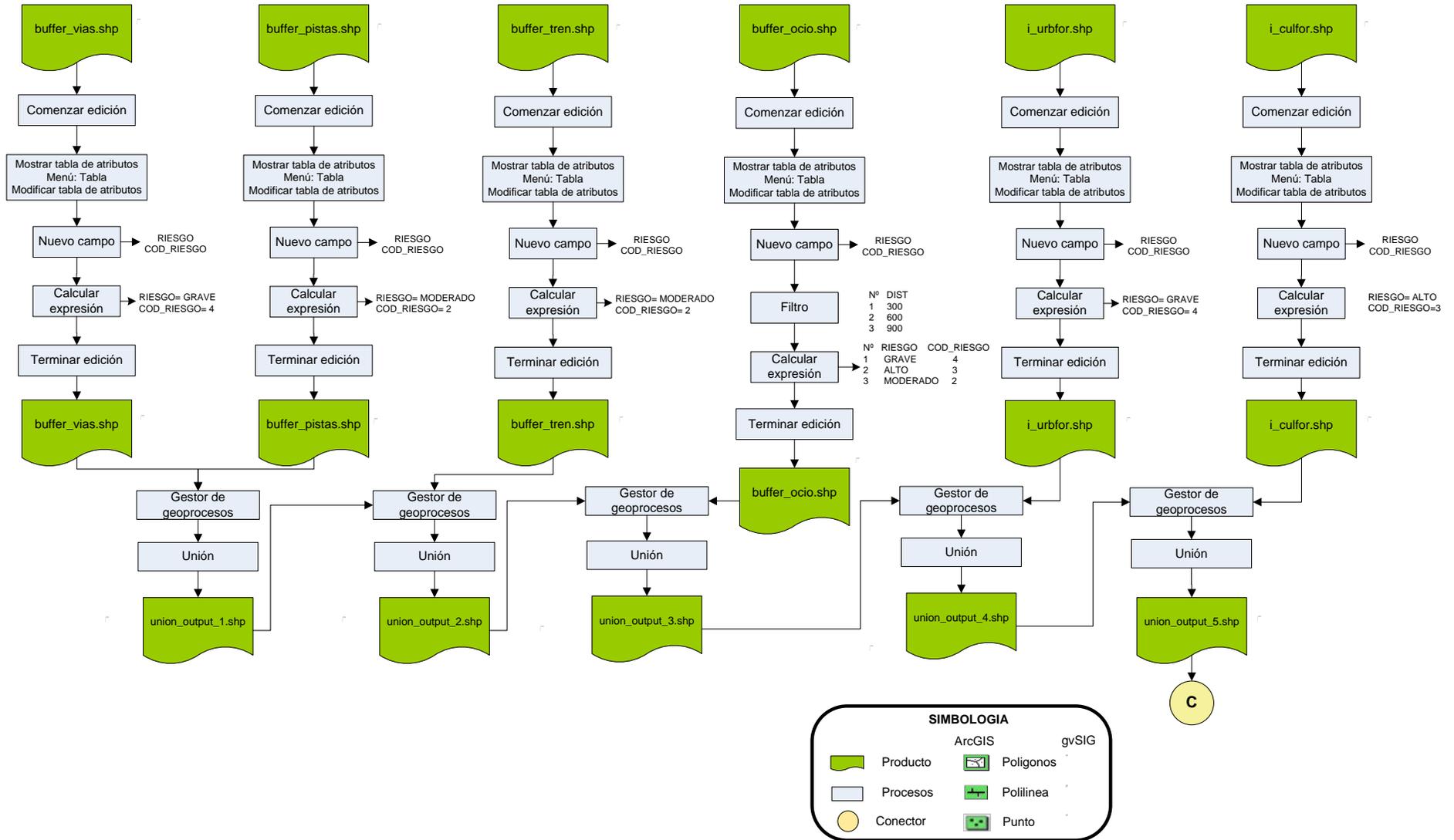
Procesos en gvSIG



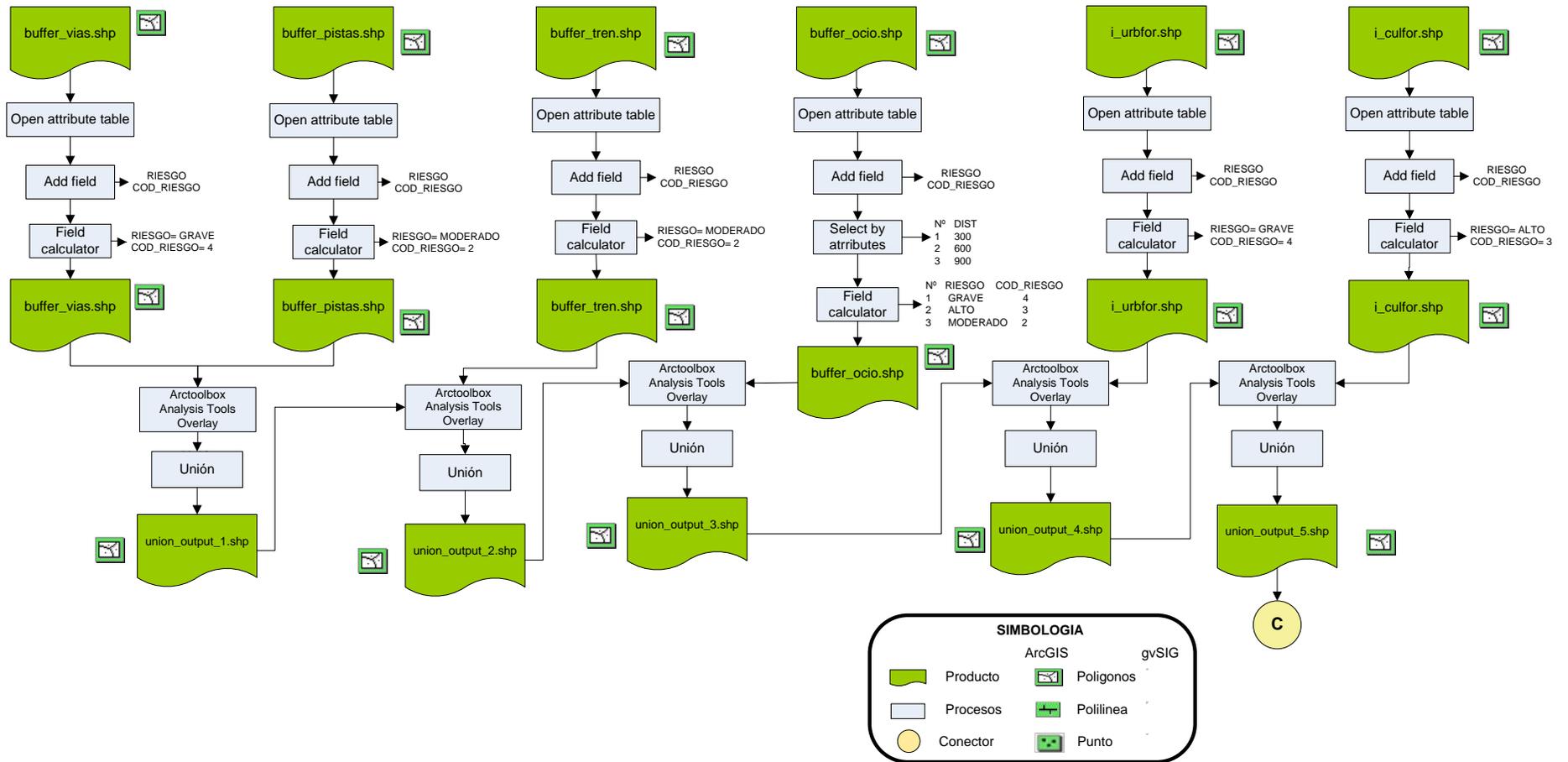


**Figura. 4.12. Modelo Cartográfico de obtención de las zonas de interfaz urbano-forestal y cultivos-forestal**

Procesos en gvSIG



Procesos en ArcGIS



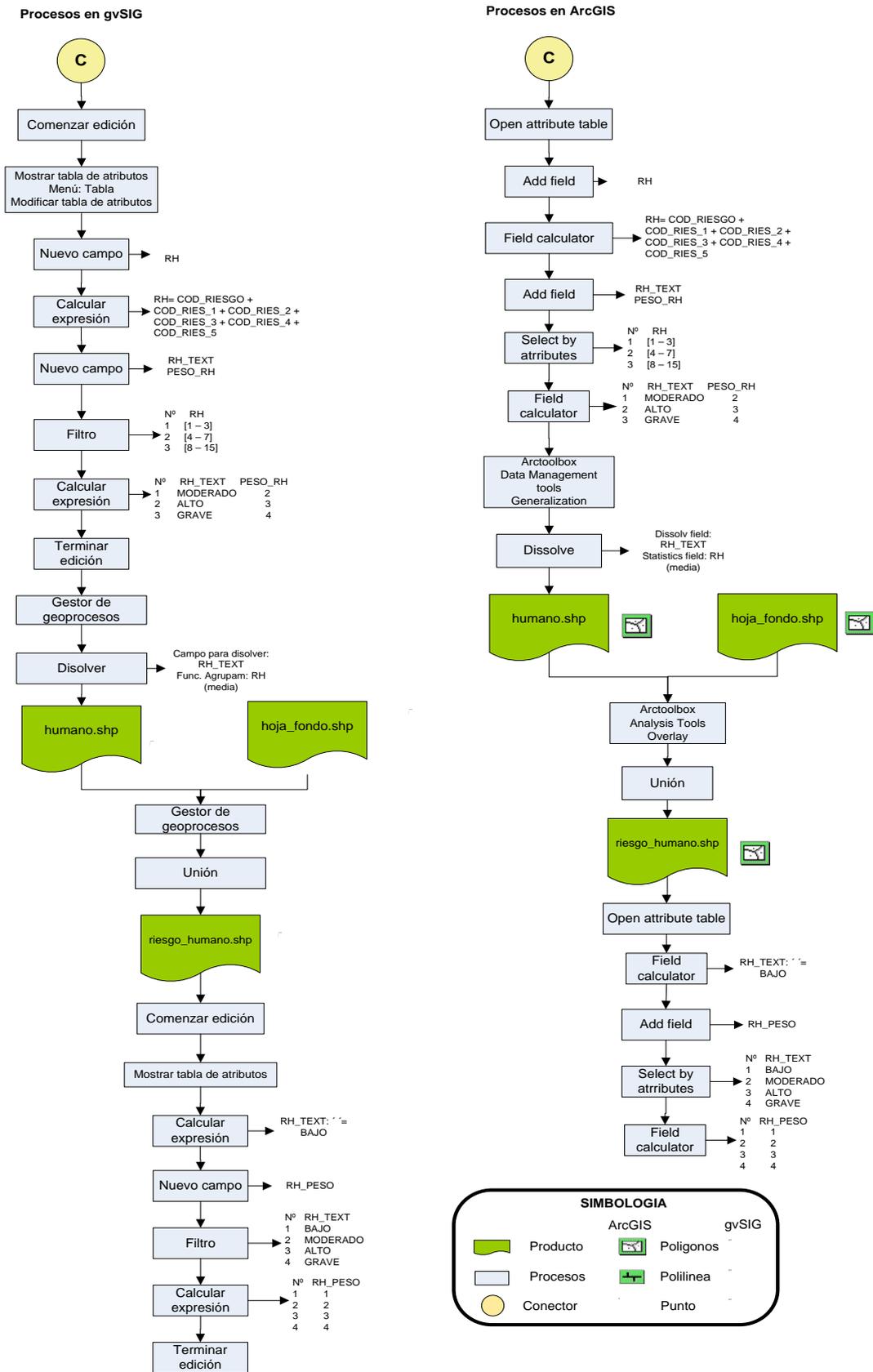


Figura. 4.13. Modelo Cartográfico de Integración de factores asociados a la actividad humana

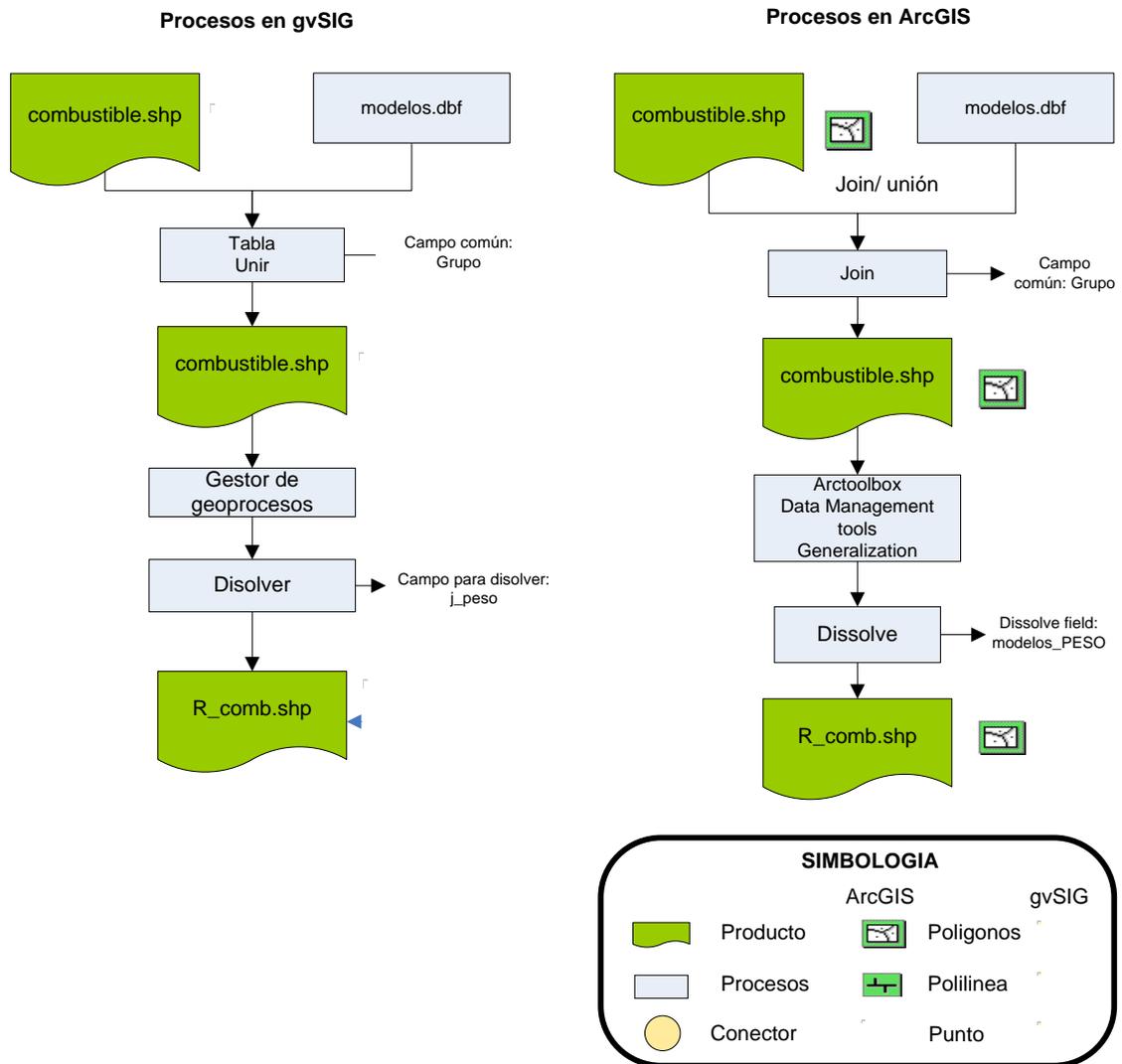


Figura. 4.14. Modelo Cartográfico del Riesgo derivado del modelo de combustible

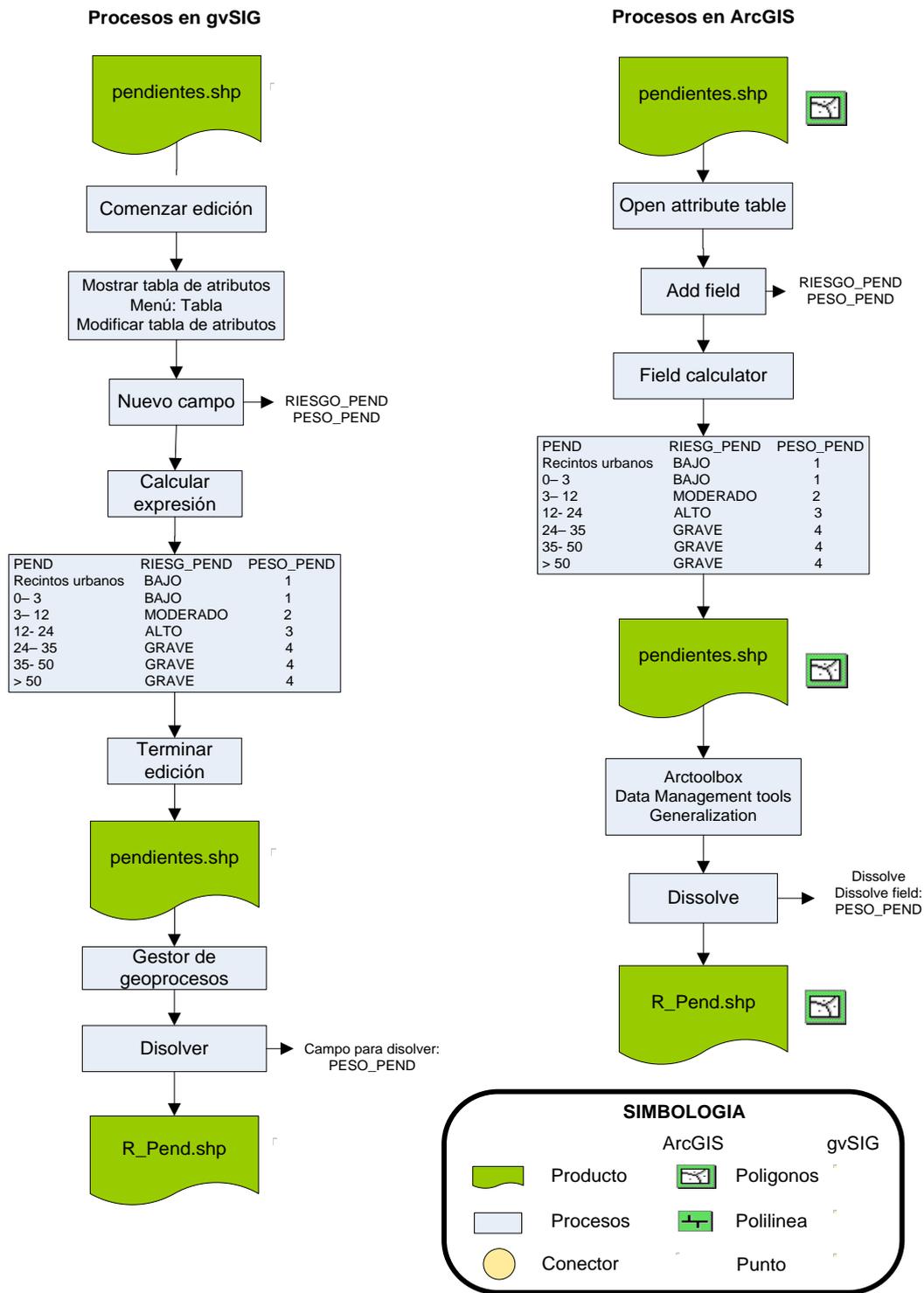


Figura. 4.15. Modelo Cartográfico del Riesgo derivado de la pendiente

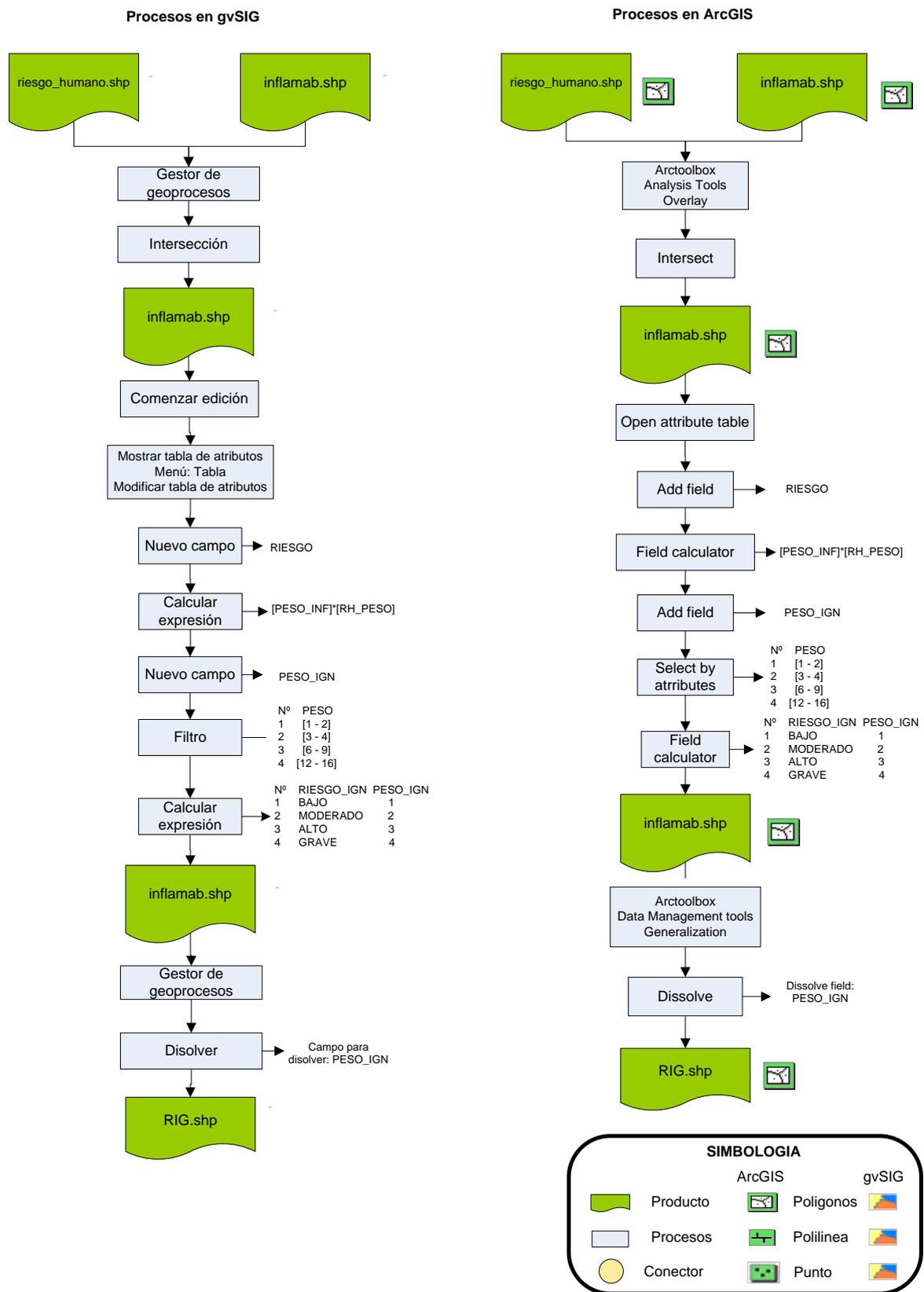


Figura. 4.16. Modelo Cartográfico de Estimación del Riesgo de Ignición

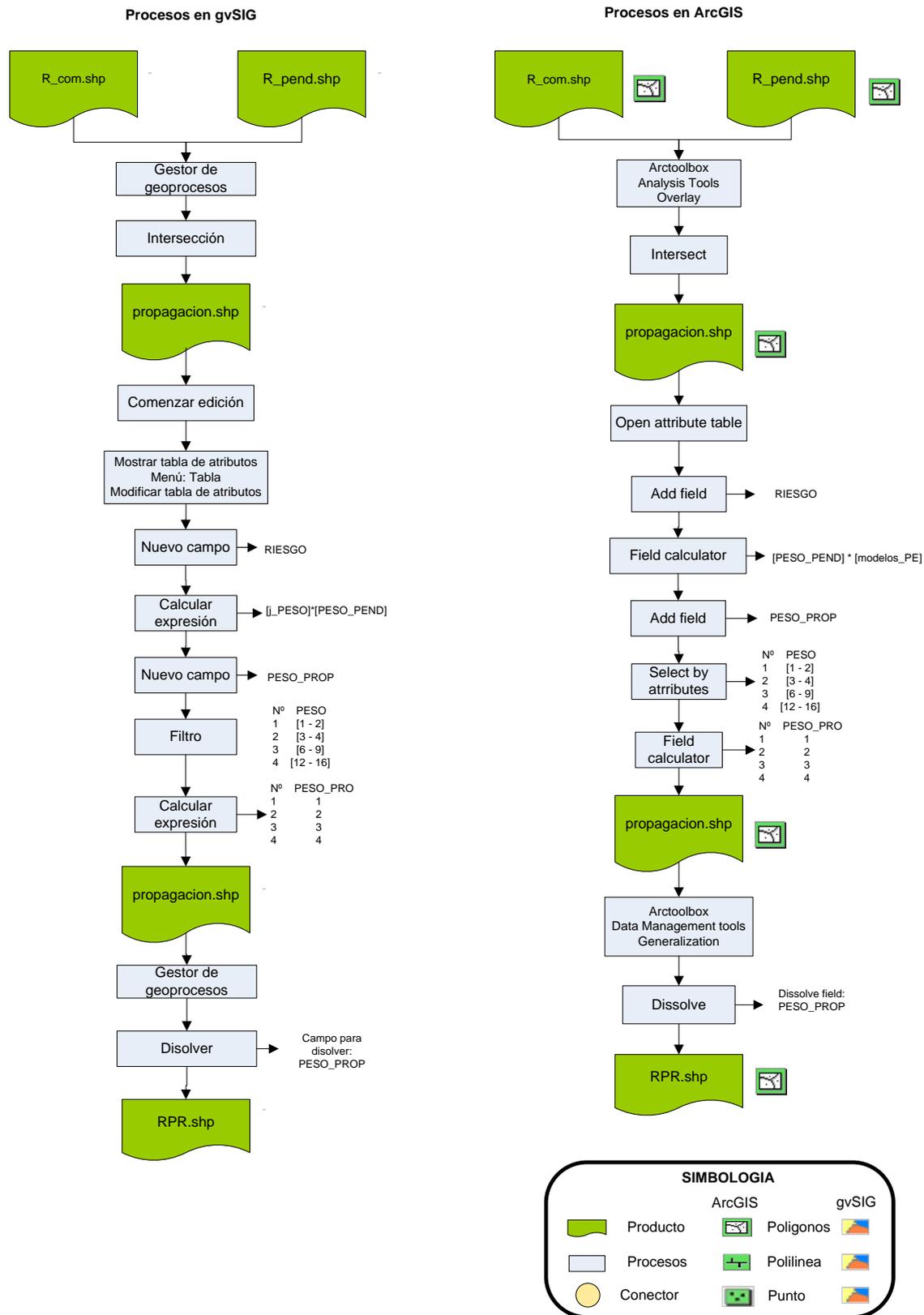


Figura. 4.17. Modelo Cartográfico de Estimación del Riesgo de Propagación

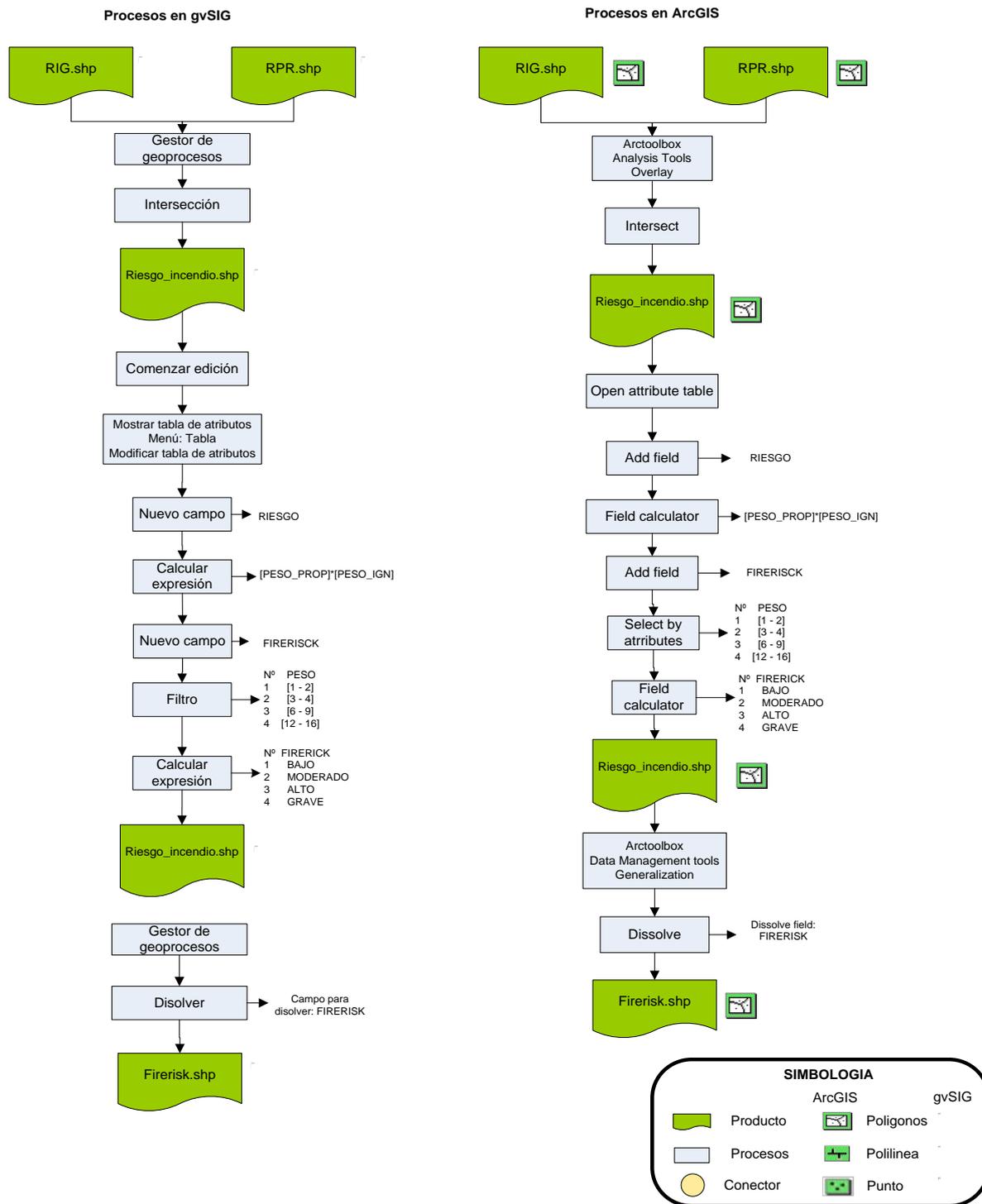


Figura. 4.18. Modelo Cartográfico del Cálculo del Riesgo integrado de incendio

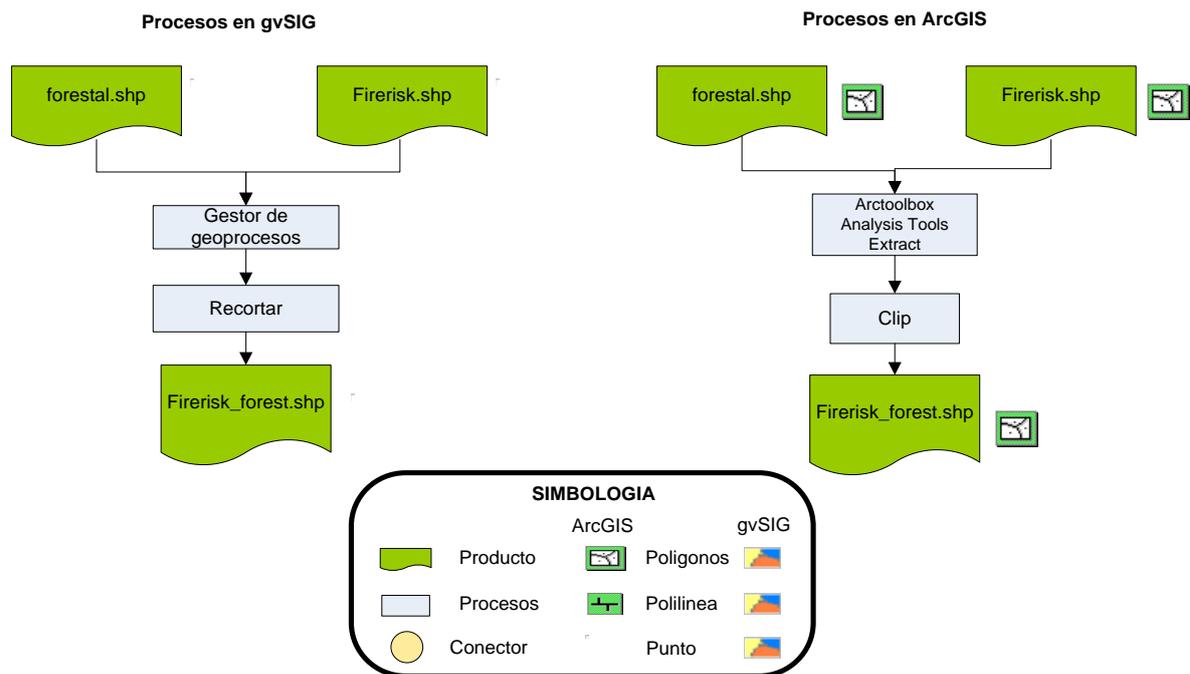


Figura. 4.19. Modelo Cartográfico de Riesgo en Zonas forestales de Torrelaguna

Luego de realizar la práctica que se indica en el anexo 2, se pudo obtener una evaluación cualitativa de los paquetes la cual se indica en la tabla 4.24.

Tabla. 4.24. Matriz de evaluación cualitativa de la métrica de facilidad de aprender las funciones

Pruebas utilizando un manual	
gvSIG	ArcGIS
La utilización de este manual sirvió para conocer y utilizar las herramientas y recursos que posee el software y la estimación de un tiempo en completar las tareas.	Al conocer mejor este software se puede utilizar eficazmente las herramientas, por tal motivo se pueden realizar más rápido una tarea.
Al terminar la práctica se pudo concluir que los resultados en ambos software son muy diferentes ya que en gvSIG se eliminan muchos registros, mientras que en ArcGIS el resultado es muy similar a lo que pide el ejemplo.	

La evaluación cuantitativa se muestra en la tabla 4.25 y se la obtuvo a partir de los resultados obtenidos de sumar el tiempo en terminar de realizar la práctica, lo cual se logró medir a través del administrador de tareas que contiene la plataforma de Windows XP.

**Tabla. 4.25. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica de facilidad de aprender las funciones**

Software	gvSIG	ArcGIS
<b>Indicador</b>	Usabilidad	
<b>Atributo</b>	Capacidad para ser aprendido	
<b>Nombre de la Métrica</b>	Facilidad de aprender las funciones o fácil función de aprendizaje.	
<b>Medición fórmula y cálculo de datos</b>	T= sumar el tiempo de operación hasta que el usuario consiga realizar una tarea o practica dentro de un corto tiempo.	
<b>Interpretación del valor medido</b>	0<T, el valor más rápido es mejor	
<b>Valor obtenido</b>	T= 2h 45min	T=2h 30 min
<b>Nivel obtenido</b>	Alto	Alto
<b>Recursos utilizados o información utilizada</b>	Los datos utilizados se encuentran dentro de la carpeta Cartografía y subcarpeta Usabilidad y Aprendido, obtenido de Universidad de Alcalá, Departamento de Geografía.	
<b>Interpretación de resultados</b>	Este tiempo va depender de la persona que este manejando el software y si este cuenta además con conocimiento de las herramientas que contiene el mismo.	
<b>Conclusión de la comparación de resultados</b>	Los software al tener variada documentación, y contar con ejemplos prácticos va facilitar al usuario aprender.	

En la figura 4.20, se muestra los resultados obtenidos del proceso de evaluación de calidad del software, en el que se puede notar que gvSIG cuenta con 90% y ArcGIS con 100% y esto es debido al tiempo en que cada paquete se demora en realizar, obtener los diferentes resultados.

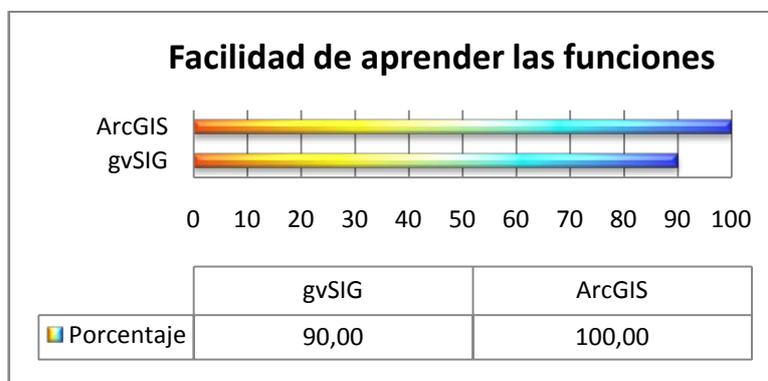


Figura. 4.20. Resultados del nivel de calidad de la métrica de facilidad de aprender las funciones

### 4.3.3.3 Capacidad de atracción

Las tablas 4.26 y 4.27 se detallan los aspectos tomados en cuenta para realizar la evaluación de este atributo.

Tabla. 4.26. Lista de chequeo de especificaciones básicas del software

Subtema	Funcionalidad	gvSIG		ArcGIS	
		Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
Proyecto	Extensión proyectos	–	.gvp	–	.mxd
	Crear proyecto	√		√	
	Abrir proyectos	√		√	
	Guardar proyectos	√		√	
Configuración	Interfaz grafico	√	Vistas, tablas, mapas	√	Data frame, table, Layouts
	Barras de menú o iconos	√		√	
	Barra de herramienta	√		√	
	Tabla de contenido (ToC)	√		√	
	Conexión directa a servidores web	√		√	
Total (8)		8 (√)		8 (√)	
		0 (X)		0 (X)	

Tabla. 4.27. Lista de chequeo de varios aspectos

Subtema	gvSIG		ArcGIS	
	Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
Asistencia a ferias, encuentros y jornadas técnicas.	√		√	
Idioma	√	Español, Inglés, Gallego, Francés, Italiano, Portugués, Polaco, Ruso, Alemán, Griego, Serbio, Swahili, Turco, Checo, Euskera, Rumano	√	Inglés
Disponibilidad del código fuente para desarrollo de extensiones o modificaciones del programa	√	Java, C++, Visual Basic	X	
Página web oficial	√	www.gvsig.com	√	www.esri.com
Descargar librerías	√	Software eclipse	√	www.esri.com
Total (5)	5 (√)		4(√)	
	0 (X)		1 (X)	

### Jornadas de ArcGIS

- Jornadas Esri en Globalgeo 2011, en el Ayuntamiento de Barcelona03 de marzo de 2011.
- XVIII Conferencias Latinoamericana de ESRI, en San José Costa Rica el 26 de octubre del 2011

### Jornadas de gvSIG

- 6 jornadas internacionales: la última jornada celebrada 1 al 3 de diciembre de 2010, en Valencia - España, organizadas por la Asociación para la Promoción de la Geomática Libre y el Desarrollo de gvSIG (Asociación gvSIG),
- Primera jornada latinoamericana: 1as Jornadas de Uruguay de gvSIG. "La Información Geográfica AL ALCANCE DE TODOS", los días 16 y 17 de Junio del 2011. Lugar: Montevideo, Facultad de Arquitectura - Universidad de la República.

A continuación se realizó el análisis de las tablas 4.26 y 4.27, para obtener la evaluación cualitativa que se indica en la tabla 4.28.

**Tabla. 4.28. Matriz de evaluación cualitativa de la métrica de Interacción atractiva**

Subtema	Evaluación	Conclusiones
<b>Especificaciones básicas del software</b>		
Proyecto	Equivalentes (El proyecto gvp y mxd., de gvSIG y ArcGIS respectivamente es un manejador de datos que permite abrir los datos proyectos guardados en diferentes ubicaciones, los cuales pueden contener datos tanto vectorial como raster.)	GvSIG y ArcGIS son programas que pueden ser muy atractivos visualmente ya que cuenta con una interfaz gráfico similar.
Configuración	Equivalentes (gvSIG es muy similar a ArcView en su interfaz gráfico (dentro del proyecto gvSIG maneja tres tipos de documentos: Vistas, Tablas y Mapas). ArcGIS es parecido a lo es ArcView ya que en un proyecto puede manejar vistas, tablas y mapas). Los menús e iconos que presentan los paquetes ayudan a disminuir el tiempo para comprender y navegar por el programa además que son de color, tamaño adecuado, comprensible e identificable, en la pantalla además se despliega el nombre del icono.	

Subtema	Evaluación	Conclusiones
<b>Varios</b>		
Asistencia a ferias, encuentros y jornadas técnicas.	Equivalentes	ArcGIS y gvSIG son paquetes que pueden ser atractivos al usuario debido a que cuentan con varios factores que favorecen el aumento de clientes. GvSIG puede ser atractivo para el usuario debido a que los desarrolladores pueden programar y desarrollar nuevas herramientas. Además gvSIG y ArcGIS son programas buenos pero su diferencia radica en la facilidad de que el primero se puede implementar nuevos idiomas, mientras que el otro solo lo podemos encontrar en inglés pero eso no puede ser un impedimento para poderlo utilizar.
Idioma	El paquete de gvSIG se puede instalar en diferentes lenguajes con lo cual facilita el aumento de nuevos usuarios, mientras que ArcGIS el usuario que lo utilice debe tener un conocimiento del idioma inglés	
Disponibilidad del código fuente	GvSIG al disponer del código fuente se puede modificar y adaptar el programa y tener independencia tecnológica. Mientras que en ArcGIS el código fuente es secreto por lo cual no se puede realizar modificaciones y se da una dependencia del fabricante del software para nuevas herramientas.	
Página web	Equivalentes	
Descargar librerías	Equivalentes	

Luego de evaluar las tablas 4.26 y 4.27 se obtuvieron de cada aspecto los porcentajes lo cual se puede apreciar en la tabla 4.29.

**Tabla. 4.29. Resultados obtenidos de la métrica de Interacción atractiva**

Aspectos a evaluar	Total	gvSIG		ArcGIS	
		Valores	Porcentaje	Valores	Porcentaje
Especificaciones básicas	8	8	100	8	100
Varios aspectos	5	5	100	4	80
<b>TOTAL</b>	13	13	100	12	90

La evaluación cuantitativa se obtuvo al realizar la tabulación e interpretación de los resultados obtenidos de la tabla 4.29., con lo cual se pudo realizar el análisis de calidad del software que se muestra en la tabla 4.30.

**Tabla. 4.30. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica de interacción atractiva**

Software	gvSIG	ArcGIS
<b>Indicador</b>	Usabilidad	
<b>Atributo</b>	Capacidad de atracción	
<b>Nombre de la Métrica</b>	Interacción atractiva	
<b>Medición fórmula y cálculo de datos</b>	$X = 1 - (A/B)$ A= número de atributos que contiene el software B= número total de atributos que contiene el software para hacer atractivo	
<b>Interpretación del valor medido</b>	$0 \leq X \leq 1$ , entre más cercano a 1, es mejor	
<b>Valor obtenido</b>	A= 13 B= 13 X= 1.00	A= 12 B= 13 X=0.90
<b>Nivel obtenido</b>	Alto	Alto
<b>Recursos utilizados o información utilizada</b>	Manuales de gvSIG y ArcGIS, los cuales se encuentran dentro de la carpeta Cartografía y subcarpeta Usabilidad y Atracción.	
<b>Interpretación de resultados</b>	GvSIG, cumple con las expectativas, al estar en un nivel alto.	ArcGIS, se encuentra en un nivel alto de satisfacción cumple
<b>Conclusión de la comparación de resultados</b>	GvSIG y ArcGIS, cuenta con una alta capacidad de atracción debido al interfaz que cuentan ya que son muy parecidas, descargar librerías, asistencia a jornadas técnicas además de la disponibilidad de una página web oficial de la cual se puede conocer nuevas versiones y extensiones en desarrollo.	

En la figura 4.21, se muestra los resultados obtenidos durante el proceso de evaluación de calidad de los paquetes en el que se puede notar que gvSIG y ArcGIS se encuentran en un porcentaje aceptable siendo 100% y 90% respectivamente y esto debido al diseño gráfico con que cuentan siendo atractivo y agradable para su utilización lo cual facilita el aumento de nuevos usuarios. Además gvSIG cuenta con un punto a su favor que es la disponibilidad del código fuente con lo cual se pueden realizar modificaciones en la configuración o interfaz del paquete, mientras que en ArcGIS no se puede modificar el diseño gráfico que presenta el software ya que eso solo lo puede realizar la empresa productora del software.

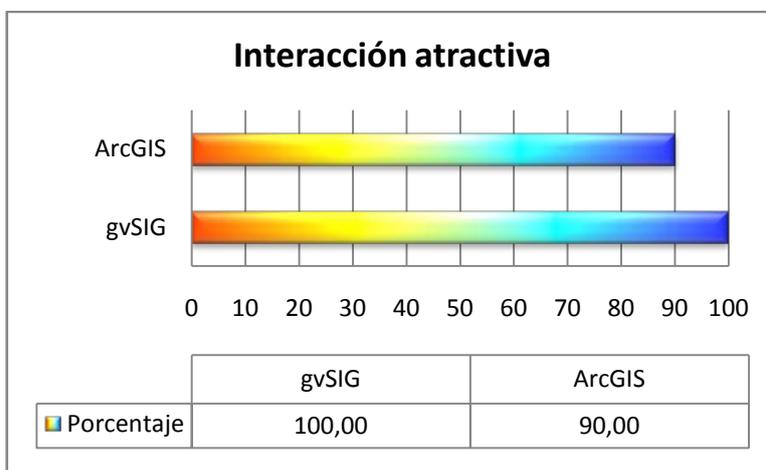


Figura. 4.21. Resultados del nivel de calidad de la métrica de Interacción atractiva

### 4.3.4 Eficiencia

#### 4.3.4.1 Comportamiento temporal

Tabla. 4.31. Tiempo de procesamiento de información

Proceso	Información	Registros	Tipo de Datos	Registros gvSIG	Registros ArcGIS	Tiempo		Estadística	
						gvSIG	ArcGIS	gvSIG	ArcGIS
Intersección	curvas_20m limite_ambato	33517 1	Líneas Polígono	Líneas 28762	Líneas 28783	0 <sup>h</sup> 15`31``	0 <sup>h</sup> 00`36``	3.87%	100%
Unión	pendientes capacidad	12070 6181	Polígono Polígono	Polígono 43361	Polígono 12859	02 <sup>h</sup> 04`00``	0 <sup>h</sup> 0`16``	0.22%	100%
Disolver	peligr_volcanic	12332	Polígono	Polígono 6	Polígono 6	0 <sup>h</sup> 0`34``	0 <sup>h</sup> 0`07``	20.59%	100%
Buffer	drenajes	1100	Línea	Polígono 1110	Polígono 1110	0 <sup>h</sup> 0`03``	0 <sup>h</sup> 0`04``	100%	75%
Buffer múltiple	drenajes	1100	Línea	Polígono 3330	Polígono 3	0 <sup>h</sup> 0`06``	0 <sup>h</sup> 0`48``	100%	12.50%
Juntar/ Merge	curv_paisvasc1 curv_paisvasc2	139 1043	Líneas Líneas	Líneas 1182	Líneas 1182	0 <sup>h</sup> 0`03``	0 <sup>h</sup> 0`01``	33.33%	100%
Recortar/ clip	curvas_20m limite_pumah	33517 1	Líneas Polígono	Líneas 4426	Líneas 4431	0 <sup>h</sup> 0`09``	0 <sup>h</sup> 0`09``	100%	100%
Diferencia/ erase	capacidad_uso limite_pumah	6181 1	Polígono Líneas	Polígono 5343	Polígono 5343	0 <sup>h</sup> 00`29``	0 <sup>h</sup> 00`07``	24.14%	100%

MDT	curvas_20m limite_ambato	33517 1	Líneas Polígono	Raster	TIN	0 <sup>h</sup> 20'06''	0 <sup>h</sup> 01'31''	7.55%	100%
Reliev/Sombra (Hillshade)	MDT	gvSIG (raster) ArcGIS(TIN)	Raster TIN	Raster	Raster	0 <sup>h</sup> 00'51''	0 <sup>h</sup> 00'16''	31.37%	100%
Visibilidad (Viewshed)	MDT Antena	Raster o TIN	Raster/ TIN Punto	Raster	Raster	07h38'53''	0 <sup>h</sup> 00'09''	0.03%	100 %
Orientaciones (Aspect)	MDT	gvSIG (raster) ArcGIS(TIN)	Raster TIN	Raster	Raster	0 <sup>h</sup> 01'12''	0 <sup>h</sup> 00'47''	65.28%	100 %
Pendientes (Slope)	MDT	gvSIG (raster) ArcGIS(TIN)	Raster TIN	Raster	Raster	0 <sup>h</sup> 00'25''	0 <sup>h</sup> 00'54''	100%	46.30%
Reclasificación	Pendientes (Slope)	Raster	Raster	Raster	Raster	0 <sup>h</sup> 01'06''	0 <sup>h</sup> 00'04''	6.06%	100%
Calculadora raster	Slope +Aspect + Viewshed + Hillshade	Raster	Raster	Raster	Raster	0 <sup>h</sup> 22'07''	0 <sup>h</sup> 00'05''	0.38%	100%
Contorno (Contour)	MDT	gvSIG (raster) ArcGIS(TIN)	Raster TIN	Líneas 27512	Líneas 184	0 <sup>h</sup> 24'06''	0 <sup>h</sup> 00'07''	0.48%	100%
Definir proyección: capa vectorial	geomor_amb_sg	6129	Líneas	Líneas 6129	Líneas 6129	0 <sup>h</sup> 00'05''	0 <sup>h</sup> 00'01''	20%	100%
Reproyectar capa vectorial	geomor_amb_sg	6129	Líneas	Líneas 6129	Líneas 6129	0 <sup>h</sup> 00'06''	0 <sup>h</sup> 00'05''	83.33%	100%
Definir proyección: capa raster	orientac_amb_sg	Raster	Raster	Raster	Raster	0 <sup>h</sup> 00'02''	0 <sup>h</sup> 00'04''	100%	50%
Reproyectar: raster	orientac_amb_sg	Raster	Raster	Raster	Raster	0 <sup>h</sup> 00'02''	0 <sup>h</sup> 00'14''	100%	14.29%
TOTAL						11 <sup>h</sup> 09'56''	0 <sup>h</sup> 06'25''	44.83%	84.90%

La tabla 4.31 se obtuvo al utilizar las diferentes herramientas de geoprocésamiento y análisis raster de los paquetes gvSIG y ArcGIS para conocer el nivel de rendimiento, esto se logró a partir de medir el tiempo en que se demora en realizar los diferentes geoprocésos, con ayuda del administrador de tareas, se debe tomar en cuenta que los resultados pueden variar dependiendo de la versión del software así como de las propiedades del computador.

Posteriormente se realizó el análisis de la tabla 4.31 en la cual se puede notar que las casillas que se encuentran en color celeste sus procesos toman demasiado tiempo, posteriormente se evaluó el atributo de tiempos de procesos, obteniendo de esta manera la matriz de evaluación cualitativa la cual se indica en la tabla 4.32.

**Tabla. 4.32. Matriz de evaluación cualitativa de la métrica de Tiempo de respuesta**

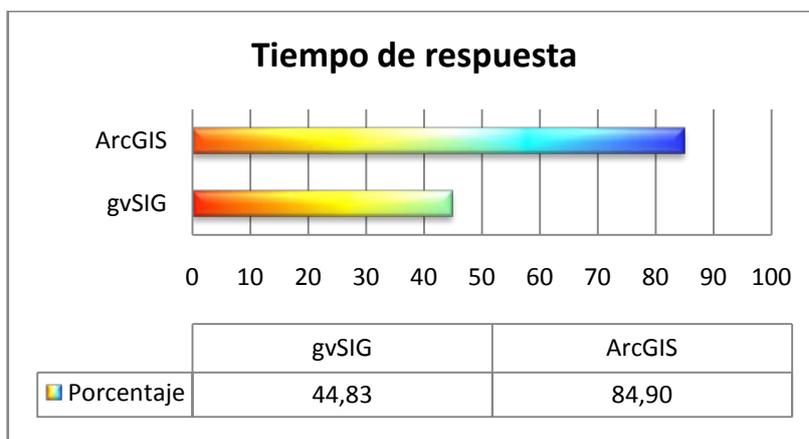
Subtema	Evaluación	Conclusiones
<b>Rendimiento</b>		
Tiempos de ejecución (Velocidad de procesamiento de información)	GvSIG al realizar algún proceso se puede tardar varios minutos u horas además procesos que utilizan capas de entrada con sistema de referencia al procesarlas su capas de salida su proyección es indefinidas. En cambio en ArcGIS para realizar el mismo proceso el resultado se da en menor tiempo, además que las capas resultantes salen con su sistema de referencia y también es más fácil de conocer que parámetros se debe ingresar para poder obtener unos buenos resultados.	gvSIG la velocidad para realizar análisis espaciales es demoroso, además se tiene que intuir que capas se debe ingresar para utilizar las herramientas de Sextante, mientras que en ArcGIS los procesos muchas veces se realiza en muy poco tiempo de esta forma se optimiza el uso de los recursos.

La evaluación cuantitativa se obtuvo de la sumatoria total de los tiempos de procesos presentados de la tabla 4.31, los resultados de esta evaluación se la puede apreciar en la tabla 4.33.

**Tabla. 4.33. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica de Tiempo de respuesta**

Software	gvSIG	ArcGIS
<b>Indicador</b>	Eficiencia	
<b>Atributo</b>	Comportamiento temporal	
<b>Nombre de la Métrica</b>	Tiempo de respuesta	
<b>Medición fórmula y cálculo de datos</b>	T= sumatoria de todos los tiempos de los diferentes procesos realizados.	
<b>Interpretación del valor medido</b>	0<T, el valor más rápido es mejor	
<b>Valor obtenido</b>	T= 11 <sup>h</sup> 09'56''	T=0 <sup>h</sup> 06'25''
<b>Nivel obtenido</b>	Bajo	Alto
<b>Recursos utilizados o información utilizada</b>	Los datos utilizados para realizar esta evaluación se encuentran dentro de la carpeta Cartografía y subcarpeta Eficiencia y Comport_tempor.	
<b>Interpretación de resultados</b>	Al realizar un proceso se necesita que este abarque el menor tiempo siendo muy negativo para gvSIG, debido a que muchos procesos toman demasiado tiempo, además a veces se tiene que intuir que parámetros ingresar.	ArcGIS, proporciona una rapidez muy acorde a un software propietario en el cual no existe inconveniente para utilizar diferentes herramientas de análisis vectorial o raster.
<b>Conclusión de la comparación de resultados</b>	En gvSIG se encuentra en un nivel de rendimiento deficiente ya que los tiempos de respuesta en la terminación de un proceso son muy largos cuando hay grandes cantidades de datos, mientras que en ArcGIS el mismo proceso lo realiza en poco tiempo. Se puede puntualizar que gvSIG es una buena solución técnica pero cuando no se maneje un volumen excesivo de datos esto se debe a que este software no sigue un modelo de datos topológicos lo cual no le permite una ejecución de geoprocursos en poco tiempo, mientras que ArcGIS posee un mejor rendimiento en operaciones de geoprocuremento debido a que construye estructuras de almacenamiento topológico.	

En la figura 4.22, se muestra los resultados obtenidos del proceso de evaluación en el que se puede notar que gvSIG cuenta con 44.83% y ArcGIS con 84.9% y esto es debido al tiempo total que se demoran en concluir los diferentes procesos.



**Figura. 4.22. Resultados del nivel de calidad de la métrica de Tiempo de respuesta**

Además se generaron los diferentes mapas en gvSIG y ArcGIS los cuales se puede apreciar en los anexos de MAPAS del 5 al 12 de los diferentes resultados obtenidos de la tabla 4.31, también se indica en la tabla 4.34 los mapas temáticos elaborados.

**Tabla. 4.34. Mapas temáticos elaborados en gvSIG y ArcGIS**

Mapa Temático	Nº Mapa gvSIG	Nº Mapa ArcGIS
Capacidad de uso de las Tierras del Cantón Ambato	Mapa 5	Mapa 6
Modelo Digital de Elevación del Cantón Ambato	Mapa 7	Mapa 8
Relieve del Cantón Ambato	Mapa 9	Mapa 10
Pendientes del Cantón Ambato	Mapa 11	Mapa 12

### 4.3.5 Portabilidad

#### 4.3.5.1 Instalabilidad

La tabla 4.35., se detallan los aspectos tomados en cuenta para realizar la evaluación de este atributo, en los dos paquetes.

**Tabla. 4.35. Lista de chequeo de plataformas y requisitos de instalación**

Subtema	Funcionalidad		gvSIG		ArcGIS	
			Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
Plataforma	Sistema Operativo	Mac	√		X	
		Linux	√		√	
		Windows 98, Windows XP, Windows 7	√		√	
	Macintosh (Intel PC)	√		X		
Requisitos de Instalación	Asistente para instalación		–	Izpack	–	No requiere
	Lenguaje de desarrollo		–	Java	–	Java
	Instalación		–	Con java y pre-requisitos: Máquina Virtual Java 1.4.2 (06 o superior) JAI (Java Advanced Imaging) JAI Image I/O	–	Sin pre-requisitos

A continuación se realizó el análisis de las tablas 4.35., para obtener una evaluación de la métrica de esfuerzo o facilidad de instalación la cual se indica en la tabla 4.36 y 4.37.

**Tabla. 4.36. Matriz de evaluación cualitativa de la métrica de esfuerzo o facilidad de instalación**

Subtema	Evaluación	Conclusiones
<b>Plataformas y Requisitos de instalación</b>		
Plataforma	GvSIG se encuentra por encima en cuanto a la instalación en diversas plataformas ya que ArcGIS solo lo permite en Windows y Linux.	GvSIG cuenta con mayor capacidad para instalación en diferentes plataformas y no requiere de mucho esfuerzo para su instalación.
Requisitos de Instalación	Cada uno tiene sus requerimientos antes de su instalación.	

**Tabla. 4.37. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica de esfuerzo o facilidad de instalación**

Software	gvSIG	ArcGIS
<b>Indicador</b>	Portabilidad	
<b>Atributo</b>	Instalabilidad	
<b>Nombre de la Métrica</b>	Esfuerzo o facilidad en la instalación	
<b>Medición fórmula y cálculo de datos</b>	Se refiere al número de pasos automatizados para la instalación implementados y compararlos con el número de pasos prescritos para la instalación.	
<b>Interpretación del valor medido</b>	0<T, el valor más rápido es mejor	
<b>Valor obtenido</b>	T=38 min	T=1h10 min,
<b>Nivel obtenido</b>	-	-
<b>Recursos utilizados o información utilizada</b>	Software gvSIG, se obtuvo de la página web, <a href="http://www.gvsig.com">www.gvsig.com</a> , pero los instaladores se encuentran dentro de la carpeta Cartografía y subcarpeta Portabilidad y Instalabilidad.	
<b>Interpretación de resultados</b>	Fácil de instalar e intuitivo además que cuenta con un manual de cómo realizar la instalación en diferentes plataformas.	Es compleja su instalación por lo cual es necesario que cuente con un manual para conocer los pasos requeridos.
<b>Conclusión de la comparación de resultados</b>	Al tener el programa gvSIG, se encuentran deficiencias en lo que se refiere a iniciar el programa ya que en la plataforma de XP, su aplicación no permite abrirla a la primera si no que se tiene que intentar varias veces. ArcGIS al iniciar la aplicación se abre rápidamente.	

## 4.4 APLICACIÓN DE LOS INDICADORES UTILIZANDO MÉTRICAS DE CALIDAD EN USO ISO/IEC 9126-4

### 4.4.1 Efectividad

#### 4.4.1.1 Eficacia en la tarea de lectura de datos de diferentes formatos

Los datos utilizados en el estudio fueron en formato raster así como vectorial de diferentes proyectos debido a en un solo proyecto no abarca todos los diferentes tipos de datos, también se realizó una comparación para conocer si pueden o no estos SIG acceder a información remota a través de Internet WMS, WFS, WCS..., los cuales cumplen con estándares de la OGC ver tabla 4.38.

**Tabla. 4.38. Lista de chequeo de formatos de Lectura y servicios OGC**

Subtema	Formatos	gvSIG	ArcGIS	
Fuente de datos	Formato Vectorial	.shp	√	√
		.dxf	√	√
		.dgn	√	√
		.dwg	√	√
		.kml	√	√
		.gml	√	√
	Formato Raster	Arc/Info (grid)	X	√
		.img	√	√
		.rst (idrisi)	√	√
		.bmp	√	√
		.tif	√	√
		.gif	√	√
		.png	√	√
		.jpg	√	√
		mrsid (.sid)	√	√
		.jp2	√	√
		.asc	√	√
		.ecw	√	√

Fuente de datos	Sujeto a Estándares OGC	Cliente WMS (Web Map Service)	√	√
		Cliente WCS (Web Coverage Service)	√	X
		Cliente Servicio nomenclátor	√	X
		Cliente Servicio de Catalogo	√	X
		Cliente WFS (Web Feature Service)	√	X
		Cliente ArcIMS	√	√
Total (24)			23 (√)	20 (√)
			1 (X)	4 (X)

Posteriormente se realizo el análisis de la tabla 4.38, obteniendo de esta manera la matriz de evaluación cualitativa la cual se indica en la tabla 4.39.

**Tabla. 4.39. Matriz de evaluación cualitativa de la métrica de Eficacia en la tarea de lectura de datos de diferentes formatos**

Subtema	Evaluación	Conclusiones
<b>Formatos de Lectura</b>		
Formato Vector	Equivalentes	Son software muy parecido en sus capacidades de interactuar con diferentes formatos raster y vector su diferencia radica en el mayor aprovechamiento de los servicios que la OGC por parte de gvSIG.
Formato Raster	ArcGIS y gvSIG son paquetes muy similares ya que cuentan con la facilidad de leer varios tipos de formatos dependiendo de su uso.	
Sujeto a Estándares OGC	GvSIG es superior en los que se refiere a servicios OGC, mientras que ArcGIS son limitadas los servicios OGC que se puede acceder.	

A partir de la tabla 4.38., se obtuvo los valores de porcentaje, los cuales se puede apreciar en la tabla de resultados 4.40.

**Tabla. 4.40. Resultados obtenidos de la métrica de Eficacia en la tarea de lectura de datos de diferentes formatos**

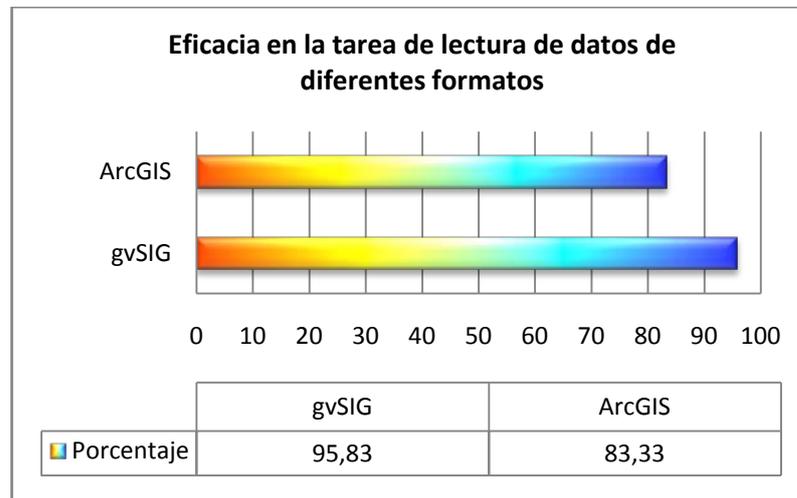
Aspectos a evaluar	Total	gvSIG		ArcGIS	
		Valores	Porcentaje	Valores	Porcentaje
Formatos de Lectura y servicios OGC	24	23	95.83	20	83.33

La evaluación cuantitativa se obtuvo al realizar la tabulación e interpretación de los resultados obtenidos de la tabla 4.40., con lo cual se pudo realizar el análisis de calidad del software que se muestra en la tabla 4.41.

**Tabla. 4.41. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica de Eficacia en la tarea de lectura de datos de diferentes formatos**

Software	gvSIG	ArcGIS
<b>Indicador</b>	Efectividad	
<b>Atributo</b>	-	
<b>Nombre de la Métrica</b>	Eficacia en la tarea de lectura de datos de diferentes formatos	
<b>Medición fórmula y cálculo de datos</b>	$X = A/B$ A= número servicios OGC y formatos de lectura soportados B= número total de acceso a servicios OGC y otros formatos de lectura	
<b>Interpretación del valor medido</b>	$0 \leq X \leq 1$ , entre más cercano a 1, es mejor	
<b>Valor obtenido</b>	A= 23 B= 24 X= 0.96	A= 20 B= 24 X=0.83
<b>Nivel obtenido</b>	Alto	Alto
<b>Recursos utilizados o información utilizada</b>	Los datos utilizados para realizar esta evaluación se encuentran dentro de la carpeta Cartografía y subcarpeta Efectividad y Formatos Lectura.	
<b>Interpretación de resultados</b>	Se encuentra en un nivel alto, debido a la posibilidad de acceder a varios formatos de lectura.	ArcGIS, cuenta con un nivel de satisfacción alto,
<b>Conclusión de la comparación de resultados</b>	Los dos software pueden acceder fácilmente a diferentes formatos de lectura siendo ArcGIS el que no cuenta con la capacidad de acceder a diferentes servicios de la OGC.	

En la figura 4.23., se indica el porcentaje de admisión de datos de lectura que puede soportar cada software obteniendo gvSIG un 95.83% mientras que ArcGIS alcanza un 83.33% y esto se debe a que no cuenta con la capacidad de acceder a muchos servicios de la OGC.



**Figura. 4.23. Resultados del nivel de calidad de la métrica de Eficacia en la tarea de lectura de datos de diferentes formatos**

#### 4.4.1.2 Eficacia en la tarea de escritura o exportación de datos a diferentes formatos

Para conocer los tipos de formatos que permite guardar o exportar los registros de una capa ver tabla 4.42., además en la tabla 4.43., se puede apreciar los resultados obtenidos de exportar a .shp los diferentes formatos.

**Tabla. 4.42. Lista de chequeo de formatos de Escritura o Exportación**

Subtema	Formatos	gvSIG	ArcGIS
Exportar a formato vectorial	Exportar a .shp	√	√
	Exportar a PostGIS	√	X
	Exportar a .dxf	√	√
	Anotaciones	√	√
	Exportar a .gml	√	X
	Exportar a .kml	√	√
Exportar a formato raster	.bmp	√	√
	.img	√	√
	.jpg	√	√
	.png	√	√
	.jp2	√	√
	.gif	X	√
	.grid	X	√
	.tif	√	√
Total (14)		12 (√)	12 (√)
		2 (X)	2 (X)

Tabla. 4.43. Resultados de exportación de datos

Proceso	Información	gvSIG		ArcGIS	
		Tipo de Dato	Registros	Tipo de Dato	Registros
Exportación	Rumiñahui.dwg (115012)	Anotación	1457	Anotación	6028
		Punto	6135	Punto	2371
		Línea	104675	Línea	98296
		Polígono	0	Polígono	8317
Exportación	40-4-D.dxf (País Vasco) (1066)	Anotación	144	Anotación	199
		Punto	267	Punto	68
		Línea	700	Línea	694
		Polígono	109	Polígono	105
Exportación	64-2-B.dxf (País Vasco) (12889)	Anotación	380	Anotación	762
		Punto	1190	Punto	428
		Línea	8474	Línea	8336
		Polígono	3464	Polígono	3373
Exportación	Tena.dgn (15832)	Anotación	485	Anotación	3119
		Punto	5218	Punto	2091
		Línea	10617	Línea	10026
		Polígono	596	Polígono	596

La evaluación cuantitativa se obtuvo a partir de la tabla 4.42., con lo cual se analizó y se obtuvo la tabla 4.44.

**Tabla. 4.44. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica de Eficacia en la tarea de escritura o exportación de datos a diferentes formatos**

Subtema	Evaluación	Conclusiones
<b>Formatos de escritura de datos</b>		
Exportar a formato vectorial	Equivalentes	ArcGIS es similar a gvSIG en lo que se refiere a exportación de archivos a diferentes formatos dependiendo del uso o aplicación que se desea dar, pero su diferencia radica en los resultados gvSIG es inconsistente a la hora exportar los datos .dgn o .dwg a ficheros shp el software escoge que tipo de dato si es línea, punto o polígono teniendo en cuenta que también encontramos anotaciones o texto en el .dgn o .dwg y de todas formas lo exporta como dato tipo línea o punto, duplicando los elementos que se tienen, además no permite realizar una exportación de datos seleccionados a través de sentencias SQL.
Exportar a formato raster	ArcGIS tiene su ventaja en exportar archivos a mayor variedad de formatos.	

Con las tablas de evaluación 4.42., se obtuvo el porcentaje lo cual se puede apreciar en la tabla de resultados 4.45.

**Tabla. 4.45. Resultados obtenidos de la métrica de Eficacia en la tarea de escritura o exportación de datos a diferentes formatos**

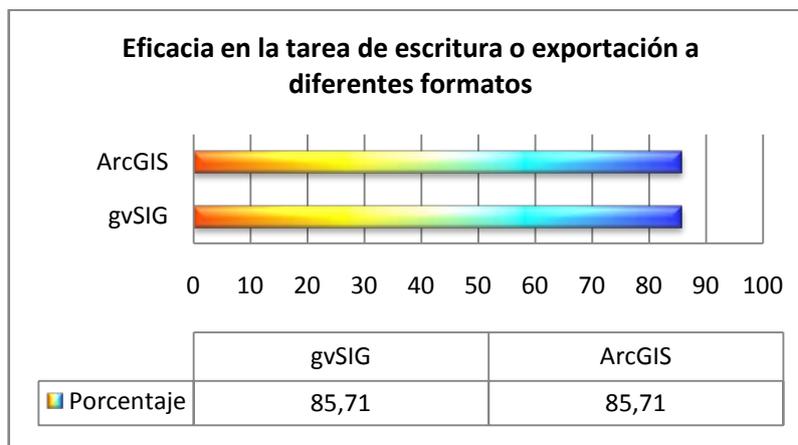
Aspectos a evaluar	Total	gvSIG		ArcGIS	
		Valores	Porcentaje	Valores	Porcentaje
Formatos de Escritura de Datos	14	12	85.71	12	85.71

La evaluación cuantitativa se obtuvo al realizar el análisis de los resultados obtenidos de la tabla 4.45., con lo cual se pudo realizar el análisis de calidad del software y se muestra en la tabla 4.46.

**Tabla. 4.46. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica de Eficacia en la tarea de escritura o exportación de datos a diferentes formatos**

Software	gvSIG	ArcGIS
Indicador	Efectividad	
Atributo	-	
Nombre de la Métrica	Eficacia en la tarea de escritura o exportación a diferentes formatos	
Medición fórmula y cálculo de datos	$X = A/B$ A= número formatos posibles de exportación B= número total de formatos de escritura o exportación	
Interpretación del valor medido	$0 \leq X \leq 1$ , entre más cercano a 1, es mejor	
Valor obtenido	A= 12 B= 14 $X = 0.86$	A= 12 B= 14 $X = 0.86$
Nivel obtenido	A	A
Recursos utilizados o información utilizada	Los datos utilizados para realizar esta evaluación se encuentran dentro de la carpeta Cartografía y subcarpeta Efectividad y Formatos Escritura.	
Interpretación de resultados	GvSIG y ArcGIS están en un nivel alto de satisfacción.	
Conclusión de la comparación de resultados	Son paquetes son muy similares que pueden realizar la exportación a diferentes formatos.	

En la figura 4.24, se indica el porcentaje de admisión de datos de escritura que puede soportar gvSIG y ArcGIS teniendo un 85.71%.



**Figura. 4.24. Resultados del nivel de calidad de la métrica de Eficacia en la tarea de escritura o exportación de datos a diferentes formatos**

### 4.4.2 Productividad

#### 4.4.2.1 Productividad económica (costo financiero de adquisición del software)

Se evaluó en la tabla 4.47., y posteriormente se obtuvo la tabla 4.48, en la cual se evaluó cualitativamente los aspectos de factibilidad económica.

**Tabla. 4.47. Factibilidad económica**

Subtema		GvSIG	ArcGIS
Costos	Costo de licencia individual	\$0,00 (Gratis)	\$ 2.500
	Costo de licencias de extensiones	\$0,00 (Gratis)	3500 c/u aproximadamente
	Costo de formación o capacitación	\$150 un curso de 25 horas.	\$224 un curso de 30 horas
Componentes del Software	Extensiones	gvSIG program Catalog Client WCS Client WMS Client JDBC Client JDBC Oracle Spatial Client Data Locator GPE Driver WFS Client ArcIMS Client Geoprocessing Additional Geoprocessing Georeferencing Edition Raster tools Scripting Center view to point Expression field Annotations Extended simbology ArcSDE Client	Main Menu Advanced editing Animation Annotation ArcPad COGO Context Menus Data frame tools Dimensioning Distributed geodatabase Draw Editor Effects GPS Geodatabase History Geometric Network editing Georeferencing Graphics Labeling Layout Map cache

Componentes del Software	Extensiones	<p>Table Summarize                  Selection Tools                  Project Backup Tool                  QuickInfo Tool                  Derived Geometries Tool                  Hyperlink Tool                   18nExtension,                  Quick Print,                  Layer Loading Order,                  Import/ Export table, JCRS (Sistema de Referencia de Coordenadas),                  Jai Image i/o</p>	<p>Representation                  Route editing                  Spatial Adjustments                  Standard                  Street map                  Tablet                  Tools                  Topology                  Utility network analyst                  Versioning                    Extensiones con costos adicionales                  3D Analyst                  Data Interoperability                  Geostatistical Analyst                  Network Analyst                  Publisher                  Schematics, entre otras.</p>
Soporte técnico a usuarios	<p>\$0,00 el soporte para usuarios, desarrolladores, y respuesta de dudas en 24 o 48 horas.                  E-MAIL, teléfono, chat online.</p>	<p>Soporte telefónico, lista de usuarios; y, si el volumen de licencias es importante, técnico presencial a las oficinas del cliente.</p>	
Disponibilidad del código fuente	<p>Permite generar nuevas extensiones a través del código fuente</p>	<p>Esto solo lo puede realizar la empresa generadora del software</p>	

Creación y gestión de una lista de usuarios y otra de desarrolladores como nexo de unión para gvSIG:

- [http://runas.cap.gva.es/mailman/listinfo/gvsig\\_usuarios](http://runas.cap.gva.es/mailman/listinfo/gvsig_usuarios) (soporte para usuarios)
- [http://runas.cap.gva.es/mailman/listinfo/gvsig\\_desarrolladores](http://runas.cap.gva.es/mailman/listinfo/gvsig_desarrolladores) (soporte para desarrolladores)
- [http://runas.cap.gva.es/mailman/listinfo/gvsig\\_internacional](http://runas.cap.gva.es/mailman/listinfo/gvsig_internacional) (soporte para desarrolladores o usuarios de habla no hispana)

**Tabla. 4.48. Matriz de evaluación cualitativa de la Métrica Productividad económica (costo financiero de adquisición del software)**

Subtema	Evaluación	Conclusiones
<b>Factibilidad</b>		
Costos	gvSIG los costos de adquisición de las licencias, mantenimientos y actualizaciones es gratuito además que se encuentra disponible en la web en tiempo real, mientras que en ArcGIS es alto y el software es más estable para realizar operaciones, por lo cual se da muchas veces la piratería, estos programas solo pueden ser adquiridos por grandes empresas.	GvSIG las licencias son gratuitas, disposición del código fuente al economizar en estos aspectos se puede invertir en infraestructura y equipamiento informático. ArcGIS las licencias tienen altos costos y no se encuentra disponible el código fuente, además que las extensiones si se las desea utilizar son un costo aparte.
Componentes o extensiones del Software	GvSIG al instalarse se agregan sus extensiones básicas, mientras que en ArcGIS se debe comprar las extensiones que considere necesarias para utilizar en diferentes procesos.	
Soporte técnico a usuarios que lo solicitan	gvSIG cuenta con una página web en la que se inscribe, con lo que posteriormente se crea una lista de usuarios, al tener una cuenta se puede realizar preguntas que son respondidas por los diferentes usuarios en 24 o 48 horas. ArcGIS lo proporciona mediante línea telefónica o web.	

La evaluación cuantitativa se obtuvo al realizar la interpretación de los resultados obtenidos de la tabla 4.47., con lo cual se pudo realizar el análisis de calidad del software que se muestra en la tabla 4.49.

Tabla. 4.49. Matriz de evaluación cuantitativa de la Métrica Productividad económica

Software	gvSIG	ArcGIS
Indicador	Productividad	
Atributo	-	
Nombre de la Métrica	Productividad económica (Costo financiero de adquisición del software)	
Medición fórmula y cálculo de datos	X = costo total del software	
Interpretación del valor medido	0<X, el valor menor es el mejor	
Valor obtenido	X= 0	X= \$ 2.500
Nivel obtenido	Alto (1.00)	Bajo (0.00)
Recursos utilizados o información utilizada	Los datos utilizados para realizar esta evaluación se encuentran dentro de la carpeta Cartografía y subcarpeta Productividad y Costo financiero.	
Interpretación de resultados	GvSIG, cuenta con un nivel alto debido a que el software es gratuito aunque tiene sus falencias en otros indicadores, aunque al ser un software libre no se paga por el producto pero si por el servicio de formación por lo cual muchos de los manuales que cuenta el programa son muy básicos.	ArcGIS, tiene un valor bajo debido a que su costo de adquisición así como su costo de formación son altos, pero existe mayor entrega y difusión de tutoriales en el internet, lo cual hace más fácil el aprendizaje. Además se debe indicar que es un software más potente debido a que cuenta con gran variedad de herramientas que permiten realizar varios procesos.
Conclusión de la comparación de resultados	GvSIG es un software nuevo y novedoso que al no tener costos para su adquisición, fortalece las habilidades y aptitudes del usuario en el proceso de aprendizaje y colaboración debido a la disponibilidad del código fuente ya que admite la generación de extensiones, con lo cual se podrá resolver problemas reales y complejos. ArcGIS, al tener un costo de adquisición y ser muy alto esto genera que exista la piratería para la obtención del programa, pero se debe notar que el paquete informático cuenta con mayor numero de herramientas para generar mapas además de su estabilidad.	

### 4.4.3 Seguridad física

#### 4.4.3.1 Daños del software (Licencias)

Se evaluó en la tabla 4.50., y posteriormente en la tabla 4.51.

**Tabla. 4.50. Tipo de licencia**

Subtema		gvSIG	ArcGIS
Software	Licencia bajo la que se distribuye	GNU General Public License (GNU/GPL)	ArcGIS Desktop se distribuye comercialmente bajo tres niveles de licencias que son, en orden creciente de funcionalidades (y coste): ArcView, ArcEditor y ArcInfo.
	Ultima versión	Versión 1.10 (lanzamiento 18 de marzo 2011)	Versión10 (lanzamiento 28 de junio del 2010)

**Tabla. 4.51. Matriz de evaluación cualitativa de la métrica Daños del software (Licencias)**

Subtema	Evaluación	Conclusiones
<b>Licencia</b>		
Software	GvSIG, cuenta con la licencia, GNU/GPL, cualquier persona o empresa puede intervenir en el desarrollo del programa, además que los avances y descubrimientos tecnológicos son diarios y compartidos, por lo cual cualquier falla que el programa pudiese tener nadie se responsabiliza. ArcGIS al contar con una licencia comercial y por tal motivo tener altos costos la empresa puede ser demanda en caso de tener fallas o causar perdida de información al momento de utilizar el software.	GvSIG, al ser un software que cuenta con una licencia libre GNU/GPL, no existe garantía en las fallas que el software puede presentar al momento de realizar diferentes actividades. Mientras que ArcGIS al depender de una empresa comercial debe contar con departamentos de control de calidad en la cual realicen pruebas para que no se presentes incongruencias o fallas en la salida de datos.

La evaluación cuantitativa se obtuvo al realizar la interpretación de los resultados obtenidos de la tabla 4.50., con lo cual se pudo realizar el análisis de calidad del software que se muestra en la tabla 4.52.

**Tabla. 4.52. Matriz de evaluación cuantitativa de la métrica Daños del software (Licencias)**

Software	gvSIG	ArcGIS
<b>Indicador</b>	Seguridad física	
<b>Atributo</b>	-	
<b>Nombre de la Métrica</b>	Métrica daños del software (Licencias)	
<b>Medición fórmula y cálculo de datos</b>	x = tipo de licencia para manipular el software	
<b>Interpretación del valor medido</b>	-	
<b>Valor obtenido</b>	X= Libre (GNU)	X= Propietario
<b>Nivel obtenido</b>	0.00 (Bajo)	1.00 (Alto)
<b>Recursos utilizados o información utilizada</b>	La información para realizar esta evaluación se encuentran dentro de la carpeta Cartografía y subcarpeta Seguridad y Licencias.	
<b>Interpretación de resultados</b>	gvSIG cuenta con un valor bajo de seguridad debido a que el nivel de riesgo de daño por el tipo de licencia que cuenta admite que puedan existir fallas en la utilización del programa en el cual nadie se responsabiliza por pérdida de información.	ArcGIS, cuenta con un valor alto debido al tipo de licencia con la que cuenta la empresa productora del software no va permitir que su prestigio y garantías para la utilización del paquete cause daños o pérdida de información por inestabilidad del programa si se presentara. Siendo esto causa de una demanda.
<b>Conclusión de la comparación de resultados</b>		
gvSIG al contar con licencia GNU y tener diferentes libertades no cuenta con una garantía en la utilización del paquete debido a que cualquier persona puede modificar y distribuirlo de forma que se puede introducir defectos o fallos además que los daños generados por la utilización del software en diferentes procesos no se responsabilizan ninguna empresa o persona. Mientras que ArcGIS, al ser un software propietario la empresa productora asume los daños provocados por la utilización del software pudiendo ser esta causa de una demanda.		

## 4.5 COMPARACIÓN DE RESULTADOS

La siguiente fórmula se va utilizar para indicar la sumatoria de los atributos según la norma ISO/IEC 14598.

$$V_{sc} = \frac{\sum m}{n}$$

Donde

**V<sub>sc</sub>**= Valor del atributo

**m**= valor de métricas

**n**= número de métricas

$$V_c = \frac{\sum V_{sc}}{nsc}$$

Donde

**V<sub>c</sub>**= Valor del indicador

**V<sub>sc</sub>**= Valor del atributo

**nsc**= número de atributos

### 4.5.1 Análisis de Resultados del Modelo de Calidad del Software

La valoración global fue obtenida de los resultados de las matrices de evaluación cuantitativa, con lo cual se obtuvo la valoración global de cada uno de los indicadores con sus respectivos atributos, la cual se puede apreciar en la tabla 4.53.

**Tabla. 4.53. Valoración global de las métricas de calidad**

Métricas externas			gvSIG			ArcGIS		
Indicador	Atributo	Métrica	m	Vsc	Vc	m	Vsc	Vc
Funcionalidad	Adecuación	Completa implementación funcional	0.82	0.82	0.82	0.90	0.90	0.90
Fiabilidad	Recuperación	Tiempo medio de recuperación	0.30	0.30	0.30	1.00	1.00	1.00
Usabilidad	Capacidad para ser entendido	Demostración de acceso	0.33	0.33	0.74	1.00	1.00	0.97
	Capacidad para ser aprendido	Facilidad de aprender las funciones o fácil función de aprendizaje	0.90	0.90		1.00	1.00	
	Capacidad de atracción	Interacción atractiva	1.00	1.00		0.90	0.90	
Eficiencia	Comportamiento temporal	Tiempo de respuesta	0.45	0.45	0.45	0.85	0.85	0.85
Portabilidad	Instalabilidad	Esfuerzo o facilidad en la instalación	1.00	1.00	1.00	0.54	0.54	0.54
<b>Métricas de calidad en uso</b>								
Efectividad	-	Eficacia en la tarea de lectura de datos de diferentes formatos	0.96	0.96	0.91	0.83	0.83	0.85
	-	Eficacia en la tarea de exportación o escritura de datos a diferentes formatos	0.86	0.86		0.86	0.86	
Productividad	-	Productividad económica (costo financiero de adquisición del software)	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Seguridad física	-	Daños del software (Licencias)	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00

En la figura 4.25 se muestra los resultados obtenidos en porcentajes de todos los indicadores utilizados en el proceso de evaluación de los paquetes.

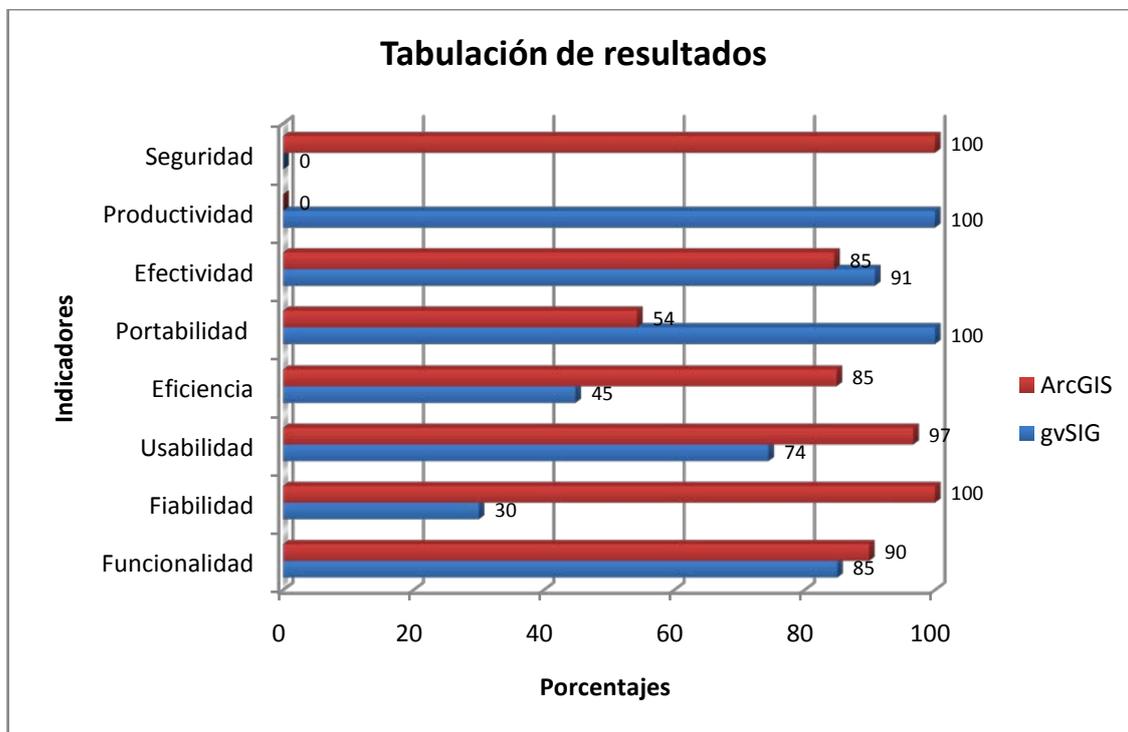


Figura. 4.25. Tabulación de resultados

En la figura 4.26 se indica el nivel de calidad obtenido de cada uno de los paquetes informáticos, en el cual se puede apreciar que gvSIG está dentro de limite del rango aceptable 75.01%, mientras que ArcGIS cumple con un 87.18% lo que nos indica que se encuentran dentro de un nivel satisfactorio de aceptabilidad.

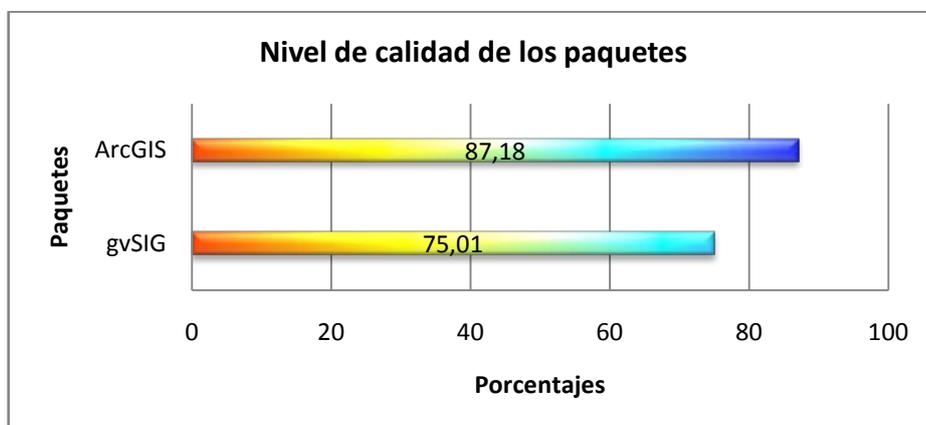


Figura. 4.26. Nivel alcanzado de los paquetes informáticos

### 4.6 PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS APLICABLES AL SOFTWARE DE MEJOR CALIFICACIÓN

Debido a que gvSIG y ArcGIS se encuentran en un nivel de calidad aceptable como se aprecia en la figura 4.26, se elaboró el pliego de especificaciones técnicas para los dos software como se muestra en las tablas 4.54 al 4.62.

**Tabla. 4.54. Especificaciones técnicas de herramientas para Simbología y Leyenda**

Subtema	Especificaciones técnicas		gvSIG	ArcGIS	
Cambiar propiedades del símbolo	Cambiar color		√	√	
	Asignar relleno		√	√	
	Asignar tipo de línea		√	√	
	Asignar grosor línea		√	√	
	Asignar transparencia		√	√	
Simbología o leyendas	Capa simple	Símbolo único	√	√	
	Atributos categóricos, cualitativos o descriptivos	Valores únicos	√	√	
		Valor único para varios campos	X	√	
		Emparejar un símbolo con un estilo	X	√	
	Cantidades	Color graduado	Clasificación manual	X	√
			Intervalos iguales	√	√
			Intervalos definidos	X	√
			Cuantil	√	√
			Rupturas naturales	√	√
			Desviación estándar	X	√
		Símbolos graduados	Clasificación manual	X	√
			Intervalos iguales	√	√
			Intervalos definidos	X	√
			Cuantil	√	√
Cantidades	Símbolos graduados	Rupturas naturales	√	√	
		Desviación estándar	X	√	
	Símbolo proporcional		√	√	
	Densidad de puntos		√	√	

Simbología o leyendas	Gráficos	Sectores o quesitos	X	√
		Barras/columnas	X	√
		Barras apiladas	X	√
	Múltiples atributos	Categorías por cantidad	√	√
	Cambiar el orden de los símbolos de la leyenda automáticamente (Flip Symbols)		X	√
	Cambiar orden de los valores de la leyenda (Reverse Sorting)		X	√
	Combinación de colores (color ramp)		√	√
	Cambiar el orden de los símbolos dentro de las leyendas (con flechas)		√	√
	Editar valores o rango manualmente		√	√
	Formato de etiquetas (representación de rango de valores numéricos)		√	√
	Filtrar elementos de una capa (QueryBuilder)		√	√
	Guardar y cargar (importar) simbología o leyenda de un archivo layers (.lyr) o capa		√	√
	Efectos de visualización	Definir transparencia de la capa vectorial	√	√
	Etiquetado	Convertir etiquetas en anotaciones		√
Editar Etiqueta		√	√	
Definir las propiedades de la etiqueta		Campo a etiquetar	√	√
		Rotación	√	√
		Fuente	√	√
		Color	√	√
		Expresiones etiquetas (SLQ)	√	√
Mostrar etiquetas flotantes		X	√	
Etiqueta interactiva		X	√	

Tabla. 4.55. Especificaciones técnicas para herramientas de Edición

Subtema	Especificaciones técnicas		gvSIG	ArcGIS
Funciones de edición	Inicio y terminación de edición		√	√
	Guardar edición		X	√
	Herramienta Selección de edición		√	√
	Edición multicapa de diversas carpetas		√	X
	Desplazamiento o mover elemento		√	√
	Insertar y eliminar vértices		√	√
	Rehacer y deshacer elementos en edición		√	√
	Crear shape de geometrías derivadas		√	X
Herramientas de Dibujo	Herramientas de edición gráfica	Barra de menú	√	√
		Iconos	√	√
		Área gráfica de edición	√	√
		Consola de ordenes	√	X
		Barra de estado	√	√
		Pila de comandos	√	X
	Dibujar entidades	Punto	√	√
		Línea	√	√
		Polilínea	√	√
		Crear un punto o vértice a una distancia desde dos localizaciones (dist-dist.)	X	√
		Arco	√	√
		Crear un punto o vértice a una distancia y localización	X	√
		Dirección- distancia		
		Crear Contorno	X	√
	Ingresar longitud y dirección		√	√
	Ingresar longitud		X	√
	Ingresar dirección		X	√
	Insertar ángulo de deflexión (desviación)		X	√
	Split		X	√
	Dividir		X	√
Buffer		X	√	
Copiar paralelas		√	√	
Merge		√	√	

Herramientas de Dibujo	Unión	X	√
	Intersección	X	√
	Simetría de elementos	√	X
	Rotar	√	√
	Escalar	√	√
	Crear polígonos interno	√	X
	Insertar polígono	√	X
	Insertar rectángulo	√	√
	Insertar círculo	√	√
	Insertar elipse	√	X
	Referencia a objetos (snap)	√	√
	Copiar elemento	√	√
	Cortar elemento	X	√
	Pegar elemento	√	√
	Borrar elemento	√	√
	Estirar	√	X
	Tangente de arco entre 2 segmentos	X	√
	Extender elemento (Extend)	X	√
	Cortar los extremos (trim)	X	√
	Crear un punto o vértice en la intersección de Intersección de 2 líneas (Line Intersection)	X	√
Tareas disponibles en la edición	Explotar (Explode)	√	√
	Generalizar (Generalize)	√	√
	Tolerancia para definir curvatura (Flatness), Suavizado (Smooth)	√	√
	Crear un nuevo elemento	√	√
	Autocompletar un polígono	√	√
	Alargar o cortar elementos	√	√
	Cortar Polígonos	√	√
	Modificar la forma de un polígono	√	√

**Tabla. 4.56. Especificaciones técnicas de herramientas para modificación de Tablas**

Subtema	Especificaciones técnicas		gvSIG	ArcGIS
Acceso a bases de datos	Oracle Spatial		√	√
	Microsoft SQL Server		√	√
	PostgreSQL \PostGIS		√	X
	Microsoft Access		X	√
Geodatabase	Crear una tabla dentro de una geodatabase		X	√
	Crear o insertar un Feature class		X	√
	Importar tablas dentro de una geodatabase		X	√
	Importar capas dentro de una geodatabase		X	√
Modificar estructura de las tablas	Añadir campos o columnas		√	√
	Eliminar campos o columnas		√	√
	Editar propiedades de los campos o columnas		√	√
	Añadir registros o filas		√	√
	Modificar registros o filas		√	√
	Eliminar registros o filas		√	√
	Rehacer y deshacer elementos		√	√
	Exportar tabla	Excel	√	X
		Dbf	√	√
	Copiar registros		√	√
	Cortar registros		√	√
	Pegar registros		√	√
	Calculadora de campos		√	√
Agregar información geométrica o Calculadora geométrica		√	√	
Consultar tablas	Realizar consultas		√	√
	Visualizar la selección		√	√
	Modificar y realizar nuevas selecciones		√	√
Herramientas para modificar la selección	Ordenar los registros en orden	Ascendente	√	√
		Descendente	√	√
	Llevar selección hacia arriba		√	X
Herramientas para modificar la selección	Seleccionar todo		√	√
	Limpiar selección		√	√
	Invertir selección		√	√
	Abrir atributos de una capa		√	√

Hiperenlace	Asociar imagen, documentos a registros de tabla	√	√
Estadística	Visualizar estadística	√	√
	Resumen de tablas o Summarize	√	√
	Creación de gráficos estadísticos a partir de tablas con campos numéricos	X	√
	Generar reporte	√	√
Unión y enlace	Unión de tablas	√	√
	Enlazar tablas	√	√
Fuentes de datos Fichero	Elaborar capa a partir de tabla de coordenadas (x, y)	√	√

**Tabla. 4.57. Especificaciones técnicas de herramientas para Visualización y selección**

Subtema	Especificaciones técnicas		gvSIG	ArcGIS
Componentes de un proyecto	Tabla de contenidos		√	√
	Ventana de visualización		√	√
Propiedades de la vista o data frame	Fecha de creación		√	√
	Propietario		√	√
	Unidades de mapa y medida		√	√
	Sistema de coordenadas para proyectar los datos		√	√
	Comentario o descripción		√	√
	Modificar/renombrar propiedades de la vista o data frame		√	√
Configurar preferencias de las vistas o data frame	Color de fondo de la vista		√	√
	Acceso rápido	Carpeta Proyectos	√	√
		Carpeta Datos	√	√
		Carpeta Plantillas	√	√
	Directorio de extensiones		√	√
Configuración de Red para Firewall/proxy		√	√	
Escala	Control de escala de visualización por el usuario trabajo manualmente		√	√
	Escala máxima y mínima visualización		√	√
	Fijar escala		√	√
Búsqueda a través de la web	Nomenclátor		√	X
	Catálogo o Geodatos		√	X

Sistema de referencia vista/ data frame	Definir Sistema de Referencia	√	√	
	Búsqueda de sistema de referencia	√	√	
	Establecer Sistema de referencia de una vista o Data frame	√	√	
Herramientas de visualización o navegación	Zoom más	√	√	
	Zoom menos	√	√	
	Desplazamiento (Pan)	√	√	
	Zoom completo	√	√	
	Zoom previo	√	√	
	Zoom retroceder una pantalla	X	√	
	Zoom a la capa	√	√	
	Zoom a la selección /zoom selected feature	√	√	
	Zoom acercar	√	√	
	Zoom alejar	√	√	
	Grabar zoom o definir áreas de interés para uso	√	√	
	Localizador (Encuadre del área de trabajo)	√	√	
Propiedades de las capas o layer	Añadir capas a la vista o data frame	√	√	
	Remove o eliminar capas en data frame o vista	√	√	
	(Set data source) Reparar capas o layers por pérdida de referencia, movimientos físicos de archivos en el disco, cambio de nombre o son eliminados.	√	√	
	Ordenar las capas automáticamente según su topología al agregar las capas	√	√	
	Rehacer y deshacer capas	X	√	
	Agrupar varias capas de datos	√	√	
	Copiar/ Pegar capas al data frame o vista	√	√	
	Poner capas	Encender todas las capas	√	√
		No Visibles o apagar todas las capas	√	√
		Activar todas las capas o seleccionar todas las capas	√	√
		Desactivar todas las capas	√	X
Expandir todos las capas		X	√	
Comprimir (collapse) todas las capas		X	√	

Propiedades de las capas o layer	Añadir capas desde discos	√	√
	Añadir capas desde internet	√	√
	Cambiar orden de visualización de capas o layers	√	√
	Renombrar capas permanentemente (por el SIG)	X	√
	Renombrar capas (visualmente)	√	√
	Conocer la fuente de datos de la capa	√	√
	Transparencia de capas vectoriales y raster	√	√
	Centrar vista en punto (go to xy)	√	√
Herramientas de consulta	Consulta de información	√	√
	Medir distancias	√	√
	Medir área	√	√
	Información rápida	√	X
Selección de elementos	Selección compleja	√	√
	Selección simple	√	√
	Seleccionar por punto	√	√
	Seleccionar por rectángulo	√	√
	Seleccionar por polígono	√	X
	Seleccionar por Polilínea	√	X
	Seleccionar por círculo	√	X
	Seleccionar todas las geometrías de las capas vectoriales activas	√	X
	Seleccionar por capa o localización	√	√
	Selección por atributo (Queries)	√	√
	Invertir selección	√	√
	Borrar selección	√	√
	Localizador por atributo o elemento específico	√	√
	Especificar las capas que pueden ser seleccionadas (Set Select table Layers)	X	√
Activar barra de herramientas	Activar y desactivar barra de herramientas	√	√
	Crear nuevas barras y asignar funciones a estas	X	√

**Tabla. 4.58. Especificaciones técnicas de herramientas para elaboración de Mapas**

Subtema	Especificaciones técnicas		gvSIG	ArcGIS
Propiedades	Crear composición de mapas		√	√
	Activar y desactivar red de puntos		√	√
	Seleccionar espaciado horizontal y vertical de la red de puntos (grid)		√	√
Insertar elementos	Colocación en un mapa varios data frame o vistas		√	√
	Titulo		√	√
	Textos		√	√
	Añadir marco		√	√
	Leyendas		√	√
	Norte		√	√
	Escala		√	√
Cuadrícula	Imágenes		√	√
	Sistema de Referencia al Mapa geográficas		X	√
Acciones	Sistema de Referencia al Mapa (Graticule (UTM))		√	√
	Hacer/deshacer operaciones realizadas		√	√
	Ordenar	Colocar delante	√	√
Colocar detrás		√	√	
Editar leyenda	Agrupar y desagrupar elementos		√	√
Plantillas	Abrir plantillas del mapa		√	√
	Guardar plantillas del mapa		√	√
Diseño de la página de composición	Tamaño de la página		√	√
	Unidades			
	Orientación			
	Resolución			
Navegación por el mapa	Herramientas	Encuadre sobre la vista	√	√
		Zoom acercar	√	√
		Zoom alejar	√	√
		Zoom completo	√	√
		Zoom más	√	√
	Herramientas	Zoom menos	√	√
		Zoom 1:1	√	√
Zoom a lo seleccionado		√	√	
Impresiones del mapa	Imprimir archivo		√	√
	Calidad de impresión		√	√

Impresiones del mapa	Exportar a formato	.pdf	√	√
		.bmp	X	√
		.jpg	X	√
		.png	X	√
		.tiff	X	√
		.gif	X	√

**Tabla. 4.59. Especificaciones técnicas de herramientas para Análisis Raster**

Subtema	Especificaciones técnicas	gvSIG	ArcGIS
Propiedades de raster	Información de tamaño, bandas, formato, origen de datos	√	√
	Selección de combinación de bandas a visualizar	√	√
	Transparencia (Opacidad)	√	√
	Modificar brillo y contraste	√	√
	Combinación de bandas que compone una imagen raster desde otros ficheros	√	X
	Vectorizar capa raster	√	√
	Reproyección de una imagen	√	√
Análisis visuales, básicos	Creación de histogramas	√	√
	Filtros de visualización	√	√
	Aplicación de tablas de color (predefinido)	√	√
Selección	Capa raster sobre la vista y que aparezca seleccionada en la ToC	√	X
Visualización	Zoom a la resolución a raster	√	√
Herramientas de Raster	Recortar capa raster (Exporta todas las bandas originales de la imagen o las que el usuario indique)	√	X
	Salvar vista a raster exporta un fichero de 3 bandas (RGB)	√	√
	Salvar raster o exportar raster	√	√
Georreferenciación	Disminuir el nivel de zoom	√	√
	Zoom por selección de área	√	√
	Zoom completo	√	√
	Zoom previo	√	√
	Zoom retroceder una pantalla	X	√
	Desplazamiento (Pan)	√	√

Georreferenciación	Centrar localizador en la pantalla o imagen	√	X
	Redimensionar imagen a georreferenciar (Fit to display)	X	√
	Seleccionar el primer punto de control	√	X
	Seleccionar último punto de control	√	X
	Selección de puntos de control por menú desplegable	√	X
	Ir al siguiente punto de control	√	X
	Ir al anterior punto de control	√	X
	Nuevo punto de control	√	√
	Visualización de cuadro de los puntos de control y errores del ajuste	√	√
	Mostrar numeración de los puntos de control	√	X
	Borrado de puntos de control	√	√
	Eliminar punto de control seleccionado actualmente	√	√
	Subir	√	X
	Bajar	√	X
	Guardar puntos de control	√	√
	Cargar puntos de control	√	√
	Mover puntos de control desde la vista	√	X
	Centrar la vista al punto seleccionado	√	√
	Opciones del algoritmo de georreferenciación	√	√
	Testear la georreferenciar	√	X
Finalizar georreferenciar o rectify	√	√	

Tabla. 4.60. Especificaciones técnicas de Herramientas 3D

Subtema	Especificaciones técnicas		gvSIG	ArcGIS	
Creación de documentos 3D	Vista 3D plana y esférica		√	√	
	Visualización del globo terráqueo		√	√	
	Agregar capas	Raster		√	√
		Servicios	WMS	√	√
			WCS	√	X
			ArcIms Map Service	√	√
		Vectoriales: shp, dwg...		√	√
		Servicios	WFS	√	√
ArcIMS Feature Service.	√		√		
Controles de Movimiento	Navegación combinada		√	√	
	Desplazar		√	√	
	Abatir y Rotar		√	√	
	Mantener Norte Arriba		√	√	
	Herramienta de Vuelo		X	√	
	Zoom Completo		√	√	
	Herramienta de zoom in/out		√	√	
	Herramienta que centra el objeto seleccionado en la vista		X	√	
	Herramienta de zoom que centra el objeto que se pretende		X	√	
Herramientas 3D Globo terráqueo	Rotación		√	√	
	Caminar		X	√	
Efectos de vista 3D	Control de transparencia		√	√	
	Cambio en la visualización de las capas 3D		X	√	
Efectos de vista 3D	Herramienta de activación de la iluminación		X	√	
	Herramienta para cambiar el sombreado		X	√	
	Cambiar prioridad de visualización de la capa		X	√	
Herramienta de Animación	Capturar vistas para componer la animación		√	√	
	Menú de control para crear animaciones		√	√	
Herramienta de Simbología 3D	Simbología 3D		√	√	

**Tabla. 4.61. Especificaciones técnicas de Herramientas Sextante y ArcToolbox**

Especificaciones técnicas	gvSIG	ArcGIS
Caja de herramientas	Sextante	ArcToolbox
Extensiones	√	√
Procesamiento por lotes (Batch)	√	√
Modelador gráfico (ModelBuilder)	√	√
Interfaz de línea de comandos	√	√

**Tabla. 4.62. Especificaciones técnicas de Herramientas de Geoprocesamiento**

Subtema	Especificaciones técnicas	gvSIG	ArcGIS	
Geoprocesamiento	Proximidad	Área de influencia	√	√
		Enlace espacial (join)	√	√
	Superposición de capas	Recortar (clip)	√	√
		Diferencia (erase)	√	√
		Intersección (Intersect)	√	√
		Unión	√	√
	Geometría Computacional	TIN	√	√
	Agregación	Disolver (Dissolve)	√	√
	Conversión de datos	Juntar (merge)	√	√
		Translación 2D	√	√
		Reproyectar capa vectorial	√	√
		Convertir polígonos a líneas	√	√
		Convertir línea/área a puntos	√	√
		Suavizar geometría	√	√
		Ajuste espacial de capa vectorial	√	√

#### 4.7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS REQUERIMIENTOS DEL HARDWARE Y USUARIOS PARA LA UTILIZACIÓN DE LOS SOFTWARE

Las especificaciones del hardware se los puede conocer en la tabla 4.63 y 4.64.

**Tabla. 4.63. Requerimientos del Hardware**

Requerimientos del sistema	gvSIG	ArcGIS
Sistema operativo	Probado en Win98/XP, Linux Ubuntu 6.x y 7.x, Linux Suse 8.2/9.0 y Macintosh OSX 10.4.	Windows 2000/2003, Windows XP, Linux.
Espacio en el disco	1 GB de Espacio en disco	Requiere 1.6 GB de espacio en disco. Además, hasta 50 MB de espacio en disco necesario tal vez en el directorio de sistema de Windows (normalmente C: \ Windows \ System32). Puede ver la necesidad de espacio en disco para cada uno de los componentes de 9.2 en el programa de instalación.
Procesador	Pentium III, recomendable Pentium IV	Intel Core Duo, Pentium 4 or Xeon Processors Intel Core Duo, Pentium 4 o Xeon.
Memoria	Mínimo: 256 MB RAM.	Mínimo: 1GB RAM
	Recomendable: 512 MB RAM.	Recomendable 2 GB o superior, Intel Core Duo, Pentium 4 or Xeon Processors
Tarjeta gráfica	Tarjeta gráfica estándar compatible con SVGA	24-bit tarjeta gráfica compatible con el acelerador
Propiedades de la pantalla	Se recomienda un monitor en color SVGA de 16 o 24 bits.	1024 x 768 o superior recomendado en su tamaño normal (96dpi) 24 bits de profundidad de color

Tabla. 4.64. Usuarios del Software

Usuarios del sistema	gvSIG	ArcGIS
Usuarios	Está orientada tanto a usuarios finales que utilizan información geográfica, sean profesionales o de administraciones públicas (municipios, prefecturas, ministerios, etc.), también a posibles desarrolladores que deseen ampliar las funcionalidades de la aplicación a partir de las librerías utilizadas en gvSIG (siempre y cuando cumplan la licencia GPL).	Es necesario poseer conocimientos sólidos de ArcView GIS y Sistemas de Información Geográfica. Es recomendable poseer conocimientos cartográficos, Bases de Datos Relacionales, además de informática a nivel de usuario para el manejo de Windows e internet y conocimiento suficientes de inglés ya que el programa se encuentra en este idioma.

### 4.8 CARACTERÍSTICAS DEL SIG LIBRE GVSIG Y SIG COMERCIAL ARCGIS

En la tabla 4.65 se puede apreciar una descripción de las características que tiene cada uno de los paquetes:

**Tabla. 4.65. Descripción de las características del SIG libre gvSIG y SIG comercial ArcGIS**

Parámetros	gvSIG	ArcGIS
Funcionalidades	Al ser un modelo del software libre cuenta con contadas funcionalidades, las cuales se encuentra en un proceso constante de actualización y generación de nuevas herramientas las cuales son implementadas en posteriores versiones.	Al ser un software comercial, cuenta con una gran cantidad de funcionalidades las cuales muchas veces no son utilizadas.
Costo de adquisición de licencia y mantenimiento	<p>El precio de una licencia puede tener un coste cero, lo cual puede ser aprovechado por organismos públicos como privados, debido a que es un producto que cuenta con libertades en su distribución permitiendo la instalación en ilimitados puestos de trabajo.</p> <p>No se debe confundir software libre con el software gratuito, es decir se paga por el servicio que ofrecen no por el producto.</p> <p>El presupuesto con el que se cuenta se debe invertir en crear aplicaciones o desarrollo tecnológico de la aplicación.</p>	<p>El costo de adquisición licencias de software, mantenimiento y actualizaciones de versiones es alto, la cual puede ser adquirida por grandes y medianas empresas.</p> <p>Es ilegal hacer copias del software sin antes haber contratado las licencias necesarias por lo cual se limita la instalación.</p> <p>Coste de licencia: el usuario se hace propietario de la licencia de uso, no del producto.</p> <p>Aquí se paga por el producto.</p>
Soporte de formatos	Soporta diferentes formatos raster y vector así como servicios de la OGC	Tiene buena interoperabilidad con diferentes formatos raster y vector y muy baja capacidad en los servicios OGC.
Inversión, Requisitos del software	Bajos niveles de inversión en hardware e implementación, haciendo más sencillo y rápido su funcionamiento.	Requieren hardware más potente con cada nueva versión se requiere de procesadores, memoria y capacidad de almacenamiento más potentes.

Parámetros	gvSIG	ArcGIS
Idiomas y traducción	<p>Se encuentra desarrollado en diferentes idiomas, debido a que no se requiere autorización de su fabricante/ propietario y cualquier persona o institución interesada puede realizar su traducción. Se debe tener en cuenta que al crear un recurso lingüístico (traducción, diccionario, glosario, etc.), este queda a disposición de todo el mundo, pudiendo ser reutilizada en futuras aplicaciones.</p>	<p>Cada traducción y recurso lingüístico creado está sujeta a su fabricante y a sus restricciones de uso.</p> <p>Solo la empresa fabricante tiene los derechos para realizar la traducción.</p>
Código fuente	<p>Al disponer del código fuente cualquier programador puede modificarlo y adaptarlo a sus necesidades sin partir desde cero.</p> <p>Permitiendo la independencia tecnológica con respecto proveedores, logrando administrar su crecimiento y operación con total autonomía. Cualquier empresa o profesional, con los conocimientos adecuados, puede ofrecer el desarrollo de funcionalidades, aplicaciones o servicios.</p>	<p>El código fuente es secreto que guarda celosamente la compañía que lo produce, por lo cual no se puede resolver o corregir fallas si estas se presentan.</p> <p>Dependencia tecnológica entre el proveedor/fabricante del software y el cliente. El proveedor indica cuales son las nuevas mejoras en funcionalidades y cuando se entregan las nuevas versiones.</p> <p>Si alguien tiene una idea innovadora con respecto a una aplicación, tiene que elegir entre vender la idea a la compañía dueña de la aplicación o escribir desde cero su propia versión de una aplicación.</p>
Expansión del software	<p>El desarrollo y la expansión del software se deben en su mayor parte al internet. Permite ponerle fin a la piratería.</p>	<p>Dificultad para conseguir el software debido al costo, lo cual fomenta el aumento de la piratería.</p>
Documentación	<p>El aumento y difusión de publicaciones o documentación acerca del uso y aplicación del software van en aumento, pero muchas veces son muy básicas.</p>	<p>Existen gran cantidad de publicaciones y documentación difundidas que facilitan el uso de las tecnologías generados por las compañías del software</p>

Parámetros	gvSIG	ArcGIS
Capacitación	<p>Todo curso de aprendizaje es costoso, lo cual es una inversión no un gasto, la adquisición de conocimientos es acumulativa, sirve para el futuro debido a que los programas no cambian por motivos comerciales sino porque se desarrollan nuevas versiones.</p>	<p>Los cursos de capacitación son costosos, pero se debe realizar una inversión para poder utilizar eficientemente el software</p>
Aplicaciones de escritorio	<p>La interfaz del software es similar al software propietario, lo cual facilita a los usuarios el uso del software libre.</p>	<p>Es una de las ventajas de la compañía del software, debido a que se esmeran en el diseño del interfaz.</p>
Industria local	<p>Al contar con el código fuente, es posible desarrollar internamente las mejoras o las modificaciones necesarias, en lugar de encargarlas a empresas de otros países, sentando las bases para un desarrollo solido y autónomo por lo que se requieren personal con la formación suficiente, estas mejoras que se realizan no tienen restricciones y se puede compartir con cualquier empresa, institución u organismo que las necesite. El desarrollo y diseño de aplicaciones de programas libres puede ser un modelo de negocios ya que ayudaría a la economía local generando trabajo, conocimiento y trascendencia tecnológica.</p>	<p>El usuario puede ejecutar el programa pero no modificarlo, ya que esto solo puede realizarlo la empresa creadora, que se reserva los derechos de uso, propiedad intelectual y establece en qué condiciones las comercializará. Por las mejoras en el programa, para solucionar algún problema siempre se tiene que pagar, y lo que obtiene es una solución secreta, en vez de una herramienta que le permita crecer, operar con seguridad y libertad. Los ingenieros y programadores que están capacitados están limitados debido a que el funcionamiento del programa es secreto y su inspección está prohibida por lo cual no es imposible modificarla. Haciendo nulo el desarrollo tecnológico de la industria local, respecto de la extranjera.</p>

Parámetros	gvSIG	ArcGIS
Soporte técnico	<p>Independencia en el soporte técnico, al poseer el código fuente, las aplicaciones las puede realizar cualquier empresa, no solo la creadora del software.</p>	<p>En la mayoría de los casos el soporte técnico es insuficiente o tarda demasiado tiempo en ofrecer una respuesta satisfactoria.</p> <p>En caso de que la compañía fabricante de software se fuera a la banca rota o es comprada por otra más poderosa es probable que esa línea de software quede discontinuada o desaparezca igual que el soporte técnico, mejoras en versiones y corrección de errores.</p> <p>A menudo los proveedores de software propietario se ven obligados a dejar de fabricar un producto por un cambio drástico de las condiciones del mercado, o simplemente porque consideran que ya no podrán rentabilizar la inversión.</p>
Adaptación del software	<p>Con la disposición del código fuente permite personalizar el software dependiendo de nuestras necesidades, en lugar de tener que buscar otras alternativas que en ocasiones puede ser un nuevo gasto en la compra de otro software.</p> <p>Al tener una licencia libre permite al usuario ejecutar el programa en tantas computadoras como lo desee, copiarlo, modificarlo, detectar/corregir errores y distribuirlo, o contratar a alguien para que lo haga por él.</p>	<p>Se adquiere en forma de paquete estándar, es ilegal la adaptación de un modulo a las necesidades específicas de la empresa.</p> <p>El software propietario otorga al usuario el derecho de ejecutar el programa tal como es, en determinado computador.</p> <p>La reparación de errores no se realiza hasta que el fabricante del programa, asigna recursos necesarios para solucionar el problema y se tiene que esperar a que saquen a la venta otra versión. En caso de sea de necesaria tal modificación, es necesario pagar una elevada suma de dinero a la compañía fabricante para que esta se realice.</p>

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- ❖ La norma ISO 9126-1 define el modelo de calidad del producto software, la cual esta subdividida en varios indicadores de calidad interna, externa y en uso, adicionalmente se empleo las normas ISO 9126-2 métricas externas e ISO 9126-4 métricas de calidad en uso que definen la estructura de la matriz de evaluación.
- ❖ La norma ISO/IEC 9126 y 14598 nos proporciona una idea de que indicadores y procesos se deberían realizar pero la misma no se encuentra traducida a un lenguaje técnico geoespacial, por lo cual se personalizo la evaluación a través de la utilización de listas de chequeo así como elaboración de tablas que contienen matrices cualitativas de las métricas evaluadas, las cuales podrían utilizarse para crear una normativa que permita calificar los paquetes SIG.
- ❖ Este modelo de evaluación permite conocer y tener una visión de las métricas externas y de uso, para determinar si un software es de calidad en base a la utilización de varias normas ISO. En el proceso de medición se utilizo matrices o tablas de valoración cualitativa y cuantitativa fáciles de manipular y comprensibles, en las cuales se estableció las métricas de calidad del software así como ponderación y descripción para su aceptación.

- ❖ El modelo de evaluación desarrollado para la comparación de software, cuenta con una serie de pasos, en el cual la selección de los indicadores y atributos a considerar va depender de las necesidades del evaluador o el cliente; para tener un conocimiento de las características que posee el producto software y conocer si cumple con sus expectativas para ser utilizado.
- ❖ GvSIG al contar con herramientas básicas, elementales y no tener un costo para su adquisición permitirá estar a disposición de varios usuarios ya que los mismos podrían utilizar aplicaciones para visualizar, desplegar leyenda generar mapas, mientras que ArcGIS es adecuado para técnicos especialistas los cuales buscan herramientas más robustas de procesamiento, tratamiento de grandes cantidades de datos que permitan realizar procesos más complejos.
- ❖ Las listas de chequeo pueden ser aplicables a otros casos de acuerdo al interés del evaluador o investigador, para nuestro estudio se utilizó para análisis de cartografía temática, análisis raster, tiempos de respuesta a través de la utilización de herramientas de geoprocésamiento para otros análisis más detallados se debería incluir otros parámetros.
- ❖ La evaluación realizada mediante la utilización de listas de chequeo son muy radicales, debido a esto se empleó una evaluación descriptiva y/o cualitativa que permita enriquecer o dar a conocer los hallazgos.
- ❖ El estado al tener la política de la utilización de software libre debido a que desea obtener independencia tecnológica, busca un mejor beneficio social ya que la utilización de gvSIG permitirá llegar a una masiva cantidad de usuarios y el presupuesto que se disponga permitirá invertir en hardware e infraestructura.

- ❖ gvSIG y ArcGIS al ser software que ayudan a la generación de cartografía pueden complementarse para realizar diferentes actividades ya que comparten el mismo enfoque tecnológico.
- ❖ La valoración en las métricas externas utilizadas muestran que gvSIG cuenta con un valor de 30% de fiabilidad debido al tiempo que se demora en el reinicio del sistema después de una falla mientras que ArcGIS en portabilidad muestra un 54% en el atributo de instalabilidad debido a que es un proceso largo para su instalación.
- ❖ Las métricas de calidad en uso evaluadas muestran que gvSIG cuenta con una valoración baja de 0.00% en seguridad debido al tipo de licencia que cuenta ya que no existe ninguna garantía por los daños o fallas que puedan causar el programa por su utilización, mientras que ArcGIS su menor valoración se encuentra en un 0.00% en el indicador de productividad debido a los altos costos en la adquisición del software.
- ❖ Las tablas de especificaciones técnicas se elaboraron para los dos software debido a que los mismos se encuentran en un rango aceptable  $\geq 75\%$ . Con esta información los usuarios podrán tener un conocimiento de las capacidades de cada uno de los software para poder aprovecharlos lo mejor posible.
- ❖ La evaluación de calidad del software permite tener un conocimiento de que producto es mejor, su diferencia está determinada por la experiencia acumulada y la estabilidad que presenta ArcGIS, mientras que gvSIG al ser un producto nuevo y al contar con varios módulos ha tratado de posicionarse en el mercado aunque una de sus desventajas es su inestabilidad que presenta al querer ingresar al programa, guardar un proyecto, así como lentitud en realizar varios procesos.

- ❖ La valoración global en el estudio en gvSIG es notable debido a que al ser un software joven que se encuentra en continuo desarrollo podemos considerarlo como un SIG vectorial y raster de gran potencia permitiendo trabajar con los formatos de datos más usuales en cartografía, permitiendo además conectarse simultáneamente con diferentes servicios OGC lo cual ayuda a desarrollar, gestionar, mantener y explotar mapas interactivos en ese instante, mientras que ArcGIS es excelente debido al tiempo de vida del producto y la experiencia con que cuenta proporciona al usuario herramientas cartográficas de alta productividad, almacenamiento, capacidad de análisis de datos geográficos, visualización 2D y 3D.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- ❖ Se debería adicionalmente evaluar otros atributos que contiene la norma ISO 9126-1, ya que los mismos proporcionarían un modelo más completo aplicando métricas de externas y calidad en uso debido a que se evaluaron y se compararon las necesariamente requeridas por el cliente o empresa que necesita la evaluación.
- ❖ Es importante que las instituciones cuenten con un conocimiento de la norma ISO 9126 para poder determinar los indicadores necesarios para considerar si un software es de calidad.
- ❖ Se debería analizar y aplicar los demás procesos complementarios que contiene la norma ISO/IEC 14598 para la evaluación del software lo cual permitirá que sea un trabajo más completo e integro.
- ❖ Dependiendo del área de interés del investigador, se deberían analizar otros parámetros como publicación, análisis de redes, herramientas de topología, estructuración de bases de datos alfanuméricas, entre otras pruebas para poder evaluar de una mejor manera el indicador de funcionalidad del software, y al mismo tiempo conocer si se han implementado y/o mejorado las herramientas evaluadas de: simbología y leyenda, edición, modificación de tablas, visualización y selección, elaboración de mapas, análisis raster, 3D y geoprocésamiento.
- ❖ Para el usuario especializado quien ejecuta procesos complejos como: análisis espacial, administración de bases de datos se debería adquirir el software ArcGIS, mientras que para usuarios independientes con nociones básicas que están aprendiendo a utilizar el software se debería adquirir gvSIG.

- ❖ Las universidades deberían preparar y capacitar a los usuarios comunes o básicos que recién están intentando utilizar un paquete SIG, ya que los mismos podrían ejecutar procesos elementales tales como visualización, consultas, presentación de mapas, entre otros, y no solamente a usuarios especializados.
- ❖ Los indicadores de eficiencia, productividad y seguridad física deberían ser analizados desde la óptica costo/beneficio, para la adquisición final del software.
- ❖ Los usuarios o evaluadores podrían emplear las listas de chequeo generadas en esta investigación, para evaluación de otros paquetes SIG además, se podría agregar nuevos indicadores para tener una mejor valoración global.
- ❖ Es importante que las métricas evaluadas en el modelo, deban ser valorados por diferentes expertos, para mejorar la calidad al incluir aspectos técnicos, diseño y codificación.
- ❖ Además de las especificaciones técnicas descritas, se pueden añadir otros parámetros como publicación, análisis de redes entre otros.
- ❖ Se debería realizar nuevas comparaciones con versiones que posteriormente gvSIG y ArcGIS ofrezcan debido a que se agregan nuevas herramientas.

## BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Pressman, Roger, INGENIERIA DEL SOFTWARE UN ENFOQUE PRÁCTICO, Quinta edición, Editorial McGraw-Hill Interamericana, España, publicación año 2002.
- ❖ ISO/IEC 9126-1, International Standard, INFORMATION TECHNOLOGY-SOFTWARE PRODUCT QUALITY –Part 1: Quality Model Final Draft, Suiza 2002.
- ❖ ISO/IEC 9126-2, International Standard, INFORMATION TECHNOLOGY-SOFTWARE PRODUCT QUALITY –Part 2: External Metrics Final Document, Suiza 2002.
- ❖ ISO/IEC 9126-3, International Standard, INFORMATION TECHNOLOGY-SOFTWARE PRODUCT QUALITY –Part 3: Internal Metrics Final Document, Suiza 2002.
- ❖ ISO/IEC 9126-4, International Standard, INFORMATION TECHNOLOGY-SOFTWARE PRODUCT QUALITY –Part 4: Quality in use Metrics Final Document, Suiza 2002.
- ❖ ISO/IEC 14596-5, International Standard, INFORMATION TECHNOLOGY-SOFTWARE PRODUCT EVALUATION –Part 5: Process for Evaluators, First edition, Suiza 1998.
- ❖ Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN), Sistema Catastral Rural Integral del Cantón Ambato, 2008.
- ❖ Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN), Generación de Geoinformación de la Cuenca Alta y Media del Río Pastaza, año 2009.

## BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

- ❖ Mg. Caloni, Nicolás, Manual Operativo para la utilización del Sistema de Información Geográfica /gvSIG 1.9, Proyecto “Indicadores y aplicación de la Información sobre vivienda en Argentina”,  
<http://www.vivienda.gov.ar/adjuntos/4f9cd67a1131bb4ed06055aa540fd3f6.pdf>, publicado en abril 2009, consultado en el 2010.
- ❖ gvSIG 1.9 Manual de usuario Nuevas Funcionalidades (versión 1),  
[http://windowslibre.osl.ull.es/attached/resources/346/resources/gvSIG-1\\_9-nf-man-v1-es.pdf](http://windowslibre.osl.ull.es/attached/resources/346/resources/gvSIG-1_9-nf-man-v1-es.pdf), consultado en el 2010.
- ❖ Grupo gvSIG, Manuales de gvSIG,  
<http://www.gvsig.org/web/?id=manuales-gvsig&L=0&K=1>, consultado en el año 2010
- ❖ Cova y Arrieta, REVISIÓN DE MODELOS PARA EVALUACIÓN DE SOFTWARE EDUCATIVOS,  
<http://www.urbe.edu/publicaciones/telematica/indice/pdf-vol7-1/6-revision-de-modelos-para-evaluacion-software-educativos.pdf>, publicado en el año 2008, consultado en el 2010.
- ❖ Cueva Lovelle, Juan Manuel, Calidad del software,  
[http://gidis.ing.unlpam.edu.ar/downloads/pdfs/Calidad\\_software.PDF](http://gidis.ing.unlpam.edu.ar/downloads/pdfs/Calidad_software.PDF), publicado el 21 de octubre de 1999, consultado en el 2010.
- ❖ Bustamante Bedoya, Andrés Camilo, Automatización de los procedimientos para la recolección y consolidación de las métricas externas del producto software según la norma ISO/iec 9126:2001, publicado en el Año 2004, consultado en el año 2010.
- ❖ Fillottrani, Pablo, Calidad en el Desarrollo de Software: Modelos de calidad de software,  
<http://delta.cs.cinvestav.mx/~pmejia/davila-mejia.pdf>, consultado en el año 2010.

- ❖ Olsina, Luis, Métricas e Indicadores: Dos Conceptos Claves para Medición y Evaluación, [http://www.ciw.cl/recursos/Charla\\_Metricas\\_Indicadores.pdf](http://www.ciw.cl/recursos/Charla_Metricas_Indicadores.pdf), consultado en el año 2010.
  
- ❖ Juristo, Natalia, TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE SOFTWARE, [http://is.ls.fi.upm.es/docencia/erdsi/Documentacion\\_Evaluacion\\_7.pdf](http://is.ls.fi.upm.es/docencia/erdsi/Documentacion_Evaluacion_7.pdf), publicado 17 de octubre de 2006, consultado en el año 2010.
  
- ❖ Visconti, Karen, FACTORES, CRITERIOS Y MÉTRICAS A CONSIDERAR EN LA EVALUACIÓN DE UN PRODUCTO DE SOFTWARE, [http://prontus.uv.cl/pubacademica/pubprofesores/n/pubniemannkaren/site/artic/20091011/asocfile/publicar\\_factores\\_\\_criterios\\_y\\_metricas\\_a\\_considerar\\_en\\_la\\_evaluacion\\_de\\_un\\_producto\\_de\\_software.pdf](http://prontus.uv.cl/pubacademica/pubprofesores/n/pubniemannkaren/site/artic/20091011/asocfile/publicar_factores__criterios_y_metricas_a_considerar_en_la_evaluacion_de_un_producto_de_software.pdf), consultado en el año 2010.
  
- ❖ ArcGIS Desktop (ArcInfo, ArcEditor, ArcView) 9.3/9.3.1 System Requirements, <http://wikis.esri.com/wiki/display/ag93bsr/ArcGIS+Desktop>, consultado en el año 2010.
  
- ❖ Métricas del software, <http://ldc.usb.ve/~abianc/materias/ci4712/metricas.pdf>, consultado en el año 2010.
  
- ❖ Algoritmo para la Evaluación de la Calidad Sistémica del Software, [http://www.lisi.usb.ve/publicaciones/02%20calidad%20sistemica/calidad\\_21.pdf](http://www.lisi.usb.ve/publicaciones/02%20calidad%20sistemica/calidad_21.pdf), consultado en el año 2010.
  
- ❖ Abud Figueroa, María Antonieta, Calidad en la Industria del Software. La Norma ISO-9126, <http://www.revistaupiicsa.20m.com/Emilia/RevEneAbr04/Antonieta1.pdf>, consultado en el año 2010.
  
- ❖ Mesa Díaz, Juan Ramón, Estudio comparativo entre SIG propietarioy SIG libre, [http://www.sigte.udg.edu/jornadassiglibre2008/uploads/file/Comunicaciones\\_2/4.pdf](http://www.sigte.udg.edu/jornadassiglibre2008/uploads/file/Comunicaciones_2/4.pdf), consultado en el año 2010.

## GLOSARIO

**Atributo** Una característica física o abstracta mensurable de una entidad. Los atributos pueden ser internos o externos.

**Calidad externa:** La extensión para la cual un producto satisface necesidades explícitas e implícitas cuando es usado bajo condiciones específicas.

**Calidad interna:** Es la totalidad de atributos del producto que determinan su habilidad para satisfacer las necesidades propias e implícitas bajo condiciones específicas.

**Característica o indicadores:** Son propiedades del software, que permiten describir y evaluar su calidad.

**Servicio de Catálogo:** Permite la publicación y búsqueda de información (metadatos) que describe datos (cartografía), servicios, aplicaciones y en general todo tipo de recursos.

**Copyleft** es una práctica al ejercer el derecho de autor que consiste en permitir la libre distribución de copias y versiones modificadas de una obra u otro trabajo, exigiendo que los mismos derechos sean preservados en las versiones modificadas. La efectividad de ejercerlo puede depender de la legislación particular a cada país, pero en principio se puede utilizar para programas informáticos

**Copyright (derechos de autor):** Es utilizado en el ámbito del software libre mediante la cual el autor de un programa lo declara como de dominio público, incluyendo el código fuente del mismo, de forma que quien quiera puede usarlo y modificarlo. Si el programa es modificado, la persona involucrada puede ejercer sin restricción alguna su derecho de copia sobre el programa modificado. Es el derecho legal de un autor, que obtiene por el resultado creativo de un trabajo original. Es una forma de protección garantizada por la ley.

**Defecto:** Un paso, proceso o definición de dato incorrecto en un programa de computadora.

**Evaluación cuantitativa:** Evaluación basada principalmente en métricas objetivas, cuantificables, precisas-dentro de la tolerancia de error permitida, útil para determinar y justificar una óptima toma de decisiones.

**EPSG:** European Petroleum Survey Group.

**Fallo:** desviación respecto al comportamiento esperado del sistema (significa que el sistema no está funcionando como se requiere aunque pueda estar funcionando como se ha especificado).

**JDBC:** Es un API que provee a través de DBMS conexión a un gran rango de bases de datos SQL y acceso a otras fuentes de datos tabulares, como hojas de cálculo o ficheros planos.

**Licencia:** Contrato entre el desarrollador de un software sometido a propiedad intelectual y a derechos de autor y el usuario, en el cual se definen con precisión los derechos y deberes de ambas partes. Es el desarrollador, o aquél a quien éste haya cedido los derechos de explotación, quien elige la licencia según la cual distribuye el software

**Medición:** Es el proceso por el cual los números o símbolos son asignados a atributos o entidades en el mundo real tal como son los descritos de acuerdo a reglas claramente definidas [Denton 1991].

**Medida:** Proporciona una indicación cuantitativa de la extensión, la cantidad, la dimensión, la capacidad o el tamaño de algún atributo del producto o proceso [Pessman 1998].

**Métricas:** Es un método y escala de de medición definidos. Son estándares de medición que se aplican a los atributos del software en cada una de sus etapas para hacer la evaluación y determinar el grado de calidad existente del software.

**Métrica externa:** (Métrica objetiva, subjetiva) es el valor resultante del atributo al aplicar una *métrica indirecta* y que siempre involucra al *ente* y su comportamiento con el entorno.

**Métrica interna:** (Métrica objetiva) es un valor numérico o nominal del atributo que siempre involucra al *ente* en sí, ya sea obtenido por una *métrica directa* o *indirecta*.

**Métrica objetiva:** Es el valor resultante del atributo de un *ente* (*artefacto*, *proceso*, o *recurso*), comprobable, independiente del juicio o subjetividad humana. No obstante, es importante destacar que existen grados de objetividad.

**Métrica subjetiva:** Es un valor numérico que siempre involucra al juicio humano por medio de *heurísticas* o criterios de preferencia directa.

**Modelo de calidad:** Conjunto de características y de relaciones entre ellas, que proporcionan las bases para especificar los requisitos de calidad y evaluar la calidad.

**Servicio de Nomenclátor:** Ofrece la posibilidad de localizar un fenómeno geográfico de un determinado nombre. Se define como un servicio que admite como entrada el nombre de un fenómeno (topónimo), con las posibilidades habituales de nombre exacto, comenzando por, nombre incluido, y devuelve la localización, mediante unas coordenadas, del fenómeno en cuestión.

**Norma:** Documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido que suministra, para uso común y repetido, reglas, directrices o características para las actividades o sus resultados, encaminados al logro del grado óptimo de orden en un contexto dado.

**Software:** Todo o parte de los programas, procedimientos, reglas y documentación asociada a un sistema de procesamiento de información.

**SQL:** Acrónimo de *structured query language*, un lenguaje estándar de gestión de bases de datos. SQL se ha convertido en un estándar por lo que es posible acceder a bases de datos de procedencia diversa mediante consultas en este lenguaje.

**Usuario:** Un individuo que utiliza el producto de software para realizar una función específica.

**Validación:** Confirmación por inspección y provisión de evidencia objetiva de que los requerimientos particulares para un uso específico son alcanzados.

**Valoración:** Emplear una métrica para asignar uno de los valores de una escala (el mismo que puede ser un número o categoría) al atributo de una entidad.

**Valoración Cualitativa:** Es una evaluación sistemática del grado o capacidad de una entidad para satisfacer necesidades o requerimientos específicos.

**Verificación:** Confirmación por examen y provisión de evidencia objetiva que los requerimientos específicos han sido alcanzados.