

**ARQUITECTURA SIG PARA EL REPOSITORIO DE LA PLATAFORMA
AGROCLIMÁTICA DE CALDAS**

JHON ALEXANDER CERÓN CERÓN



**UNIVERSIDAD DE
MANIZALES**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
MANIZALES
2018**

**ARQUITECTURA SIG PARA EL REPOSITORIO DE LA PLATAFORMA
AGROCLIMÁTICA DE CALDAS**

JHON ALEXANDER CERÓN CERÓN

Proyecto de Investigación con coinvestigadores
Investigador Principal
LUIS CARLOS CORREA ORTIZ

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
MANIZALES
2018**

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

Al Señor Jesús Cristo, Dios, por permitirme gozar de excelente estado de salud y así poder sacar adelante este informe final de coinvestigación como trabajo de grado en la Universidad de Manizales.

A mis Padres, Teresa Cerón Rodríguez, profesional en Contabilidad y Finanzas y Diego Cerón Ordóñez, Profesional en Construcción y Agricultura, por su apoyo incondicional en todas las situaciones que se presentaron.

A mi hermanito Duván Felipe Serrato Solano, Ingeniero Industrial de la Universidad Corhuila, quién aportó valioso acompañamiento en el desarrollo de este trabajo de coinvestigación, con sus singulares formas de dar ánimo.

A Luis Carlos Correa Ortiz, Ingeniero Electrónico, Docente del programa de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, Investigador principal de la Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias e Ingeniería, por permitirme actuar en calidad de estudiante coinvestigador y sacar adelante este informe como trabajo de Grado para optar el título de Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones.

CRÉDITOS

Las personas que participaron en este proyecto fueron las siguientes:

NOMBRE	ROL	DIRECCIÓN	CORREO ELECTRÓNICO
Jhon Alexander Cerón Cerón	Estudiante coinvestigador	Carrera 9 No. 19-03	jhon.ceron@umanizales.edu.co
Luis Carlos Correa Ortiz	Investigador principal	Carrera 9 No. 19-03	lcco@umanizales.edu.co

CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS.....	3
CRÉDITOS	4
PÁGINA DE ACEPTACIÓN	5
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABLAS	10
LISTA DE CUADROS	11
GLOSARIO	12
RESUMEN.....	18
ABSTRACT	19
INTRODUCCIÓN	20
1. ÁREA PROBLEMÁTICA	21
2. OBJETIVOS.....	23
2.1 OBJETIVO GENERAL	23
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
3. JUSTIFICACIÓN.....	24
4. MARCO TEÓRICO	25
4.1. MARCO CONCEPTUAL.....	25
4.1.1 Sistemas de Información Geográfica (SIG)	25
4.1.2 Cambio Climático.....	36
4.1.3 Herramientas y Métodos para el Análisis, Medición Climática y Medioambiental	41
4.2 MARCO LEGAL O NORMATIVO	51
4.2.1 Leyes.....	51
4.2.2 Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES).....	53
4.2.3 Decretos.....	56
4.2.4 Resoluciones.....	57
4.2.5 Normatividad Internacional.....	61
4.2.6 <i>Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)</i>	63
4.3 MARCO REFERENCIAL	64

4.3.1	<i>An algorithm for converting weather radar data into GIS polygons and its application in severe weather warning systems</i>	64
4.3.2	Aplicación de la Tecnología SIG para la Representación de Información Climática Marina en el Atlántico Sur	65
4.3.3	Caracterización climática para la región de Bahía de Banderas mediante el sistema de Köppen, modificado por García, y técnicas de sistemas de información geográfica	66
4.3.4	Casos de aplicaciones empresariales de <i>Web Mapping</i> y SIG Libre .	66
4.3.5	<i>Geographic Information Systems in Weather, Climate, and Impacts</i> .	67
4.3.6	Investigación del Clima por Medio de los Sistemas de Información Geográfica	68
4.3.7	<i>Regionalization and classification of bioclimatic zones in the central-northeastern region of México using principal component analysis (PCA)</i>	68
4.3.8	SIG como Herramienta de Estudio y Planificación del Suelo en Zonas Agrícolas	69
4.3.9	Sistema multimedia inundaciones históricas y escenarios de peligro por inundaciones ante intensas lluvias de las cuencas Vento-Almendares, Quibu y Jaimanitas, la Habana, Cuba	70
4.3.10	Una arquitectura <i>indoor</i> LBS basada en SIG con servidores de mapas	70
4.3.11	<i>Use of NEXRAD Information for Hydrological Modeling in Watersheds with Sparse Rain Gauge Networks</i>	71
4.3.12	Centro de datos e Indicadores Ambientales de Caldas (CDIAC)	72
5.	METODOLOGÍA	73
5.1	TIPO DE TRABAJO	73
5.2	PROCEDIMIENTO	73
5.2.1	Fase 1. Identificación de los Requisitos Físicos de la Arquitectura del Server	73
5.2.2	Fase 2. Identificación de los Requisitos Lógicos de la Arquitectura del Server.	75
5.2.3	Fase 3. Reconocimiento de Licitantes para adquirir la Arquitectura del Server	75
5.2.4	Fase 4. Recepción y Recolección de las cotizaciones de la Arquitectura del Server	75
5.2.5	Fase 5. Discusión de las cotizaciones presentadas por los oferentes de la Arquitectura del Server	76
5.2.6	Fase 6. Selección de la Arquitectura del Server	76

5.2.7 Fase 7. Diseño de la Arquitectura para el repositorio de la Plataforma Agroclimática de Caldas	76
6. RESULTADOS.....	77
6.1 DESCRIPCIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	77
6.1 Resultados Fase 1. Identificación de los Requisitos Físicos de la Arquitectura del Server	77
6.2 Resultados Fase 2. Identificación de los Requisitos Lógicos de la Arquitectura del Server	78
6.3 Resultados Fase 3. Reconocimiento de Licitantes para adquirir la Arquitectura del Server	79
6.4 Resultados Fase 4. Recepción y Recolección de las cotizaciones de la Arquitectura del Server	81
6.5 Resultados Fase 5. Discusión de las cotizaciones presentados por los oferentes de la Arquitectura del Server	86
6.6 Resultados Fase 6. Selección de la Arquitectura del Server	91
6.7 Resultados Fase 7. Diseño de la Arquitectura para el repositorio de la Plataforma Agroclimática de Caldas	92
7. CONCLUSIONES	94
8. RECOMENDACIONES.....	96
BIBLIOGRAFÍA.....	97

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Elementos que forman el sistema SIG	26
Figura 2. Representación gráfica del modelo Raster.	27
Figura 3. Representación gráfica del modelo Vectorial.	28
Figura 4. Capas temáticas de la información en el modelo Raster y Vectorial.	30
Figura 5. Arquitectura de un Sistema de Información Geográfico Web.	32
Figura 6. Relación entre Cliente y Servidor.	34
Figura 7. Proceso de Petición y respuestas de Procesos y Datos en conjunto.	35
Figura 8. Datos globales de temperatura superficial ente el 1964 y 2017.	37
Figura 9. Área Sembrada y Área Cosechada del Cultivo de Café 2011 - 2014.	39
Figura 10. Producción y Rendimiento del Cultivo de Café 2011 - 2014.	39
Figura 11. Distribución de la Red de estaciones de la Plataforma Agroclimática de Cenicafé	42
Figura 12. Plataforma Cartográfica de Corpocaldas	43
Figura 13. Cobertura de la Red de las estaciones Meteorológicas, Higrológicas e Hidrometeorológicas del IDEAM.	44
Figura 14. División de las Estaciones Meteorológicas, Hidrológicas e Hidrometeorológica del IDEAM, según su área de influencia.	45
Figura 15. Herramienta Geovisor del IDEAM, clasificación Climatológica de Lang 2012.	47
Figura 16. Vulnerabilidad al cambio climático, según capas de vulnerabilidad de SIAC	47
Figura 17. Red de estaciones meteorológicas e Hidrometeorológicas de Manizales, Sistema de Alerta Temprana.	49
Figura 18. Sistema de Información Geográfica para Áreas de Reglamentación Especial (SIGARE).	50
Figura 19. Único datum oficial de Colombia, MAGNA-SIRGAS, y referencia Geocéntrico para las Américas SIRGAS y a su vez del ITRF.	58
Figura 20. Fabricantes líderes en el Mercado de Equipos Servidores	79
Figura 21. Indagación de Arquitecturas para Servidor de la Compañía Dell Inc.	81
Figura 22. Evidencia de solicitud de cotización con la Empresa GTI sede Manizales Caldas.	82
Figura 23. Mensajería instantánea y Formulario para el envío de mensaje para solicitud de cotización de la Arquitectura Servidor a la empresa WonderTech.	82
Figura 24. Solicitud de cotización de la Arquitectura Servidor a la empresa Indatec LTDA a través de correo electrónico.	83
Figura 25. Arquitectura SIG para el Repositorio de la Plataforma Agroclimática de Caldas.	93

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Principales Cultivos por Hectárea (ha) y Área Sembrada en los Años 2013 y 2014	38
Tabla 2. Evolución e involución del Área Glaciar del Volcán Nevado del Ruiz	40
Tabla 3. Umbrales de Alerta Temprana Red Estaciones Meteorológicas Manizales	48
Tabla 4. Anexo C, Grupo I, II y III de las sustancias que agotan la capa de ozono definidas en el Protocolo de Montreal	59
Tabla 5. Especificaciones técnicas, físicas, generales para el Servidor.	78
Tabla 6. Comparativa entre distribuciones Linux para Arquitecturas de Servidores	79
Tabla 7. Listado de entidades que se dedican a la distribución de equipos de cómputo como Servidores.	80
Tabla 8. Comparativa de la Arquitectura esperada Vs cotización de Servidor tipo Tower marca Dell, modelo PowerEdge T440. Compañía Dell Inc.	86
Tabla 9. Comparativa de la Arquitectura esperada Vs cotización de Servidor tipo Tower marca Dell, modelo PowerEdge T430. Compañía Dell Inc.	87
Tabla 10. Comparativa de la Arquitectura esperada Vs cotización de Servidor tipo Tower marca HP, modelo ProLiant ML150 Gen9. Compañía GTI.	88
Tabla 11. Comparativa de la Arquitectura esperada Vs cotización de Servidor tipo Tower marca Dell, modelo PowerEdge T30. Compañía Indatec LTDA.	88
Tabla 12. Comparativa de la Arquitectura esperada Vs cotización de Servidor tipo Tower marca Dell, modelo PowerEdge T130. Compañía Indatec LTDA.	89
Tabla 13. Comparativa de la Arquitectura esperada Vs cotización de Servidor tipo Tower marca Lenovo, modelo ThinkServer TS150. WonderTech.	90
Tabla 14. Arquitectura Servidor seleccionada para el Repositorio de la Plataforma Agroclimática de Caldas.	91

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Ventajas y desventajas del Modelo o Formato Raster.	28
Cuadro 2. Ventajas y desventajas del Modelo o Formato Vectorial.	29
Cuadro 3. Uso de las Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfico	31
Cuadro 4. Cotización de Servidor tipo Tower marca Dell, modelo PowerEdge T440. Compañía Dell Inc.	83
Cuadro 5. Cotización de Servidor tipo Tower marca Dell, modelo PowerEdge T430. Compañía Dell Inc.	84
Cuadro 6. Cotización de Servidor tipo Tower marca HP, modelo ProLiant ML150 Gen9. Empresa GTI.	84
Cuadro 7. Cotización de Servidor tipo Tower marca Dell, modelo PowerEdge T30. Empresa Indatec LTDA.	85
Cuadro 8. Cotización de Servidor tipo Tower marca Dell, modelo PowerEdge T130. Empresa Indatec LTDA.	85
Cuadro 9. Cotización de Servidor tipo Tower marca Dell, modelo PowerEdge T130. Empresa Indatec LTDA.	86

GLOSARIO

ArcGIS: es un conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o SIG. Producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica.

ArcIMS: es un servidor de mapas web producido por Esri accesible a través de un navegador web. Es un SIG diseñado para servir mapas a través de Internet. A veces, estos mapas son solo imágenes estáticas que permiten un simple barrido y zoom, mientras que otros son páginas más complejas.

ArcXML: es un lenguaje basado en XML por lo que es independiente de una plataforma, se pueden hacer tanto consultas espaciales como alfanuméricas, de las que se pueden obtener datos, imágenes, añadir capas dinámicamente para determinadas consultas, etc.

Arquitectura Cliente-Servidor: es un modelo de diseño de software en el que las tareas se reparten entre los proveedores de recursos o servicios, llamados servidores, y los demandantes, llamados clientes. Un cliente realiza peticiones a otro programa, el servidor es quien le da respuesta.

AutoCAD: es una aplicación comercial de software de diseño asistido por computadora (CAD). Desarrollado y comercializado por Autodesk. AutoCAD se lanzó por primera vez en diciembre de 1982 como una aplicación de escritorio que se ejecuta en microordenadores con controladores de gráficos internos.

Biota: es un conjunto de organismos vivos. Conjunto de especies de plantas, animales y otros organismos que ocupan un área dada. Por ejemplo, biota colombiana, para referirse a la lista de especies que haya en ese territorio. El término puede desglosarse en flor y fauna según los límites establecidos en botánica y zoología.

Bomba Ciclónica: es aquella que se registra cuando hay una caída de presión muy alta o repentina en un ciclón en pocas horas (al menos 24 milibares en 24 horas), generando intensos vientos que pueden derribar árboles o afectar viviendas.

Capa de Ozono: es la zona de la estratosfera terrestre que contiene una concentración relativamente alta de ozono. Esta capa, que se extiende aproximadamente de los 15 km a los 50 km de altitud, reúne el 90 % del ozono presente en la atmósfera y absorbe del 97 al 99 % de la radiación ultravioleta de alta frecuencia.

Cartografía: es una rama de la Geografía que se encarga de figurar espacios terrestres en mapas o esferas, esta ciencia se ocupa de agrupar y analizar medidas y datos de regiones de la tierra, para representarlas gráficamente a distintas dimensiones lineales

Conpes: el Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes) es un organismo asesor del Gobierno en materia de desarrollo económico y social, y es el encargado de estudiar y recomendar políticas generales en esas áreas.

Datos abiertos: open data en inglés. Es una filosofía y práctica que persigue que determinados tipos de datos estén disponibles de forma libre para todo el mundo, sin restricciones de derechos de autor, de patentes o de otros mecanismos de control.

Datos espaciales: es una abstracción del mundo real que emplea un conjunto de objetos dato, para soportar el despliegue de mapas, consultas, edición y análisis. Los datos geográficos, presentan la información en representaciones subjetivas a través de mapas y símbolos, que representan la geografía como formas geométricas, redes, superficies, ubicaciones e imágenes, a los cuales se les asignan sus respectivos atributos que los definen y describen.

Demografía: es una ciencia que estudia las poblaciones humanas, su dimensión, estructura, evolución y características generales. De manera Específica estudia estadísticamente la estructura y la dinámica de las poblaciones, así como los procesos concretos que determinan su formación, conservación y desaparición. Tales procesos son los de fecundidad, mortalidad y migración: emigración e inmigración.

Desktop: es una computadora personal diseñada para uso regular en un solo lugar en o cerca de un escritorio o mesa debido a su tamaño y requisitos de energía.

Energía Eólica: es la energía obtenida a partir del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es convertida en otras formas útiles de energía para las actividades humanas.

Esri: (*Environmental Systems Research Institute*) es una empresa fundada por Jack Dangermond en 1969 que en sus inicios se dedicaba a trabajos de consultoría del territorio. Actualmente desarrolla y comercializa software para Sistemas de Información Geográfica y es una de las compañías líderes en el sector a nivel mundial. Tiene su sede en California, EE. UU.

Fenología: es la ciencia que estudia la relación entre los factores climáticos y los ciclos de los seres vivos. Parte de la meteorología que estudia las repercusiones

del clima sobre los fenómenos biológicos de ritmo periódico, como el florecimiento o la migración de aves.

Fenómeno de la Niña: la Niña es un fenómeno climático que forma parte de un ciclo natural global del clima. Este ciclo global tiene un extremo, es decir, una fase fría que se constituye por aleadas de frío lo más común son las precipitaciones lluviosas.

Fenómeno del Niño: el Niño es un fenómeno climático que forma parte de un ciclo natural global del clima. Este ciclo global tiene un extremo, es decir, una fase cálida que se constituye por aleadas de calor lo más común es la carencia de precipitaciones lluviosas que regularmente conlleva sequías.

GEOCOL: es el modelo Geoidal establecido para Colombia (GEOCOL) desarrollado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi en el 2004.

Geoide: se denomina geoide al cuerpo definido por la superficie equipotencial del campo de gravedad terrestre. Por lo anteriormente mencionado, es un modelo bastante acertado de la forma de la Tierra, establecido en una forma casi esférica, aunque con un ligero achatamiento en los polos (esferoide), pero que guarda las diferencias propias de la gravedad en vinculación a masas diferenciales de los perfiles de composición vertical del planeta.

Georreferenciación: es la técnica de posicionamiento espacial de una entidad en una localización geográfica única y bien definida en un sistema de coordenadas y datum específicos.

Hardware: se refiere a las partes físicas tangibles de un sistema informático; sus componentes eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos. Cables, gabinetes o cajas, periféricos de todo tipo y cualquier otro elemento físico involucrado componen el hardware.

Hidrología: es una rama de las ciencias de la Tierra que estudia el agua, su ocurrencia, distribución, circulación, y propiedades físicas, químicas y mecánicas en los océanos, atmósfera y superficie terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares.

Hidrometeorología: es una rama de las ciencias de la atmósfera (Meteorología) y de la (Hidrografía) que estudia la transferencia de agua y energía entre la superficie y la atmósfera. Se deben a la acción de factores atmosféricos, como el viento, la lluvia o cambios bruscos de temperatura. Son ejemplos de éstos los huracanes, las inundaciones y las tormentas de nieve o granizo. También investiga la presencia de agua en la atmósfera en sus diferentes fases.

Host: se refiere a las computadoras u otros dispositivos conectados a una red que proveen y utilizan servicios de ella. Los usuarios deben utilizar anfitriones para tener acceso a la red. En general, los anfitriones son computadores monousuario o multiusuario que ofrecen servicios de transferencia de archivos, conexión remota, servidores de base de datos, servidores web, etc.

HTML: (*HyperText Markup Language*), hace referencia al lenguaje demarcado para la elaboración de páginas web. Es un estándar que sirve de referencia del software que conecta con la elaboración de páginas web en sus diferentes versiones, define una estructura básica y un código denominado código HTML para la definición de contenido de una página web, como texto, imágenes, videos, juegos, entre otros.

Laptop: es una computadora portátil de peso y tamaño ligero, su tamaño es aproximado al de un portafolio. Esta pertenece al grupo de las computadoras personales, las cuales son sistemas de computación relativamente pequeños y de bajo costo.

Licenciamiento: es un contrato entre el autor/titular de los derechos de explotación/distribución y el usuario consumidor, profesional o empresa del programa informático, para utilizarlo cumpliendo una serie de términos y condiciones establecidas dentro de sus cláusulas, es decir, es un conjunto de permisos que un desarrollador le puede otorgar a un usuario en los que tiene la posibilidad de distribuir, usar o modificar el producto bajo una licencia determinada.

Metadatos: son datos que describen otros datos. En general, un grupo de metadatos se refiere a un grupo de datos que describen el contenido informativo de un objeto al que se denomina recurso. El concepto de metadatos es análogo al uso de índices para localizar objetos en vez de datos.

Meteorología: es la ciencia interdisciplinaria, de la física de la atmósfera, que estudia el estado del tiempo, el medio atmosférico, los fenómenos producidos y las leyes que lo rigen. En ese sentido, la meteorología es una rama de la geofísica que tiene por objeto el estudio detallado de la envoltura gaseosa de la Tierra y sus fenómenos.

NEXRAD: (Nex... generación siguiente de ...Radares) es una red de 159 radares meteorológicos de alta resolución Doppler operados por el "Servicio Nacional del Tiempo", una agencia de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) junto al "Ministerio de Comercio de Estados Unidos". Su nomenclatura técnica es WSR-88D, que significa *Weather Surveillance Radar*, 1988, Doppler.

Ortofoto: se una presentación fotográfica de una zona de la superficie terrestre, en la que todos los elementos presentan la misma escala, libre de errores y

deformaciones, con la misma validez de un plano cartográfico. Una ortofotografía se consigue mediante un conjunto de imágenes aéreas (tomadas desde un avión o satélite) que han sido corregidas para representar una proyección ortogonal sin efectos de perspectiva, y en la que por lo tanto es posible realizar mediciones exactas.

pH: es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidrógeno [H^+] presentes en determinadas disoluciones.² La sigla significa potencial de hidrógeno o potencial de hidrogeniones.

Plataforma Agroclimática: son datos recopilados por estaciones meteorológicas, hidrológicas e hidrometeorológicas para luego ser analizados y presentar los resultados a través de un Portal Web, estos estudios son realizados mediante equipos electrónicos y programas computacionales.

Servidor Web: es un programa informático que procesa una aplicación del lado del servidor, realizando conexiones bidireccionales o unidireccionales y síncronas o asíncronas con el cliente y generando o cediendo una respuesta en cualquier lenguaje o Aplicación del lado del cliente, generalmente visualizados a través de un navegador *Web* como Chrome o Mozilla.

Sistema Operativo: es el software principal o conjunto de programas de un sistema informático que gestiona los recursos de hardware y provee servicios a los programas de aplicación de software.

SIRGAS: es el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas el cual es un sistema de referencia geodésico producto de la densificación de una red de estaciones sistema global de navegación por satélite GNSS de alta precisión en el área continental.

Software: se refiere al equipo lógico o soporte lógico de un sistema informático, que comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas, en contraposición a los componentes físicos que son llamados hardware.

Software Libre: se refiere el conjunto de software (programas informáticos) que, por elección voluntaria de su autor, puede ser copiado, estudiado, modificado, utilizado libremente con cualquier fin y redistribuido con o sin cambios o mejoras. Su definición está asociada al nacimiento del movimiento de software libre, encabezado por Richard Stallman y la consecuente fundación en 1985 de la Free Software Foundation, que coloca la libertad del usuario informático como propósito ético fundamental.

Topografía: es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre, con sus

formas y detalles; tanto naturales como artificiales. Esta representación tiene lugar sobre superficies planas, limitándose a pequeñas extensiones de terreno, utilizando la denominación de geodesia para áreas mayores. De manera muy simple, puede decirse que para un topógrafo la Tierra es plana (geométricamente), mientras que para la geodesia no lo es.

Topología: es la rama de las matemáticas dedicada al estudio de aquellas propiedades de los cuerpos geométricos que permanecen inalteradas por transformaciones continuas. Es una disciplina que estudia las propiedades de los espacios topológicos y las funciones continuas. La topología se interesa por conceptos como proximidad, número de agujeros, el tipo de consistencia o textura que presenta un objeto, comparar objetos y clasificar múltiples atributos donde destacan conectividad, compacidad, metricidad o metrizabilidad, entre otros.

URL: Localizador Uniforme de Recursos (LUR), o más conocido por la sigla URL, del inglés *Uniform Resource Locator*. Es un identificador de recursos uniforme cuyos recursos referidos pueden cambiar, esto es, la dirección puede apuntar a recursos variables en el tiempo.¹ Están formados por una secuencia de caracteres, de acuerdo con un formato modélico y estándar, que designa recursos en una red, como Internet.

Web Mapping: es el proceso de usar mapas entregados por los Sistemas de Información Geográfica (GIS). Se sirve y se consume un mapa *web* en la *World Wide Web*, por lo que el mapeo *web* es más que una cartografía *web*, es un servicio mediante el cual los consumidores pueden elegir lo que mostrará el mapa.

RESUMEN

Este informe de coinvestigación, tiene como objetivo general, diseñar la arquitectura física y lógica de un Servidor para un Sistema de Información Geográfico SIG, con el fin de implementar una Red Agroclimática en el Departamento de Caldas, que permita la publicación Web de diversas salidas gráficas, haciendo uso de herramientas SIG del Instituto de Investigación de Sistemas Ambientales *Environmental Systems Research Institute* ESRI. Para que sea posible el cumplimiento de este objetivo, se plantean tres metas específicas, como lo son estimar los parámetros necesarios para establecer la arquitectura, considerando los componentes físicos y lógicos necesarios para su óptimo despliegue; dimensionar los diversos parámetros contemplando las capacidades de los elementos que constituyen la arquitectura de un servidor provisto de características propias necesarias; y presupuestar los costos en moneda colombiana de lo que costaría la compra de la arquitectura seleccionada, con base en solicitudes de cotizaciones de distintas empresas o compañías comerciales que se dediquen a la distribución y venta de estos equipos.

Aunque no siendo suficiente con esto, en este informe también se contemplan temas consecuentes relacionados con el destino que tendrá la arquitectura seleccionada, tocando temas de una problemática global como lo son los efectos negativos que tiene el cambio climático para los diferentes ecosistemas del medio ambiente. Teniendo en cuenta que ya existen plataformas publicadas en Internet, para libre acceso, que se encargan de tomar y medir datos e indicadores ambientales con el fin de ayudar a tomar mejores decisiones frente a la adaptación del cambio climático. No obstante, se consideran antecedentes nacionales e internacionales concernientes con los temas en cuestión que coadyuvaron con el desarrollo del tema explícito. Los resultados fueron satisfactorios frente al tiempo y factores que influenciaron en el transcurso de esta coinvestigación, para el aporte en la toma de decisiones con la información completa e integral recolectada.

PALABRAS CLAVES: SIG; Plataformas Virtuales, Arquitectura SIG Física y Lógica, Cambio Climático, Estaciones Hidrometeorológicas, Presupuesto.

ABSTRACT

This co-research report has the general objective of designing the physical and logical architecture of a Server for a GIS Geographic Information System, to implement an Agroclimatic Network in the Department of Caldas, which allows the Web publication of various graphic outputs, using GIS tools from the ESRI Environmental Systems Research Institute. To achieve this objective, three specific goals are proposed, such as estimating the necessary parameters to establish the architecture, considering the physical and logical components necessary for its optimal deployment; dimensioning the various parameters contemplating the capabilities of the elements that constitute the architecture of a server with its own necessary characteristics; and budgeting the costs in Colombian currency of what the purchase of the selected architecture would cost, based on requests for quotations from different commercial companies that are dedicated to the distribution and sale of these equipment.

Although this is not enough, this report also considers consistent issues related to the fate of the selected architecture, touching on issues of a global problem such as the negative effects of climate change on the different ecosystems of the environment. Considering that there are already platforms published on the Internet, free access, which are responsible for taking and measuring environmental data and indicators to help make better decisions in the face of climate change adaptation. However, national and international precedents concerning the issues in question that contributed to the development of the explicit theme are considered. The results were satisfactory compared to the time and factors that influenced during this co-research, for the contribution in the decision making with the complete and integral information collected.

KEY WORDS: GIS, Virtual Platforms, Physical and Logical Architecture GIS, Climate Change, Hydrometeorological Stations, Budget.

INTRODUCCIÓN

La causa fundamental del cambio climático es un efecto natural nocivo denominado Efecto Invernadero, este hecho está constituido por la liberación de gases en la atmósfera, principalmente resultante de actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles. Este efecto ha aumentado vertiginosamente de manera constante, puesto que, según estudios, solo en el periodo entre los años 1970 y 2000 aumentaba 1,3%; sin embargo, en la década siguiente; es decir, hasta el año 2010, aumentó un 2,2%, cifras que se suman anualmente. Es necesario contemplar que, el 76% de estos Gases de Efecto Invernadero corresponde a dióxido de carbono (CO₂). Una cifra alarmante es que, en lo transcurrido del tiempo, hasta el año 2010, se alcanzaron 49 gigatoneladas de este perjudicial gas arrojado y acumulado en la atmósfera terrestre. Como resultado, a este efecto, se le atribuyen cambios desfavorables en la biota de los diferentes ecosistemas, desastres naturales de tipo huracanes, sismos, aumento de periodos de lluvias, olas intensas de aumento de temperatura; debido a la concentración de calor que los gases liberados generan al no dejar expulsar de la atmósfera el calor resultante impidiendo que se restablezcan las temperaturas idóneas para que no haya nocividad en el planeta.

Otro dato interesante es que la Organización Mundial de la Salud (OMS), estima que aproximadamente 8,2 millones de personas fallecen anualmente por factores de riesgo medio ambientales, como la contaminación del aire, el agua, el suelo, la exposición a productos químicos, el cambio climático y la radiación ultravioleta, este último por efecto del debilitamiento de la capa de ozono; contribuyendo con más de 100 enfermedades o traumatismos.

Sin embargo, actualmente se proveen soluciones tecnológicas, cuya principal meta, es la obtención, medición y análisis de datos de aspectos que influyen para la medición de los efectos de cambio climático; estos datos son emitidos desde estaciones especializadas en climatología, y posteriormente procesados en plataformas SIG, que permiten estudiar los posibles comportamientos que se presenten en áreas que afectan el medio ambiente, y en consecuencia de la agricultura. Con el fin de ayudar en el mejoramiento de la toma de decisiones para contribuir positivamente frente a la adaptación y progreso efectivo del cambio climático. Cada una de estas plataformas se concreta en zonas dispersas de las cuales se logran obtener más de un centenar de información de forma independiente; para lo cual se ha considerado que es necesaria la implementación de una sola gran plataforma completa e integral, que se encargará de recopilar la información obtenida de sus homólogas.

1. ÁREA PROBLEMÁTICA

El cambio climático, es, sin duda, una preocupación de carácter global, teniendo en cuenta que este compromete negativamente y en gran medida los diferentes ecosistemas existentes, afectando principalmente el estado de los diversos climas y este a su vez las condiciones ideales para que el sector agrícola tenga un desarrollo próspero; este fenómeno puede generar problemáticas relacionadas entre otras cosas, con baja producción en las cosechas, deterioro para los cultivos y sus frutos, y mayor presencia de plagas. Es por esto por lo que se hace necesario tener información actualizada sobre los sucesos cambiantes que estén encaminados en perturbar el clima con el fin de tomar decisiones, plantear posteriores investigaciones y desarrollos alrededor de la adaptación al cambio climático y la agricultura, específicamente en el departamento de Caldas, utilizando la recopilación de la información de las diferentes entidades afines.

Los Sistemas de Información Geográfico (SIG), son conjuntos de subsistemas que analizan, almacenan y presentan información espacial a través de planos y mapas digitales para determinadas áreas de estudio, sus aplicaciones pueden variar, abarcando aspectos de tipo cartográficos, demográficos y muchas municipalidades los usan para determinar sus planes de gestión u ordenamiento territorial, también tienen amplios usos en temas para el medio ambiente, administración y explotación de recursos mineros, *geomarketing*, comportamiento climatológico de ríos o cuentas hídricas o específicamente de un área geográfica concreta. La principal utilidad de los SIG, son de apoyo en la toma de decisiones, de manera que coadyuven a proporcionar de forma clara una visión acertada del objeto de estudio. Los SIG, pueden ser empleados y/o desplegados en arquitecturas locales para fines personales o en arquitecturas para uso remoto con clientes o usuarios particulares. Para estimar las características físicas y lógicas de un servidor con aplicabilidad en SIG, para lo cual es entablada esta coinvestigación, es necesario saber con certeza la cantidad usuarios aproximada en intervalos de tiempo que estos tendrán acceso al Sistema de Información, tamaño del Software a implantar en el Servidor, si se requerirá o no licenciamiento, tipo de base de datos, especialidad del software en cuanto a cálculos matemáticos, nivel gráfico requerido o almacenamiento de información extensa y disponibilidad.

Concretamente, la arquitectura del servidor debe establecer las características propias de una plataforma que obtendrá la información agroclimática de las otras plataformas existentes como son, la plataforma¹ actual para Café de Cenicafé², así

¹ Acceso a Plataforma Agroclimática Cafetera de Centro Nacional de Investigaciones de Café Cenicafé desde <https://agroclima.cenicafe.org/home>

² Sitio *Web* oficial, Centro Nacional de Investigaciones de Café Cenicafé, desde <http://www.cenicafe.org/>

como la actual plataforma³ tecnológica agroclimática de Corpocaldas⁴ con su red de estaciones meteorológicas e informaciones pertinentes de otras instituciones de orden regional y nacional como el IDEAM⁵, y la CHEC⁶. Permitiendo una visualización geográfica y la consulta de datos de clima provenientes de todas las fuentes y estaciones, en tiempo cercano al real del departamento de Caldas.

Desde una arquitectura configurada física y lógicamente, destinada para un SIG, los usuarios pueden tener acceso a una fuente de información integral Agroclimática referente a, los suelos, las coberturas y los sistemas de elaboración de las cadenas productivas que proporcionan las entidades e instituciones mencionadas, ya que esta no se encuentra consolidada, de manera que debe ser consultada de forma independiente.

³ Acceso a la Plataforma Cartográfica de la Corporación Autónoma Regional de Caldas, Corpocaldas http://www.corpocaldas.gov.co/dynamic_page.aspx?p=260

⁴ Sitio *Web* oficial de la Corporación Autónoma Regional de Caldas, Corpocaldas: <http://www.corpocaldas.gov.co/>

⁵ Sitio *Web* oficial del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM <http://www.ideam.gov.co/>

⁶ Sitio *Web* oficial de la Central Hidroeléctrica de Caldas, CHEC <http://www.chec.com.co/>

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar la arquitectura física y lógica de un Servidor para un Sistema de Información Geográfico SIG con el fin de crear una Red Agroclimática, que permita la publicación *Web* de diversas salidas gráficas, haciendo uso de herramientas ESRI.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar los parámetros necesarios para establecer la arquitectura.
- Dimensionar los diversos parámetros.
- Presupuestar la arquitectura.

3. JUSTIFICACIÓN

Actualmente, en el departamento de Caldas existen diferentes entes administrativos y gubernamentales, encargados, de vigilar y analizar con pericia la información referente al comportamiento del clima, estimado en temperatura, lluvia, humedad relativa, entre otros. Entre ellos se presentan: la plataforma agroclimática Cafetera del Centro Nacional de Investigaciones de Café – Cenicafé, la plataforma tecnológica agroclimática de Corpocaldas con su red de estaciones meteorológicas, así como también, otras instituciones de orden regional y nacional como el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, y la Central Hidroeléctrica de Caldas – CHEC. Por lo anteriormente dicho, no se tiene un sistema que integre todas estas plataformas, por lo que la información solo está dispuesta de forma específica, según sea el tema de estudio de cada entidad que provee este tipo de servicios en su propia plataforma. Por ende, es necesario, recopilar toda la información que se genera por parte de las entidades mencionadas, de manera que se estructure de forma íntegra y esté a disposición en un solo lugar, haciendo uso de una plataforma estructurada, con arquitectura física y lógica suficiente, que sea capaz de soportar la información recolectada, teniendo en cuenta la capacidad de almacenamiento de datos, velocidad de análisis de la información en cuanto a cálculos matemáticos, disponible en tiempo real para realizar consultas por múltiples usuarios.

Lo novedoso de esta Arquitectura es que concentrará toda la información necesaria para el estudio Agroclimático de manera integral visualizado a través de mapas geográficos interactivos. Los usuarios potenciales serían en primera instancia los técnicos y extensionistas expertos en cada una de las cadenas productivas pero que tengan responsabilidades de asesoría técnica a los productores en una institución vinculada. Seguidamente los investigadores del macroproyecto. Y finalmente los encargados de la apropiación social del conocimiento producido por el macroproyecto.

La utilidad de este proyecto responde a las necesidades que tiene Colombia de prepararse para mitigar las causas y adaptarse a los efectos del cambio climático ya que “los cambios en el medio ambiente físico o en la biota, resultantes del cambio climático que tienen efectos nocivos significativos en la composición, la capacidad de recuperación o la productividad de los ecosistemas naturales o sujetos a ordenación, o en el funcionamiento de los sistemas socioeconómicos, o en la salud y el bienestar humano” (Artículo 1 de la Ley 164 de 1994).

4. MARCO TEÓRICO

4.1. MARCO CONCEPTUAL

4.1.1 Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Teniendo en cuenta la noción de Olaya⁷, quien hace una concepción actual de los SIG diciendo que es un conjunto de software y hardware diseñado específicamente para la adquisición, mantenimiento y uso de datos cartográficos además, añade que son sistemas complejos integrados por una serie de distintos elementos interrelacionados y que la forma de entender un SIG es saber cómo está formado, es decir, por una serie de subsistemas donde cada uno de ellos está encargado de cumplir una serie de funciones. Por ellos, es importante nombrar tres subsistemas fundamentales:

- El Subsistema de datos, es el encargado de las operaciones de entrada y salida de datos, permitiendo a los otros subsistemas tener acceso a los datos y realizar sus funciones de ellos.
- El Subsistema de visualización y creación Cartográfica, crea representaciones a partir de los datos (mapas, leyendas, etc.) permitiendo así la interacción con ellos.
- El Subsistema de análisis, los cuales contienen los métodos y procesos para el análisis de los datos geográficos.

• Elementos de un Sistema de Información Geográfica (SIG)

A pesar de que Idarraga⁸ menciona que son solo cuatro los elementos por los que se componen los Sistemas de Información Geográfica, Olaya⁹ establece que no solo son cuatro, sino que existe un quinto elemento:

- **Software:** el Software son todos aquellos componentes lógicos que se deben tener a disposición, para hacer los análisis de los datos recolectados a través de estos, entre los más comunes, existen los que son de pago, es decir, que exigen un licenciamiento de tipo monetario, como son, ArcGIS el cual constituye un sistema integrado completo, diseñado por la empresa ESRI (*Environmental Systems Research Institute*). O los de licencias libres (*Free*), que están exentos de pagos.

⁷ OLAYA, Victor. Sistemas de Información Geográfica. Madrid, 2014. p. 7.

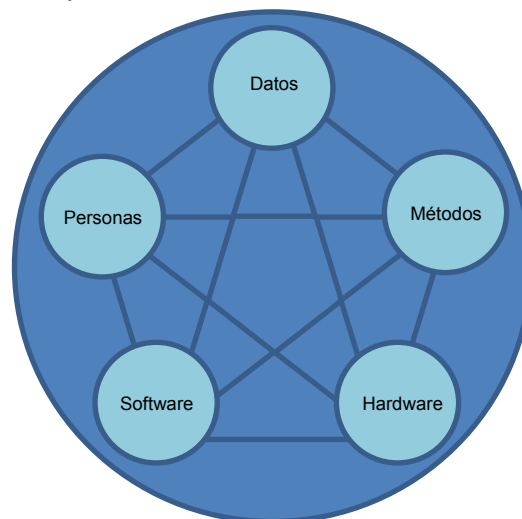
⁸ IDÁRRAGA VALLEJO, Jhon Edwin. SIG como herramienta estratégica para el sector inmobiliario en la ciudad de Manizales. Manizales, 2015. p. 18.

⁹ OLAYA, Op. cit., p.15.

- **Hardware:** componentes físicos que se necesitan, estos se usan a través del Software. Comprenden los ordenadores o computadores, junto a ellos están sus periféricos y toda su infraestructura interna como la memoria, la placa base, el procesador, tarjeta gráfica, entre otros.
- **Datos:** conjunto de información con una particularidad, que deben tener una diferencia para poderse guardar en una base de datos, y es que sin una coordenada no tendrían atributos para un SIG. Es importante conocer de los SIG, las características fundamentales de los datos geográficos y sus propiedades, ya que ejercen un gran papel en un sistema; puesto que los componentes de un SIG cumplen con la función de darle sentido a la información y organización.
- **Personal:** el personal o usuarios son los encargados de diseñar y utilizar el software, siendo el motor del sistema SIG.
- **Métodos o procedimientos:** son un conjunto de formulaciones y metodologías a aplicar sobre los datos. Es decir, los parámetros y configuraciones suficientes para que la información y los datos sean procesados de forma debida y se obtengan los resultados deseados.

En la Figura 1, se presume la conexión que se puede establecer entre los componentes de un SIG y la ventaja para utilizar e incorporar estos procesos en una herramienta SIG es que ayuda a automatizar tareas y a la aparición de nuevos procesos; gracias a las plataformas que tienen una gran capacidad de cómputo donde se ejecuta el SIG, produciendo resultados que no podrán ser obtenidos de otro modo, ya sea por complejidad o el nivel de precisión con el que trabaja.

Figura 1. Elementos que forman el sistema SIG



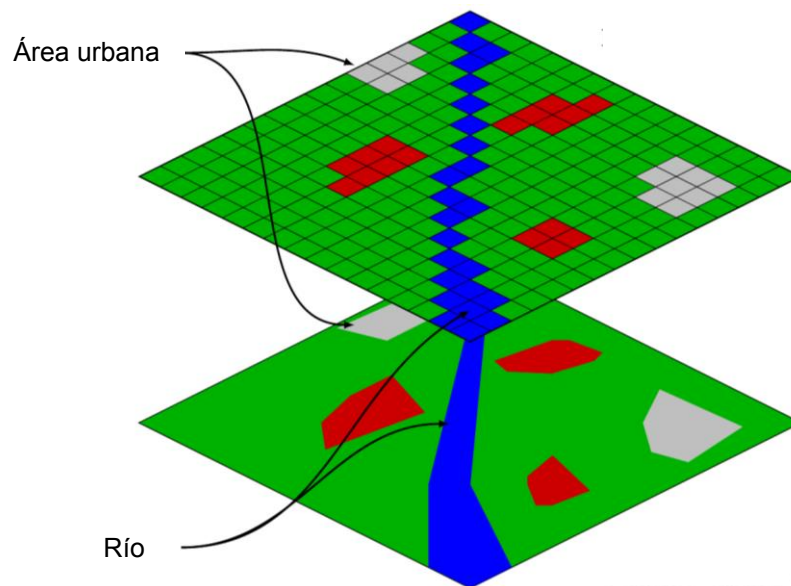
Fuente. Sistemas de Información Geográfica. [en línea]. Madrid. 2014. p. 16. Fecha de consulta: 23/01/2018. Disponible en: <http://volaya.github.io/libro-sig/index.html>

- **Representación de los Datos Espaciales**

Los datos espaciales pueden ser representados principalmente a través de dos modelos o formatos que se conocen como Vectorial y Raster

El modelo Raster, es un método para el almacenamiento, y posterior procesado de la visualización de datos espaciales, cada superficie a representar se divide en filas y columnas formando una malla regular, dicho de otro modo, representa las características geográficas al dividir el mundo en celdas cuadradas o rectangulares distribuidas en una cuadrícula. Cada celda tiene un valor que se usa para representar alguna característica de esa ubicación, como se puede apreciar en la Figura 2, donde se visualiza una determinada zona, teniendo en cuenta la cuenca de un río y su área urbana.

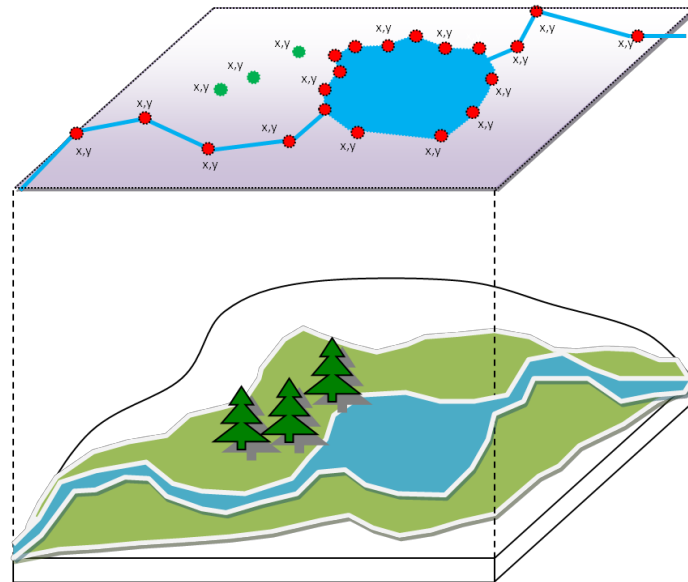
Figura 2. Representación gráfica del modelo Raster.



Fuente. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Los SIG raster: herramienta de análisis medioambiental y territorial. [en línea]. 2015. Fecha de consulta: 23/01/2018. Disponible en: <https://canal.uned.es/uploads/materials/resources/pdf/3/6/1259093906763.pdf>

EL modelo Vectorial, es representado, esencialmente a través de líneas, puntos y polígonos, que trazan entre ellos una representación un poco más de tallada del entorno en cual se está utilizando. Dicho de otro modo, representa los rasgos de manera más minuciosa. Utiliza coordenadas en los ejes $X_1, Y_1; X_2, Y_2; X_3, Y_3; X_n, Y_n$, lo cual es suficiente para definirlos. Ver Figura 3, donde se visualizan los puntos representado árboles, las líneas representado un río y un polígono representando un lago.

Figura 3. Representación gráfica del modelo Vectorial.



Fuente. History & Maps. Remote Sensing and Geographic Information System 2015. [en línea]. Fecha de consulta: 23/01/2018. Disponible en: <https://canal.uned.es/uploads/materials/resources/pdf/3/6/1259093906763.pdf>

Los siguientes cuadros, mencionan las ventajas y desventajas de los dos tipos diferentes de modelos o formatos de datos espaciales.

Cuadro 1. Ventajas y desventajas del Modelo o Formato Raster.

MODELO RASTER	
Ventajas	Desventajas
1. Estructura de datos sencilla.	1. Proporciona una estructura de datos amplia, ocupa más memoria.
2. La operación de superposición (Overlay) se realiza de forma fácil.	2. Relaciones topológicas son más difíciles de representar.
3. Representa mejor elevada variabilidad espacial.	3. El mapa resultante es menos estético.
4. Es necesario para el manejo y modificación de imágenes digitales y satelitales.	4. Los límites resultan más groseros.

Fuente. AVENDAÑO, Dulce Azahar. (Benemérita) Universidad Autónoma de Puebla. Diferencia entre un Archivo Raster y un Archivo Vectorial. [en línea]. Puebla. BUAP. 2013. Fecha de consulta: 23/01/2018. Disponible en: https://www.academia.edu/4768864/DIFERENCIA_ENTRE_UN_ARCHIVO_RASTER_Y_UN_ARCHIVO_VECTORIAL_Archivos_R%C3%A1ster_Los_archivos_r%C3%A1ster

Cuadro 2. Ventajas y desventajas del Modelo o Formato Vectorial.

MODELO VECTORIAL	
Ventajas	Desventajas
1. Proporciona una estructura de datos compacta, ocupa menos memoria.	1. Tiene una estructura de datos más compleja.
2. Codifica de manera más eficaz las relaciones topológicas entre elementos. Mejor para análisis de redes (Network).	2. Las operaciones de superposición son más difíciles de obtener.
3. Está diseñado para trabajar con gráficos, coberturas AutoCAD.	3. La representación de mapas de con elevada variabilidad es ineficiente.
	4. Manejo y mejora de imágenes digitales y satelitales no pueden realizarse de manera eficaz.

Fuente. AVENDAÑO, Dulce Azahar. (Benemérita) Universidad Autónoma de Puebla. Diferencia entre un Archivo Raster y un Archivo Vectorial. [en línea]. Puebla. BUAP. 2013. Fecha de consulta: 23/01/2018. Disponible en: https://www.academia.edu/4768864/DIFERENCIA_ENTRE_UN_ARCHIVO_RASTER_Y_UN_ARCHIVO_VECTORIAL_Archivos_R%C3%A1ster_Los_archivos_r%C3%A1ster

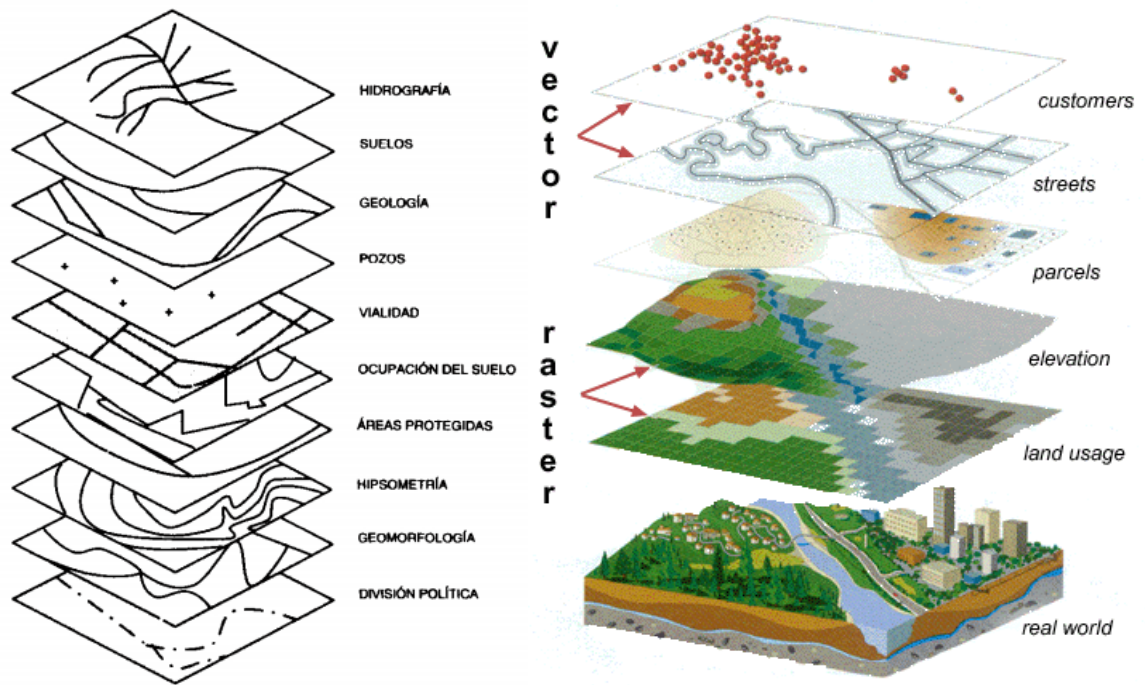
- **Capas Temáticas de Información**

“El modelo raster estructura la información temática, individualmente, para cada uno de los atributos. De esta manera, la información se almacena en capas independientes, para cada una de las variables a representar. La Figura 4 muestra la forma de organizar la información de un territorio determinado, mediante capas que recogen la variación espacial de la altitud, usos del suelo, litología, pendiente del terreno, orientación, etc.”¹⁰

Es necesario aclarar que la información de las capas temáticas se puede ver reducida o aumentada según la cantidad de información usada para establecer un área de estudio específica, es decir, si el estudio o la aplicación se realiza destinada para áreas urbanas difiere de la cantidad de información comparada con la de las áreas rurales. Por lo que se infiere que no existe una cantidad de capas temáticas establecidas de forma regulada, sino que esta, es determinada por el factor del producto final al que se quiere llegar. En la Figura 4, solo se aprecian 10 capas temáticas, sin embargo, existen otras mucho más concretas que se pueden dividir o determinar por ejemplo como parcelas o redes de tuberías de acueducto, siendo este último para uso de ordenamiento territorial o simplemente para una empresa de servicio público.

¹⁰ SANTOS PRECIADO, José Miguel; COCERO MATESANZ, David. Los SIG Raster: Herramienta de Análisis Medioambiental y Territorial. [en línea]. En: Universidad Nacional de Educación a Distancia. 7 p. [consulta: 26/01/2018]. Disponible en: <<https://canal.uned.es/uploads/materials/resources/pdf/3/6/1259093906763.pdf>>.

Figura 4. Capas temáticas de la información en el modelo Raster y Vectorial.



Fuente. SANTOS PRECIADO, José Miguel; COCERO MATESANZ, David. Los SIG Raster: Herramienta de Análisis Medioambiental y Territorial. [en línea]. En: Universidad Nacional de Educación a Distancia. Fecha de consulta: 26/01/2018. Disponible en: <https://canal.uned.es/uploads/materials/resources/pdf/3/6/1259093906763.pdf>

• Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfico

Las aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfico son muy extensas e incluso sus usos aumentan vertiginosamente con el tiempo a medida que se adelantan estudios de carácter académico o científico. Sus aplicaciones varían en temas de como Demografía, Planeación Territorial, Planificación del Uso del Suelo de Zonas agrícolas, Telecomunicaciones, Transporte y logística, Seguridad, Marketing, Turismo, Agricultura y pesca, Minería, Arqueología, Investigaciones científicas, Gestión y desarrollo de recursos, Sector Inmobiliario y de la construcción, Cartografía, Estudios medioambientales y de recursos naturales, etc. El principal objetivo de los SIG se concentra en la toma de decisiones desde el punto de vista espacial, georreferenciando temáticas específicas, los SIG tiene relevancia especial transformando como tal, un paradigma para el avance de nuevas tecnologías. A continuación, se presenta en el Cuadro 3, un paralelo de ejemplos de las aplicaciones de los SIG mencionados anteriormente.

Cuadro 3. Uso de las Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfico

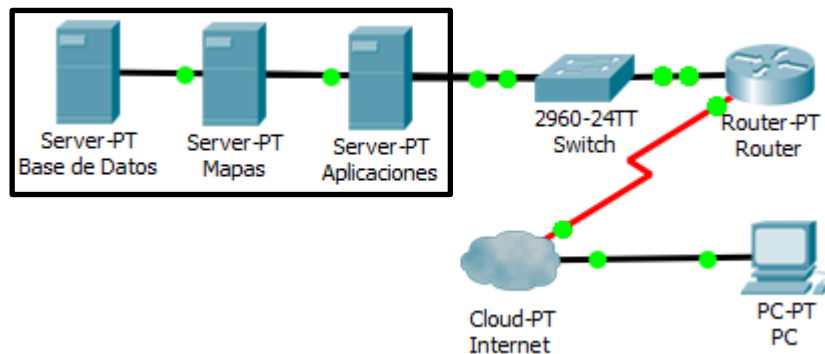
PARALELO DE EJEMPLOS DE LAS APLICACIONES DE LOS SIG	
Aplicabilidad	Usos
Demografía.	Conteo de las poblaciones humanas, su dimensión, estructura, evolución y características generales.
Planeación Territorial.	Toma de decisiones en temas de organización de las zonas urbanas y rurales en cuanto a carreteras, vías, zonas de vivienda, etc.
Planificación del Uso del Suelo de Zonas agrícolas.	Para el control del uso de sectores de tierras fértiles, teniendo en cuenta zonas hídricas, tipos de cultivos y sembradíos.
Telecomunicaciones.	En temas de cobertura para redes de comunicaciones Satelitales, Móviles, Internet, Televisión, Telefonía fija, etc.
Transporte y logística.	Para la determinación de rutas de transporte que generen una disminución en términos de costos relacionados con envíos, carga, correo o exportación e importación.
Seguridad.	Determinación de zonas de influencias y áreas de conflictos, asumiendo impactos y efectos con índole demográfico.
Marketing.	Georreferenciando negocios, empresas, plazas, público objetivo para ventas o competencias de un mercado específico.
Turismo.	Administración de flujo de pasajeros, potenciar el turismo en las zonas periféricas, evaluación de impactos del desarrollo del turismo, etc.
Agricultura y Pesca.	Identificación de zonas propicias para cultivos específicos con condiciones favorables para las cosechas.
Minería.	Explotación de los diferentes recursos mineros teniendo en cuenta los efectos de estos procesos en los ecosistemas.
Arqueología.	Determinación de coordenadas de localización de sitios, ubicación de hallazgos, planos de estructuras arquitectónicas, mapas de densidad de materiales, etc.
Investigaciones científicas.	Se infiere que sus usos están presentes en muchos ámbitos, ya sean de tipo social, tecnológico, administrativo, etc.
Gestión y desarrollo de recursos.	Identificación de sectores potenciales para extracción de materias primas y posterior administración de cantidades de áreas explotadas en metros cuadrados contemplando marcas ambientales negativas o positivas.
Sector Inmobiliario y de la construcción.	Principalmente en la localización de inmuebles en un mapa, además del análisis espacial ya que el costo de un inmueble está influenciado por la zona donde se encuentre ubicado.
Cartografía.	Construcción, mantenimiento y actualización de planos geográficos.
Estudios medioambientales y de recursos naturales.	Se pueden usar en contornos de reforestación, estudio de explotación agrícola, estudios de ecosistemas y de esta forma evaluar el impacto ambiental.

Fuente. Autoría.

- **Arquitectura de un SIG Web**

– **Componente Físico**, los Sistemas de Información Geográfica, en particular los desplegados en aplicativos *Web*, llevan una similar configuración comparado con cualquier aplicación publicada en un entorno virtual como Internet, refiriéndose de forma específica en cuanto a sus dispositivos físicos que lo conforman, es decir, en general cuentan con tres servidores que trabajan a la par con el fin de realizar una tarea en particular, estos servidores se dividen en tres fundamentales, los cuales se denominan en orden jerárquico como el de base de datos el cual contiene toda la información almacenada de los datos necesarios, el de mapas que se encarga de realizar la gestión de los datos cartográficos de una zona determinada y el de aplicaciones, el cual se encarga de procesar la información de los dos anteriores para crear un entorno visualmente agradable y de fácil manejo. Seguidamente, el Switch establece una comunicación a través de una puerta de enlace proveída por el Router, quien se encarga de enrutar o establecer caminos de los servicios de transporte de la información para ser publicados en Internet y finalmente es visualizado en una *laptop* o *desktop*. Tal y como se aprecia en la Figura 5.

Figura 5. Arquitectura de un Sistema de Información Geográfico *Web*.



Fuente. Autoría.

– **Componente Lógico**, iniciando por lo más elemental, un servidor *Web*, debe contar con un sistema operativo, ya sea licenciado, es decir, que exige remuneración para utilizarlo; o libre, el cual no exige recaudo monetario de ninguna índole. Principalmente, para los sistemas operativos licenciados se encuentra el clásico *Windows Server*¹¹ desarrollado por *Microsoft Corporation*¹² y por el contrario de este, existe su principal competencia comercial, el Sistema Operativo *Ubuntu Server*¹³ siendo una distribución del sistema operativo *GNU/Linux*¹⁴ que se distribuye como software libre.

¹¹ Sitio *Web* principal de *Windows Server*, disponible en: <https://www.microsoft.com/en-us/cloud-platform/windows-server>

¹² Home Page *Microsoft*, disponible en: <https://www.microsoft.com/es-co/>

¹³ Sitio *Web* *Ubuntu Server*, disponible en: <https://www.ubuntu.com/download/server>

¹⁴ Home Page *GNU/Linux*, disponible en: <https://www.linux.org/>

Los Plataformas alojados en el servidor *Web* se caracterizan por estar sujetos a un dominio, este es un nombre único que identifica a un sitio *Web* en Internet. Por ejemplo, para el caso de YouTube¹⁵ su sitio *Web* de acceso principal es <https://www.youtube.com> y su dominio es en consecuencia youtube.com y evidentemente este nombre es único e identifica toda una plataforma de visualización de vídeos.

Para establecer una comunicación segura, los servidores *Web* implementan una serie de protocolos mínimos para que la transferencia de datos no sea vulnerada o editada de forma fraudulenta por entes ajenos al sistema con el fin de proteger los la información relevante de la base de datos, algunos protocolos conocidos son:

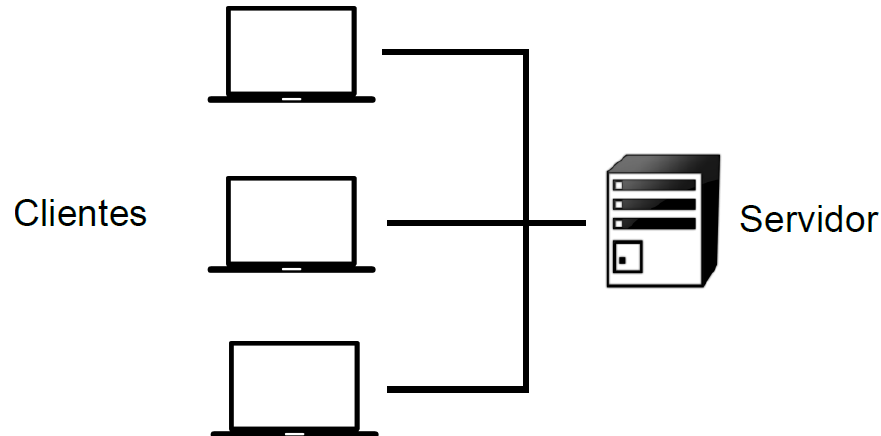
- SSL (*Secure Sockets Layer*), permite intercambiar registros, cada uno puede ser comprimido, cifrado y empaquetado de manera opcional.
- TLS (*Transport Layer Security*), es un sucesor del protocolo SSL, utiliza algoritmos de criptografía que proporcionan comunicaciones seguras a través de una red como Internet.
- HTTP (*Hypertext Markup Language*), el propósito de este protocolo es permitir la transferencia de archivos, principalmente, en formato HTML entre un navegador, es decir, el cliente y un servidor *Web*, localizado mediante una cadena de caracteres denominada URL.
- HTTPS (*Hypertext Markup Language Secure*), es una adaptación del protocolo HTTP, utilizado para comunicaciones seguras en las redes, generalmente es usado en Internet, la comunicación en este protocolo es encriptada a través del protocolo TLS o su sucesor el protocolo SSL.
- FTP (*File Transfer Protocol*), es uno de los protocolos más antiguos que se implementan en la actualidad. Su objetivo es transferir archivos exitosamente entre máquinas en una red sin que el usuario tenga que iniciar sesión en un host remoto.
- TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*), este protocolo es principalmente utilizado para transferir archivos pequeños entre ordenadores a una red.
- SSH (*Secure Shell*), este protocolo facilita las comunicaciones seguras entre dos sistemas usando una arquitectura cliente/servidor y permite a los usuarios conectarse a un host de forma remota. SSH encripta la sesión de conexión, haciendo poco fácil que se obtengan las credenciales por parte de entes forasteros.
- SCP (*Secure Copy Protocol*), utiliza el protocolo SSH permitiendo compartir y transferir archivos desde un host local a otro remoto o entre dos remotos.

Generalmente, se establece una arquitectura Cliente/Servidor, donde se redactan los comportamientos de respuesta que el servidor *Web* debe establecer, particularmente esto se puede ver reflejado en la Figura 6, en la que se describe

¹⁵ Sitio *Web* principal de YouTube, disponible en: <https://www.youtube.com/>

como cada cliente formula peticiones de un proceso al servidor y este responde de forma conjunta utilizando los servicios ofrecidos.

Figura 6. Relación entre Cliente y Servidor.



Fuente. OLAYA, Víctor. Sistemas de Información Geográfica. [en línea]. 610 p. Fecha de consulta: 01/02/2018 Disponible en: <http://volaya.github.io/libro-sig/index.html>.

Olaya¹⁶ asegura que en el modelo de arquitectura Cliente/Servidor se presentan las siguientes características principales:

- El servidor brinda servicio a múltiples clientes, refiriéndose a que el servidor debe responder y estar en capacidad para brindar la información que el usuario o cliente solicite en el tiempo establecido.
- Los clientes no dependen de la ubicación física del usuario, hace atribución a que el servidor debe prever al cliente un manejo de sus aplicaciones a través de una interfaz gráfica agradable y de fácil forma de interactuar.
- La carga de proceso se puede repartir entre cliente y servidor, diciendo que el servicio provisto por el servidor puede implicar el uso de los recursos del ordenador del cual se están haciendo las peticiones.

De igual forma, establece que los servidores *Web* deben cumplir con cuatro capacidades fundamentales, en las cuales se suplen todas las necesidades de las peticiones hechas por los usuario o clientes:

- Servir representaciones de los datos, la mejor forma de representar la información almacenada en la base de datos es que sea inevitablemente de manera gráfica, a partir de los datos geográficos obtenidos, también a través de imágenes satelitales estáticas u ortofotos. Si, por el contrario, las imágenes a

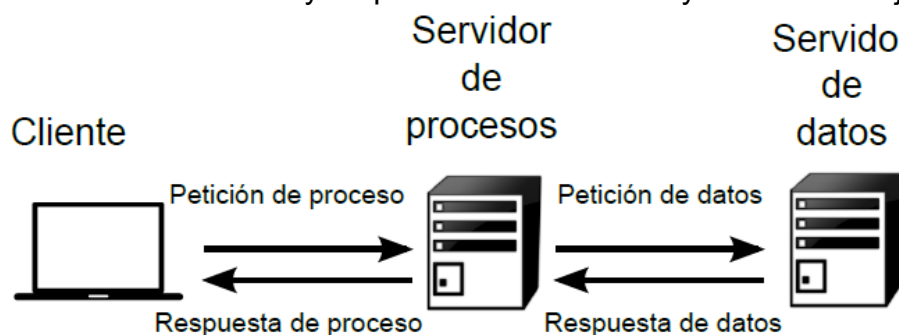
¹⁶ OLAYA, Víctor. Sistemas de Información Geográfica. 2 ed. [en línea]. España. 2014. 610 p. [Revisión: 16/10/2014]. [consulta: 01/02/2018] Disponible en: <<http://volaya.github.io/libro-sig/index.html>>.

representar provienen de datos vectoriales o raster es necesario emplear algún método para asignarles dicha representación.

- Servir los datos directamente, esto sucede cuando el servidor *Web* contiene de forma expresa los datos geográficos y será deber del cliente hacer uso específico de la información siendo el servidor muy flexible al responder por las peticiones concretas dadas.
- Servir consultas, el cliente puede realizar consultas a uno o varios servidores *Web*, y estos, a su vez, de manera discriminada, deberán presentar los datos seleccionados; por ejemplo, si la aplicación *Web* fue programada para graficar la información a través de capas temáticas pues se obtendrán solo lo solicitado por el usuario *Web*, los metadatos son de gran utilidad para conseguir que este tipo de consultas se realicen de forma eficiente.
- Servir procesos, el servidor *Web* debe estar en capacidad para ofrecer todos los procesos para los cuales fue construida la aplicación *Web*, usando los procesos establecidos dentro de su configuración y el cliente debe definir los parámetros de entrada de este y los posibles parámetros de ajuste que resulten necesarios, el servidor puede hacer uso de otros servidores para cumplir a cabalidad con la tarea del proceso.

Por otro lado, es necesario explicar que principalmente existirán dos tipos de clientes que los servidores *Web* deberán atender sin tener posibilidad a demoras en tiempos de ejecución de procesos a las consultas que estos realicen; los servidores *Web* deben estar en completa disponibilidad trabajando de manera síncrona y asíncrona, es decir, como se ve en la Figura 7, el o los clientes realizan peticiones y los servidores responden al mismo tiempo que se hace la solicitud emanada de numerosos clientes simultáneos.

Figura 7. Proceso de Petición y respuestas de Procesos y Datos en conjunto.



Fuente. OLAYA, Víctor. Sistemas de Información Geográfica. [en línea]. 613 p. Fecha de consulta: 01/02/2018 Disponible en: <http://volaya.github.io/libro-sig/index.html>.

Estos clientes se pueden catalogar de la siguiente manera:

- Clientes Ligeros, estos clientes hacen referencia a aquellas aplicaciones que se ejecutan sobre los navegadores *Web* convencionales o a través de *Web Mapping* de los cuales en la mayoría de los casos no se esperan funcionalidades

complejas, sino que por el contrario funcionan con fotografías de mapas satelitales u ortofotos, como es el navegador *Web* quien se encarga de toda la descarga es quien corre con toda la logística de los procesos de los aplicativos solicitados.

– Clientes Pesados, estos clientes son aquellos que se identifican por ser una aplicación totalmente independiente, lo que indica que este software es el que corre con toda la carga de los procesos que realiza.

- **Mashups**

Los Mashups, son aplicaciones *Web* híbridas, es decir, es la integración de servicios provistos por otras aplicaciones *Web* con el fin de que se cumpla un servicio nuevo en concreto.

Estas aplicaciones son muy populares en los Sistemas de Información Geográfico, siendo tal el impacto puesto que todas las actividades de la vida cotidiana se realizan dentro de una geografía, porque resulta que las empresas trabajan sobre una geografía, se vive sobre una geografía, se transita, se estudia y se trabaja en una geografía

Un ejemplo claro de que en los Sistemas de Información Geográfico son muy populares las aplicaciones Mashups, es mencionando el servicio que provee Google LLC¹⁷ a través de Google Maps¹⁸, de donde se integran servicios de ventas de inmuebles como el caso de Finca Raíz¹⁹, además del caso de Vídeo Juegos en línea orientados a dispositivos móviles como Pokémon Go²⁰. Sin nombrar muchos otros casos de éxito que implementan aplicaciones de tipo Mashups para ofrecer sus diferentes servicios.

4.1.2 Cambio Climático

En la actualidad, se vive una problemática situación que incluye a todas las personas a nivel mundial. Esta problemática se manifiesta con cambios en los sistemas de climas que tienen que ver con cambios de temperatura, modificación de ciclos climáticos e inmensas afectaciones negativas en los fenómenos naturales, presentando las oleadas de calor más intensas, como es el caso del año 2017, donde se presentaron las temperaturas más calientes del planeta con ausencia del fenómeno del niño, lo que indica que aun sin este fenómeno, el calentamiento global sigue con tendencia al alza, así lo afirma un estudio de la NASA²¹ (National Aeronautics and Space Administration), publicado por el portal

¹⁷ Home Page Oficial de Google LLC, disponible en: <https://www.google.org/>

¹⁸ Sitio *Web* principal de Google Maps, disponible en: <https://www.google.com.co/maps/>

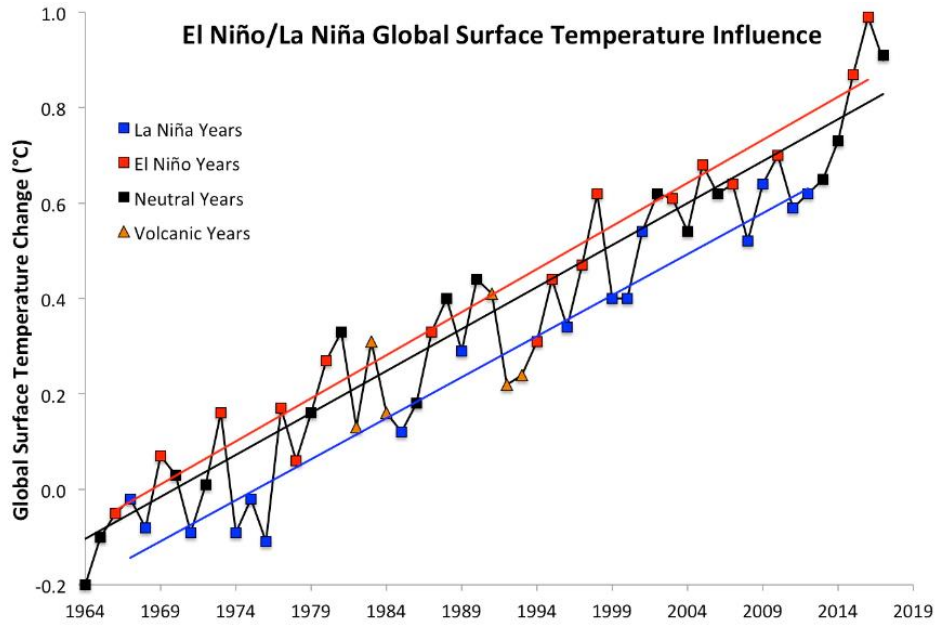
¹⁹ Home Page Oficial de Finca Raíz, disponible en: <https://www.fincaraiz.com.co/>

²⁰ Home Page Oficial de Pokémon Go, disponible en: <https://www.pokemongo.com/>

²¹ Acceso desde: <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/>

de noticias *The Guardian*²²; tal como se puede apreciar en la Figura 8, se evidencia que en poco más de medio siglo se incrementó la temperatura global en más de 1°C .

Figura 8. Datos globales de temperatura superficial ente el 1964 y 2017.



Fuente. NASA (National Aeronautics and Space Administration).

Además, las lluvias torrenciales son aún más grandes, similar al caso anterior; solo en Colombia en el año 2017, también se presencié un aumento exorbitante de humedad, según lo estableció el IDEAM²³, y lo particular es que también con ausencia, pero del fenómeno de la niña; este cambio en climático, a diferencia de otras cosas, genera inundaciones en cascos urbanos, deslizamientos de tierra y por supuesto afecta de manera drástica la agricultura del país, entre otros. Cabe mencionar las nevadas causadas por Bombas Ciclónicas que azotan ciertos territorios de los continentes próximos a las áreas nórdicas alcanzando temperaturas extremas de -37.7°C específicamente en Edwards, Nueva York a dos millas al norte de Filadelfia; sin duda, es un hecho histórico ya que no se presentaban estas temperaturas desde hace décadas. Muchas de las causas de estas condiciones climáticas, son atribuidas a la colosal y vertiginosa extracción, procesamiento y posterior uso de combustibles fósiles, lo que hace que dentro de la capa de ozono se acumulen gases derivados de estos y no sean expulsados al exterior, es decir, lo que comúnmente se conoce como Calentamiento Global.

²² Acceso desde: <https://www.theguardian.com/environment/climate-consensus-97-per-cent/2018/jan/02/2017-was-the-hottest-year-on-record-without-an-el-nino-thanks-to-global-warming>

²³ Acceso desde: <http://www.eltiempo.com/bogota/razones-del-aumento-de-lluvias-en-colombia-en-diciembre-de-2017-165780>

- **Efectos del Cambio climático en la Agricultura de Caldas**

El efecto de mayor consideración que se debe tener en cuenta es el deterioro de la agricultura a causa del calentamiento y las extensas lluvias, y es que es evidente que los sistemas de cultivos son inherentes al estado del clima y si por alguna razón el estado climatológico cambia, consecuentemente lo hará la agricultura por cuenta del estrés térmico e hídrico afectando la producción y el rendimiento de las cosechas de las siembras y aumentando la presencia de plagas y enfermedades. Las producciones animales también se verían afectadas, por el impacto del cambio climático en la productividad de las pasturas y forrajes y según sus requerimientos específicos. En la Tabla 1, se muestran los principales cultivos Café, Plátano y Caña Panelera en el departamento de Caldas donde se evidencia una clara disminución de las áreas sembradas de sus tres principales cultivos con una variación de -3.9%; -3,4% y -5,0% respectivamente, tan solo en el transcurso de un año.

Tabla 1. Principales Cultivos por Hectárea (ha) y Área Sembrada en los Años 2013 y 2014

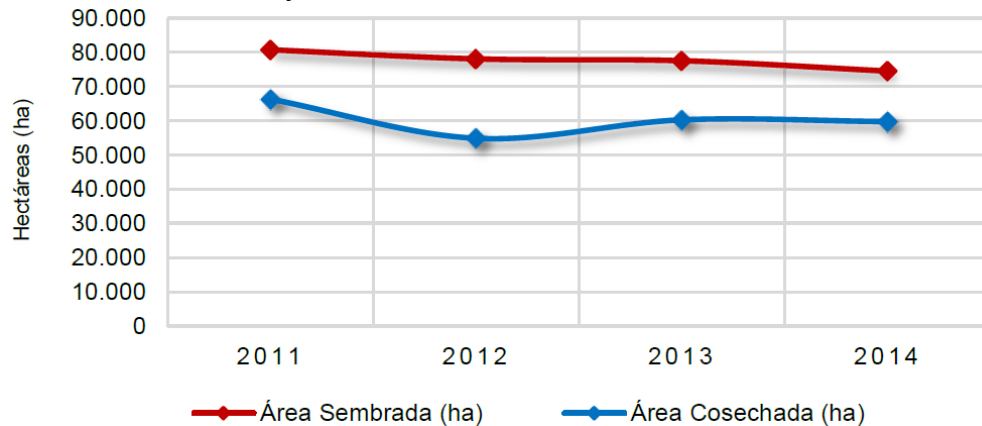
Cultivo	Área Sembrada		Variación (%)	Participación (%)
	2013	2014		
TOTAL	150.972	148.322	-1,8	100,0
Café	77.559	74.528	-3,9	50,2
Plátano	25.429	24.561	-3,4	16,6
Caña Panelera	12.004	11.399	-5,0	7,7
Aguacate	6.723	7.569	12,6	5,1
Cítricos	6.435	7.247	12,6	4,9
Cacao	3.333	3.473	4,2	2,3
Caña Azucarera	2.862	3.411	19,2	2,3
Caucho	2.045	2.217	8,4	1,5
Frijol	1.545	1.527	-1,2	1,0
Guayaba	1.376	1.427	3,7	1,0
Otros Cultivos	11.661	10.964	-6,0	7,4

Fuente. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Secretarías de Agricultura Departamentales. Alcaldía Municipal.

Igualmente, tomando como referencia los años desde 2011 a 2014 se evidencia que en el principal cultivo como lo es el Café para Caldas, tuvo una reducción constante en cuanto a temas de producción y rendimiento concierne respecto al área sembrada y cosechada, lo que quiere decir que la disminución que se demuestra en la Tabla 1 no hace referencia a una baja normal de un año en particular, sino que ha sido una tendencia en los cuatro años transcurridos. En la Figura 9 se muestra un diagrama de líneas donde el área sembrada parte desde las 80 mil hectáreas aproximadamente con una tasa de disminución llegando cerca de las 75 mil hectáreas aproximadamente, conjunto a esta, se muestra la tasa del área cosechada partiendo como una reducción de más de 10 mil hectáreas con respecto a las sembradas y así continúa con claro descenso,

terminando con la misma diferencia con la que partió. Es imposible dejar de percatarse de la diferencia tan notoria entre área sembrada y cosechada, por lo que se puede inferir que hubo un problema en aspectos de polinización, aumento de plagas, pérdidas de plantas por efectos catástrofes naturales, afectando gravemente este hecho y además se ve afectada la fertilidad del suelo.

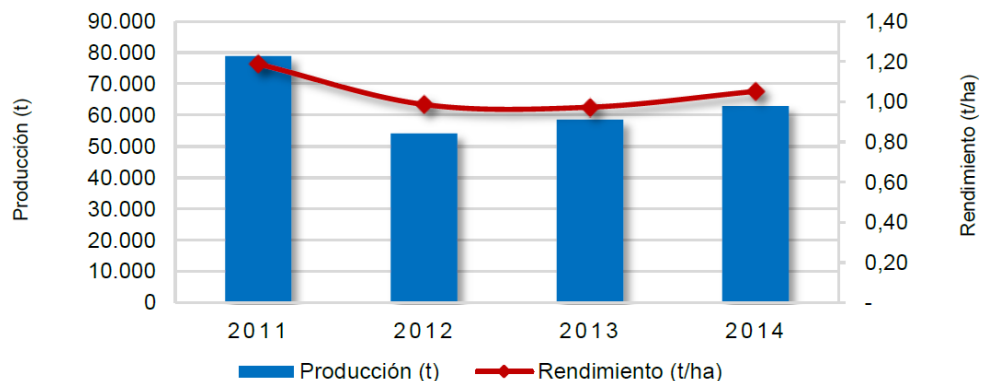
Figura 9. Área Sembrada y Área Cosechada del Cultivo de Café 2011 - 2014.



Fuente. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Secretarías de Agricultura Departamentales. Alcaldía Municipal.

En consecuencia, el rendimiento disminuye ya que este es directamente proporcional a la producción y esta a su vez, directamente proporcional a la cantidad de áreas sembradas respecto a las áreas cosechadas. Aunque en la Figura 10 se representa que el año 2014 tuvo lugar un alza en el rendimiento, es indiscutible que el rendimiento de ese año no se compara con el rendimiento con el que se partió desde el 2011.

Figura 10. Producción y Rendimiento del Cultivo de Café 2011 - 2014.



Fuente. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Secretarías de Agricultura Departamentales. Alcaldía Municipal.

Otro gran efecto negativo del cambio climático en Caldas es el evidente deshielo del volcán Nevado del Ruiz, el cual en el pasado medio siglo, ha perdido un

80,99% de los cascos glaciares, algo bastante preocupante debido a que estos majestuosos ambientes son prácticamente irrecuperables. El IDEAM desde 1850 realizó un estudio de la inevitable pérdida de este ecosistema ambiental, este estudio asegura que este colosal gigante congelado pierde entre un 3% o 5% anualmente. Como se ve en el Tabla 2, que corresponde a los datos arrojados del glaciar del Volcán Nevado del Ruiz que corresponde a la publicación en mención.

Tabla 2. Evolución e involución del Área Glaciar del Volcán Nevado del Ruiz

Año	Área (Km ²)	Pérdida entre periodos (Km ²)	Pérdida Anual (Km ²)	Porcentaje de Área Extinta 1850 – 2016
1850	47,5			80,99
		26,5	0,24	
1939	21			
		1,4	0,09	
1954	19,6			
		0,9	0,09	
1981	18,7			
		1,7	1,70	
1989	17			
		2,9	0,73	
1995	14,1			
		2,34	0,33	
2002	11,76			
		1,44	0,29	
2007	10,32			
		0,28	0,06	
2009	10,04			
		0,34	0,11	
2010	9,7			
		0,67	0,11	
2016	9,03			

Fuente. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2014.

• Uso del Suelo

“Caldas es el departamento más sobre utilizado en Colombia, con un 55% de su área afectada por el exceso de agricultura en suelos de alta fragilidad, por pendiente, erosión y procesos de remoción en masa”²⁴. A esta conclusión llegó el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)²⁵ luego de un estudio en el que se analizó la oferta y la demanda de los suelos afectados por las malas prácticas de

²⁴ IGAC. “anti ranking” de los departamentos con los mayores conflictos de los suelos en Colombia. [en línea]. Manizales: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2014. 2 p. [consulta: 03/02/2018].

²⁵ Home page del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), disponible en: <http://www.igac.gov.co/igac>

manejo y uso, ya que, de las 744.560 hectáreas de este departamento cafetero, los conflictos están en 469.072 hectáreas.

No obstante, el informe de Diagnóstico Ambiental de Caldas y el Plan de Acción 2013 – 2015 estableció que “Conforme al uso actual..., el 69.26% del territorio está en cultivos transitorios y permanentes, mientras que solamente el 21.88% se encuentra en bosques naturales o plantados conforme a los resultados del Plan General de Ordenación Forestal, alcanzándose hasta un 29.11% si se incluyen rastrojos y otras áreas arboladas o zonas abiertas con poca vegetación”²⁶. Además, Caldas tiene un área de 305.099,65 hectáreas en conflicto por el uso del suelo, es decir que el 41% del área del departamento se está usando con cultivos o actividades inadecuadas o contrarias al tipo de suelo para el que son aptos.

4.1.3 Herramientas y Métodos para el Análisis, Medición Climática y Medioambiental

No solo en Caldas, sino que a lo largo del territorio colombiano existen diferentes plataformas o redes tecnológicas que son utilizadas como herramientas para vigilancia, conservación, obtención de información geográfica, estados del clima en periodos de tiempos muy cercanos, medición medioambiental, datos de uso de los suelos, al igual que su respectivo estado, inherentes a la humedad o resequedad, Ph (*Potential of hydrogen*), etc. Estas herramientas son una puesta en marcha de los planes de mejoramiento y conservación del medio ambiente, igualmente, son de gran utilidad para ayudar a tomar mejores decisiones en aspectos fundamentales para el territorio nacional, por ejemplo para la agricultura en cuanto al aprovechamiento de los estados del clima para riego de cultivos, alertas tempranas de catástrofes naturales, relacionada con deslizamientos de tierra este mismo a su vez, avalanchas, precipitaciones, medición de la fuerza de los vientos, radiación solar, información sobre calidad del aire, etc. Datos estadísticos de cultivos, estado del uso del suelo, consecuentes con número de áreas cultivadas por metros cuadrados, uso adecuado o inadecuado del suelo tipos de cultivos, tamaño y rendimiento de cosechas, entre otras cosas. El objetivo más importante para el aprovechamiento de estas plataformas es la calidad de vida de las personas y mitigar efectos desfavorables.

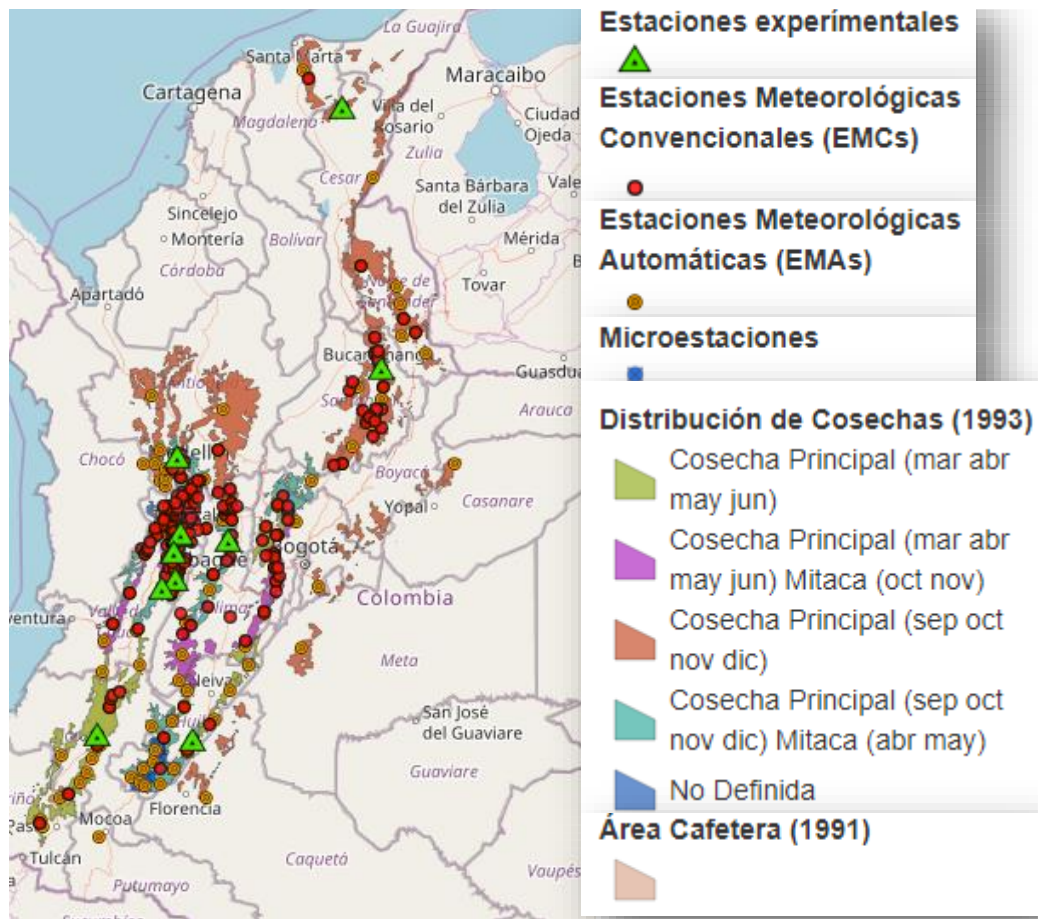
Entre todas las plataformas y redes se encuentran:

- **Plataforma Agroclimática de Cafeteros**, esta moderna plataforma fue inaugurada en el año 2014 con el esfuerzo de La Federación Nacional de Cafeteros y su Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé),

²⁶ CORPOCALDAS Diagnóstico Ambiental de Caldas Plan de Acción 2013 – 2015. [en línea]. Manizales: Corporación Autónoma Regional de Caldas. 2015. 77 p. [consulta: 03/02/2018]. Disponible en: <<http://www.igac.gov.co/wps/wcm/connect/c8eb398044ab6ec2bbd1ff9d03208435/IGAC+revela.pdf?MOD=AJPERES>>.

actualmente cuenta con una red de 231 puntos de observación convencionales y automáticos, que la consolidan como la segunda red de observación climática más importante del país por cubrimiento, estos puntos están ubicados objetivamente en las zonas con relevancia cafetera ya que para este cultivo fue estructurada principalmente en la Figura 11, se puede observar que en gran parte de la región andina se sitúan las diferentes estaciones desde la ciudad costera de Barranquilla en el departamento del Atlántico hasta Mocoa – Putumayo y Pasto – Nariño.

Figura 11. Distribución de la Red de estaciones de la Plataforma Agroclimática de Cenicafé



Fuente. Geoportal de la Plataforma Agroclimática Cafetera de Cenicafé. Fecha de consulta: 05/02/2018. Disponible en: <http://sig.cenicafe.org/geoportal/>

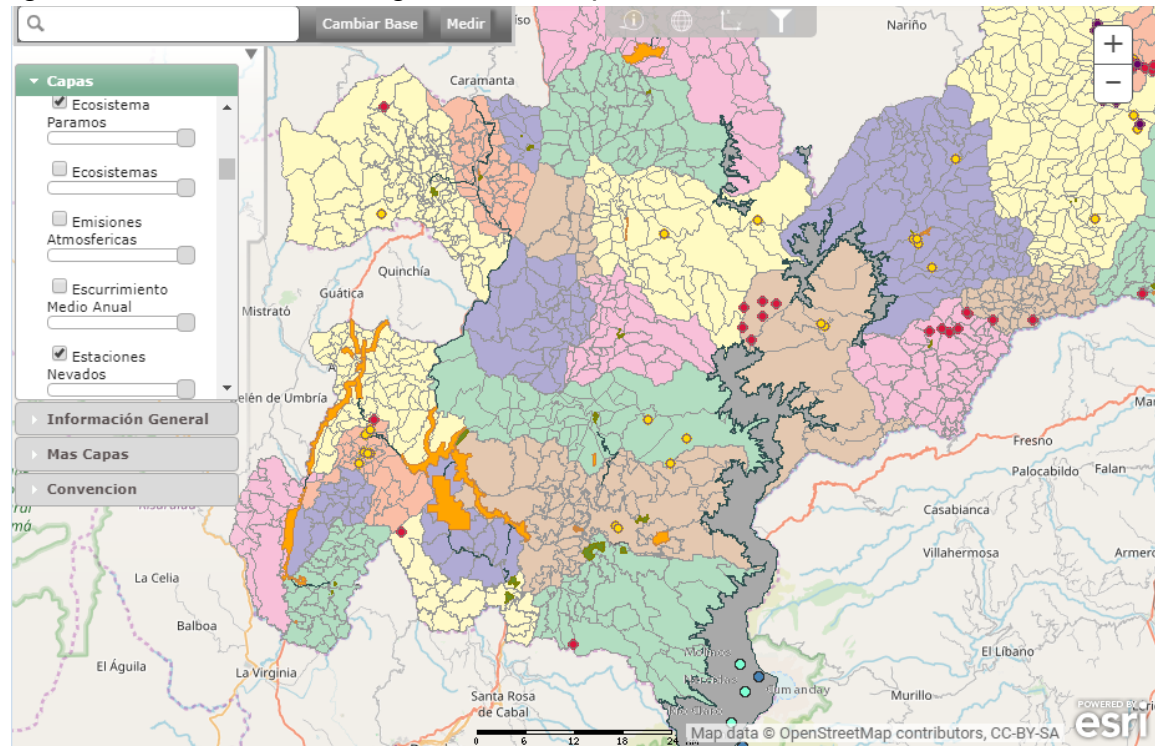
Esta plataforma provee información relacionada con temperatura del aire, humedad relativa, radiación solar global, radiación fotosintéticamente activa, radiación ultravioleta, velocidad del viento precipitación, presión atmosférica, humedad de suelo a profundidades de 12 y 30 cm.

El objetivo de este moderno montaje tecnológico agroclimático, es permitir a los agricultores tomar favorables decisiones en pro de mejorar la calidad de sus

cultivos principalmente el de café, habiendo mejor adaptación al cambio y la variabilidad climática, de manera que los productores con base en los datos obtenidos puedan establecer sus cultivos en temporadas idóneas e ideales para los sembradíos ayudando en la mitigación de la pérdida de cosechas, hecho indiscutiblemente lamentable para su propia economía y la de la industria cafetera.

– **Plataforma Cartográfica de Corpocaldas**, esta plataforma funciona a través de la tecnología *Web Mapping*, puesto que su base de información geográfica son ortofotografías de mapas de alta resolución, interactivas y dinámicas, por lo tanto, poco livianas, que se encargan de mostrar la información relevante del departamento de Caldas. Principalmente, utiliza el modelo vectorial para visualización de datos, estos pueden ser consultados de forma específica y personalizada, no obstante, dispone de más de 160 capas temáticas aproximadamente ordenadas alfabéticamente para cada una de las consultas solicitadas allí presentes, relacionadas con flora, fauna, accidentes geográficos, extensión de las reservas naturales, división política, diferentes datos climatológicos, zonas de riesgo de incendio y otro riesgo, distribución de cultivos y carreteras, cabeceras municipales, etc. En la Figura 12, se muestran algunas de las capas mencionadas posteriormente.

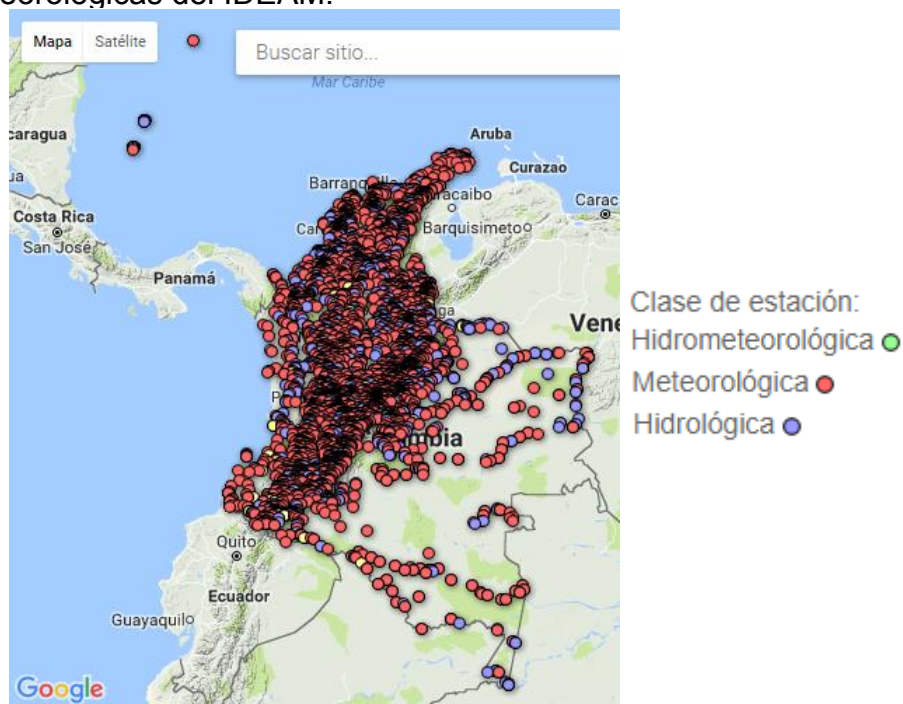
Figura 12. Plataforma Cartográfica de Corpocaldas



Fuente. Mapoteca, Plataforma cartográfica. Fecha de consulta: 05/02/2018. Disponible en: http://www.corpocaldas.gov.co/dynamic_page.aspx?p=260

– **Red de Estaciones Meteorológicas, Hidrológicas e Hidrometeorológica del IDEAM**, esta red supone ser la más grande del territorio colombiano, contando con una cantidad de 4.504 estaciones, clasificadas por sus funciones en Meteorológicas, Hidrológicas e Hidrometeorológicas, instaladas y puestas en funcionamiento desde finales de la década de 1.960 y principios de la década de 1.970 y siguientes. A pesar de según el Catálogo Nacional de Estaciones²⁷ actualizado hasta agosto de 2.017 establezca que aproximadamente el 58%, es decir, 2.642 de éstas se encuentren suspendidas, pero no inhabilitadas, esto no implica que el 42%, es decir, 1.862 restante opere de manera formidable y se puedan registrar los datos climáticos para los que están destinadas. El total de las estaciones se encuentran dispersas en gran medida toda el área nacional, Figura 13, dando una completa cobertura para la información climatológica que se presente.

Figura 13. Cobertura de la Red de las estaciones Meteorológicas, Higrológicas e Hidrometeorológicas del IDEAM.



Fuente. Solicitud de Información del IDEAM. Fecha de consulta: 05/02/2018. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/solicitud-de-informacion>

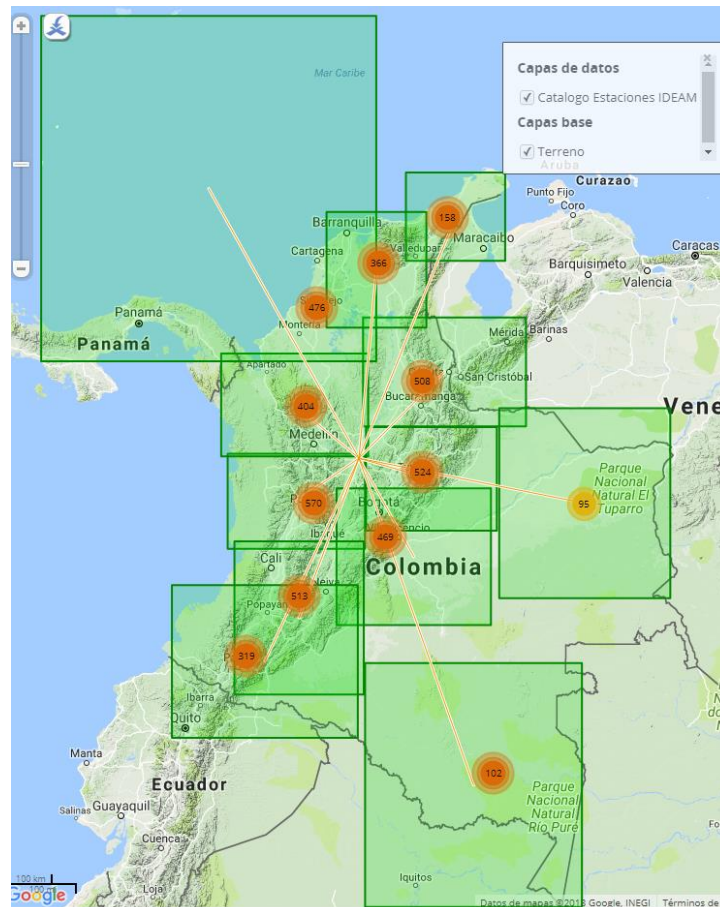
Continuando con lo mencionado, el IDEAM ha dispuesto mucha de su información a través de los servicios de Datos Abiertos del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC²⁸), donde se puede visualizar de

²⁷ Catálogo Nacional de Estaciones del IDEAM, Disponible de forma libre para descargar en el link: http://www.ideam.gov.co/documents/10182/557765/CATALOGO_ESTACIONES_IDEAM_V10_AG OSTO2017.xls/c3dd0ad0-ca1b-42ef-9220-3f21cb46f4f1

²⁸ Home Page Oficial del MinTIC, disponible en: www.mintic.gov.co/

manera más interactiva y precisa, toda la información de las mencionadas estaciones, dividiéndolas en 11 Áreas Operativas según su zona de influencia, donde se hallan todas las 4.504, véase Figura 14. Cabe resaltar que la información suministrada por parte de los servicios de datos Abiertos es de libre acceso, obtención y descarga.

Figura 14. División de las Estaciones Meteorológicas, Hidrológicas e Hidrometeorológica del IDEAM, según su área de influencia.



Fuente. IDEAM a través de los Datos Abiertos del programa Gobierno Digital Colombia. Fecha de consulta: 05/02/2018. Disponible en: <https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/Catalogo-Estaciones-IDEAM/n6vw-vkfe>

El IDEAM también cuenta con una nueva herramienta denominada Geovisor²⁹, esta también actúa como una Plataforma de datos libres, donde se pueden obtener archivos históricos de distintos ítems concernientes con:

- Aptitud Agroclimática para labores agrícolas decadal periodo 1981-2010.
- Período de retorno sequía agrícola temporada lluviosa 1981 - 2010

²⁹ Sitio principal de la herramienta Geovisor, disponible en: <http://visor.ideam.gov.co:8530/geovisor/#!/profiles/3>

- Período de retorno Sequía Meteorológica Temporada Lluviosa 1981 - 2010.
- Sequía durante el periodo desde julio de 1972 hasta abril de 2003.
- Coeficiente de asimetría de la velocidad del viento anual y mensual periodo 2000 - 2010.
- Densidad de energía eólica desde 10 a 250 Metros de Altura anual y Mensual durante el periodo 2000-2010.
- Lluvias máximas absolutas en 24 horas período de retorno de 30 a 100 años periodo 1981-2010.
- Temperatura máxima y media anual y mensual promedio multianual periodo 1981-2010.
- Demanda hídrica nacional de los años 2010, 2014.
- Susceptibilidad a los deslizamientos.
- Entre muchos otros.

Estos ítems están distribuidos en tres sistemas que son, el Sistema de Información Ambiental, el Sistema de Información del Recurso Hídrico y el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono. Los archivos que se pueden descargar de forma libre tienen como extensión: .cst, .dbf, .prj, .shp y .shx, los cuales a su vez, pueden ser implementados en software específicos como ArcGIS³⁰ o AutoCAD³¹ con el fin de poder hacer uso debido de ellos en temas académicos o de avances y estudios científicos.

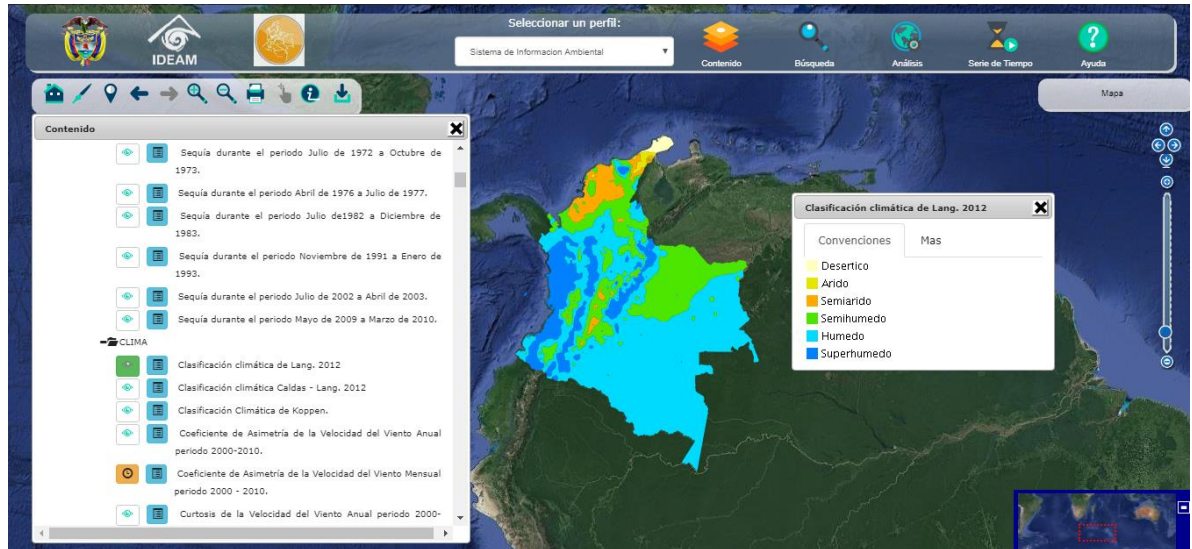
Al interactuar con la Plataforma, es necesario tener conceptos claros y concretos sobre climatología y Sistemas de Información Geográfica pues de lo contrario no se entendería lo expuesto en la Figura 15 o en figuras obtenidas. Geovisor contiene, además, herramientas de dibujo para hacer capas de tipo Vectorial, es decir, se pueden dibujar puntos, líneas y polígonos, aquí mismo, se puede imprimir la vista del mapa consultado. Contenido expreso de libre consulta estructurada a través de capas temáticas preestablecidas a partir de los datos históricos mencionados. Sumado a esto, contiene una forma de realizar búsquedas de localizaciones o direcciones y coordenadas discriminadas por hexadecimal o decimal y/o para usuarios avanzados, por referencias o atributos de las mismas capas temáticas.

Geovisor es sin duda una herramienta muy robusta y completa con la que conjuntamente se puede realizar un análisis espacial entre capas a los archivos Raster o Vectorial establecidos predeterminadamente o a los personalizados. Es imposible dejar de mencionar la herramienta de "Serie de tiempo" para visualizar una consecuencia cronológica de una capa. Y finalmente un módulo de ayuda para consultar el manual de uso de Geovisor.

³⁰ Home Page oficial de ArcGIS, disponible en: <https://www.arcgis.com/features/index.html>

³¹ Home Page oficial de AutoCAD, disponible en: <https://www.autodesk.com/products/autocad/overview>

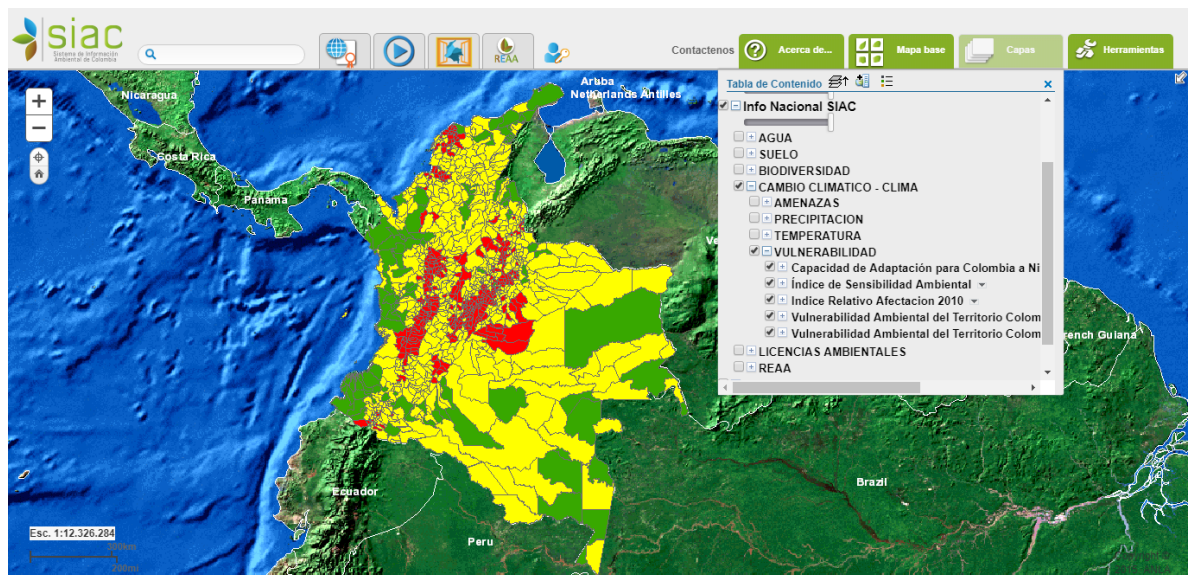
Figura 15. Herramienta Geovisor del IDEAM, clasificación Climatológica de Lang 2012.



Fuente. IDEAM, Geovisor. Fecha de consulta: 05/02/2018. Disponible en: <http://visor.ideam.gov.co:8530/geovisor/#!/profiles/3>

- **Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC)**, esta plataforma es análogo al Geovisor, contiene herramientas muy similares; en la Figura 16, se observan las zonas con vulnerabilidad a los cambios climáticos, entre los que se encuentra gran parte del departamento de Caldas y específicamente Manizales

Figura 16. Vulnerabilidad al cambio climático, según capas de vulnerabilidad de SIAC



Fuente. Visor geográfico SIAC. Fecha de consulta: 05/02/2018. Disponible en: <http://sig.anla.gov.co:8083/>

– **Red de Estaciones para el Monitoreo Climático en Manizales del IDEA**³², de acuerdo con registros históricos, el IDEA fue creado en el año 1.989 en la Universidad Nacional con sede en la ciudad de Bogotá D.C, posteriormente en el año 1.991, a través de Acuerdo 103³³ se consolida el IDEA con sede en la Universidad Nacional en la ciudad de Manizales, siendo este el epicentro de Caldas. Esta red funciona con la ayuda y compañía de Directivos y Docentes de cada Facultad de la sede trabajando juntamente con los programas de pregrado afines que los mismos entes administrativos consideren necesarios. Solo hasta el año 2.003 con la ayuda de la empresa de aseo metropolitana de Manizales (EMAS), el profesor de hidráulica, Fernando Mejía, pionero, logró materializar el Proyecto con el favor de Ingenieros en Hidráulica, Ambiental y Electrónicos

La Red Monitoreo Climático, funciona con 16 Estaciones meteorológicas e hidrometeorológicas que actúan como escudo en temas de gestión y mitigación de riesgo generando alertas tempranas a posibles desastres naturales causados por condiciones climáticas adversas. Las alertas están clasificadas en amarillas, naranjas y rojas, con parámetros propios que las distinguen como se muestra en la Tabla 3, para generar una alerta, se requiere un antecedente de lluvias de 25 días (A25) calculando el cúmulo del rango establecido por la oficina Municipal para la Prevención y Atención de Desastres (OMPAD)³⁴ el cual decretó que: se emite alerta roja si detecta un acumulado de más de 400 mm de lluvia; alerta naranja si son hasta 300 mm, y amarilla, si son de 200 mm.

Tabla 3. Umbrales de Alerta Temprana Red Estaciones Meteorológicas Manizales

Nivel de Alerta	Rango
Amarilla	$200 \text{ mm} \leq A25 < 300 \text{ mm}$
Naranja	$300 \text{ mm} \leq A25 < 400 \text{ mm}$
Roja	$A25 \geq 400 \text{ mm}$

Fuente. Gestión del Riesgo, Red de Estaciones Hidrometeorológicas para Prevención de Desastres de Manizales. Slide 20 p. Fecha de consulta: 06/02/2018. Disponible en: <http://slideplayer.es/slide/12118798/>

La Figura 17 muestra cómo están distribuidas de forma homogénea a lo largo de la extensión de la ciudad formando una cobertura favorable. Manizales es una de las pocas ciudades de Colombia que cuenta con una red de vigilancia con tecnología que permite medir la humedad, la velocidad de los vientos y precipitaciones, actualmente, cada una de las estaciones telemétricas opera por intermedio de radios, que envían la información cada cinco minutos a un centro de cómputo, ubicado en la sede Palogrande, donde funciona el IDEA.

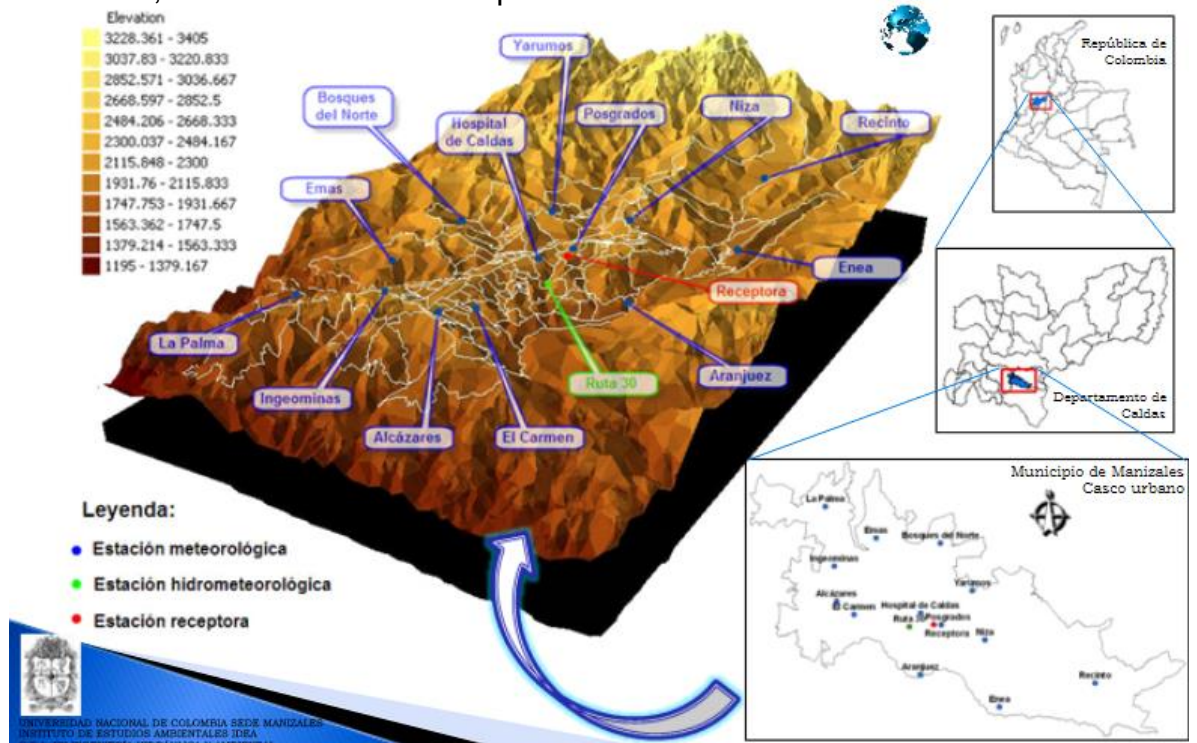
³² Home page oficial del Instituto de Estudios Ambientales (IDEA), disponible en: <http://idea.manizales.unal.edu.co/>

³³ Acuerdo 103 de 1991, Universidad Nacional, Disponible para consulta en: <http://www.legal.unal.edu.co/sisjurun/normas/Norma1.jsp?i=45988>

³⁴ Acuerdo 0401 del Concejo de Manizales, por medio del cual se crea el OMPAD. Disponible en: <http://manizales.gov.co/RecursosAlcaldia/201505051424562212.pdf>

A pesar de ser una red con una utilidad indiscutiblemente favorable, el actual director del IDEA de la Universidad Nacional Sede Manizales Fredy Leonardo Franco sostiene que “Urge reponer algunos equipos que ya están obsoletos por el paso del tiempo. La mayoría funcionan hace 12 o 14 años, y para ser óptimos es necesario modernizar las estaciones”³⁵.

Figura 17. Red de estaciones meteorológicas e Hidrometeorológicas de Manizales, Sistema de Alerta Temprana.



Fuente. Gestión del Riesgo, Red de Estaciones Hidrometeorológicas para Prevención de Desastres de Manizales. Slide 09 p. Fecha de consulta: 06/02/2018. Disponible en: <http://slideplayer.es/slide/12118798/>

– **Sistema de Información Geográfica para Áreas de Reglamentación Especial (SIGARE)**, esta plataforma es igualmente muy similar al Geovisor y a SIAC, puesto que se consta de herramientas interactivas para manipularla a consideración, entre ellas se encuentra la posibilidad de ubicar coordenadas, estableciendo los parámetros deseados en cuanto tipo de coordenadas, sistema de referencia, utilizando principalmente en MAGNA – SIRGAS. Posee también

³⁵ UNIMEDIOS. Manizales debe renovar su red de monitoreo meteorológico. [en línea]. Manizales. Agencia de Noticias UN, Medio Ambiente. 2016. [consulta: 06/02/2018]. Disponible en: <<http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/articulo/manizales-debe-renovar-su-red-de-monitoreo-meteorologico.html>>.

herramientas de dibujo para trazar puntos, líneas y polígonos. Aunque tiene también una herramienta que las otras dos plataformas carecen y es la de medir distancias de un punto a otro. Cuenta con dos herramientas para exportar capas y mapas. Y, además de dos herramientas para cargar o importar archivos de tipo *ShapeFile*, Excel y Base de datos WMS.

Figura 18. Sistema de Información Geográfica para Áreas de Reglamentación Especial (SIGARE).



Fuente. Plataforma interactiva del Sistema de Información Geográfica para Áreas de Reglamentación Especial (SIGARE). Fecha de consulta: 07/02/2018. Disponible en: <http://siare.igac.gov.co:8090/SIGARE/visor/visor.jsp>

Es la plataforma de las que se encuentran en este informe, sin duda la más completa ya que lo innovador de ella, es que, separadamente de que se encuentra información concerniente con efectos del cambio climático y áreas vulnerables, se pueden visualizar de igual forma, las delimitaciones de las áreas y zonas protegidas propiedades en conservación, información de pastos marinos, humedales Ramsar, corales, zonas importantes para conservación de aves. Además, se puede visualizar información correspondiente a dato socioculturales y económicos tales como zonas de intereses de desarrollo rural, unidad de víctimas, títulos mineros, sitios arqueológicos solicitudes de restitución de tierras, resguardos indígenas. Información de Infraestructura, como oleoductos, poliductos y gasoductos, licencias ambientales, boyas y ayudas de navegación. Entre un centenar de temáticas interactivas que ayudan a contextualizar las consultas deseadas. Véase Figura 18.

4.2 MARCO LEGAL O NORMATIVO

4.2.1 Leyes

- **Ley 0164 de 1994 del Congreso de la República de Colombia**

Por medio de la cual se aprueba la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecha en Nueva York el 9 de mayo de 1992. Reconociendo que los cambios del clima de la Tierra y sus efectos adversos son una preocupación común de toda la humanidad y que la naturaleza mundial del cambio climático requiere la cooperación más amplia posible de todos los países y su participación en una respuesta internacional efectiva y apropiada, de conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas sus capacidades respectivas y sus condiciones sociales y económicas. Conscientes de la valiosa labor analítica que sobre el cambio climático llevan a cabo muchos Estados y de la importante contribución de la Organización Meteorológica Mundial. Afirmando que las respuestas al cambio climático deberían coordinarse de manera integrada con el desarrollo social y económico con miras a evitar efectos adversos sobre este último, teniendo plenamente en cuenta las necesidades prioritarias legítimas de los países en desarrollo para el logro de un crecimiento económico sostenido y la erradicación de la pobreza. Teniendo en cuenta que hay muchos elementos de incertidumbre en las predicciones del cambio climático, particularmente en lo que respecta a su distribución cronológica, su magnitud y sus características regionales.

- **Ley 0357 de 1997 del Congreso de la República de Colombia**

Por medio de la cual se aprueba la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", suscrita en Ramsar el dos (2) de febrero de mil novecientos setenta y uno (1971). Considerando las funciones ecológicas fundamentales de los humedales como reguladores de los regímenes hidrológicos y como hábitat de una fauna y flora características, especialmente de aves acuáticas. Convencidas de que los humedales constituyen un recurso de gran valor económico, cultural, científico y recreativo, cuya pérdida sería irreparable. Deseando impedir ahora y en el futuro las progresivas intrusiones en y pérdida de humedales. Reconociendo que las aves acuáticas en sus migraciones estacionales pueden atravesar las fronteras y que en consecuencia deben ser consideradas como un recurso internacional. Convencidas de que la conservación de los humedales y de su flora y fauna pueden asegurarse armonizando políticas nacionales previsoras con una acción internacional coordinada. Reconociendo la interdependencia del hombre y de su medio ambiente

- **Ley 0629 de 2000 del Congreso de la República de Colombia**

Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecho en Kyoto el 11 de diciembre de 1997.

- **Ley 0981 de 2005 del Congreso de la República de Colombia**

Por la cual se establece la sobretasa Ambiental sobre los peajes de las vías próximas o situadas en áreas de Conservación y Protección municipal, sitios Ramsar o Humedales de importancia internacional definidos en la ley 357 de 1997 y Reservas de Biosfera y Zonas de Amortiguación, determinando que los recursos por la sobretasa ambiental serán destinados exclusivamente por la autoridad ambiental para la ejecución de planes, programas y proyectos orientados a la recuperación y conservación de las áreas afectadas por las vías que conducen al municipio de Ciénaga en el Departamento del Magdalena, a la ciudad de Barranquilla en el Departamento del Atlántico y que en la actualidad afecta a la Ciénaga Grande de Santa Marta así como la vía que conduce a la ciudad de Cartagena en el Departamento del Bolívar y que afecta a la Ciénaga de la Virgen en el departamento de Bolívar. Incluyendo dentro de estos, el desarrollo de la comunidad, de acuerdo con los planes de manejo del área protegida respectiva.

- **Ley 1259 de 2008 del Congreso de la República de Colombia**

Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones". Donde Según el artículo 12, los dineros recaudados por concepto de multas correspondientes al Comparendo Ambiental deberán ser destinados a financiar programas y campañas cívicas de Cultura Ciudadana dirigidos a sensibilizar, educar, concienciar y capacitar a la comunidad y a las personas dedicadas a la actividad del reciclaje, sobre el adecuado manejo de los residuos sólidos (basuras y escombros), como también a programas de limpieza de vías, caminos, parques, quebradas y ríos.

- **Ley 1523 de 2012 del Congreso de la República de Colombia**

Por el cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones. Este sistema está compuesto por un conjunto de entidades públicas, privadas y comunitarias, de políticas, normas, procesos, recursos, planes, estrategias, instrumentos, mecanismos, así como la información atinente a la temática, que se aplica de manera organizada para garantizar la gestión del riesgo en el país. Su principal objetivo es llevar a cabo el proceso social de la

gestión del riesgo con el propósito de ofrecer protección a la población en el territorio colombiano, mejorar la seguridad, el bienestar y la calidad de vida y contribuir al desarrollo sostenible.

- **Ley Estatutaria 1581 de 2012 - Habeas Data**

Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. El objeto de esta ley es desarrollar el derecho constitucional que tienen todas las personas a conocer, actualizar y rectificar las informaciones que se hayan recogido sobre ellas en bases de datos o archivos, y los demás derechos, libertades y garantías constitucionales a que se refiere el artículo 15 de la Constitución Política; así como el derecho a la información consagrado en el artículo 20 de la misma. Los principios y disposiciones contenidas en la presente ley serán aplicables a los datos personales registrados en cualquier base de datos que los haga susceptibles de tratamiento por entidades de naturaleza pública o privada.

El régimen de protección de datos personales que se establece en la presente ley no será de aplicación:

- a) A las bases de datos o archivos mantenidos en un ámbito exclusivamente personal o doméstico.
- b) A las bases de datos y archivos que tengan por finalidad la seguridad y defensa nacional, así como la prevención, detección, monitoreo y control del lavado de activos y el financiamiento del terrorismo.
- c) A las Bases de datos que tengan como fin y contengan información de inteligencia y contrainteligencia.
- d) A las bases de datos y archivos de información periodística y otros contenidos editoriales.

4.2.2 Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES)

- **Conpes 3164 de 2002**

Aquí se somete a consideración el plan de acción 2002 – 2004 de la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia (PNAOCI), adoptada por el Consejo Nacional Ambiental. En el mismo se identifican las acciones prioritarias, los actores institucionales responsables de su ejecución, los recursos financieros requeridos y los mecanismos de coordinación. Este programa tiene como objetivo incluir los ecosistemas marinos y costeros dentro del ordenamiento territorial de la nación y de las regiones, reconociéndolos como parte integral y estratégica del territorio. La política establece tres regiones integrales de planificación y ordenamiento ambiental territorial: Región Caribe Insular, Región Caribe

Continental y Oceánica, y Región Pacífica. Estas regiones se subdividen en Unidades Ambientales Costeras y Oceánicas (UACO), entendidas como unidades geográficas continuas, con ecosistemas claramente definidos, y que se identifican como prioritarias para su manejo integrado. Este programa realiza tres actividades fundamentales:

- Inventario de los recursos marinos y costeros.
- Caracterización de los ecosistemas y recursos de cada UACO.
- Armonización de la política con los procesos de planificación territorial.

- **Conpes 3242 de 2003**

Aquí se presenta al Conpes la estrategia institucional para la venta de servicios ambientales del cambio climático que busca promover la incursión competitiva de Colombia en el mercado internacional de reducciones de Emisiones de Gas de efecto Invernadero (GEI) abarcando cuatro aspectos. Primero, definición de venta de servicios ambientales de mitigación de cambio climático, donde se buscará orientar y elaborar propuestas para la Política Nacional de cambio Climático en temas de reducción y absorción de emisiones de efecto invernadero. Segundo, consolidación de una oferta de reducciones de emisiones verificadas, donde el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial formulará y desarrollará un plan de divulgación dirigido a los deferentes Ministerios, entes territoriales, autoridades ambientales, empresas y gremios de producción académica y centros de investigación, que permita la comprensión de las oportunidades y limitaciones de este servicio ambiental. Tercero mercadeo internacional de la oferta de reducciones de emisiones verificadas, donde el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, junto con entidades del ramo, desarrollará recomendaciones al Consejo nacional Ambiental, así mismo, el Ministerio de Relaciones Exteriores, a través de delegaciones diplomáticas residentes en el exterior, facilitará el establecimiento de los contactos diplomáticos con las instancias pertinentes de los gobiernos de países industrializados. Y Cuarto, coordinación, seguimiento y evaluación de la estrategia, donde se establecen tres actividades primordiales, evaluar y aprobar proyectos, Identificar y desarrollar las capacidades necesarias para promover un portafolio de proyectos de calidad y diseñar e implementar una estrategia de mercadeo de la oferta colombiana de reducciones verificadas de emisiones.

- **Conpes 3550 de 2008**

Aquí se somete a consideración del Conpes, los lineamientos para la formulación de una Política Integral de Salud Ambiental, con el fin último de contribuir bajo un enfoque integral al mejoramiento de la calidad de vida y el bienestar de la población colombiana. Expresando que una de las principales responsabilidades del sector salud es la protección del bienestar público, que posibilite el desarrollo humano sostenible y que proteja a las personas más vulnerables de la sociedad.

Para tal fin, el sector salud necesita colaborar con otros sectores (ambiente, trabajo, agricultura, educación, comercio, transporte, entre otros) para monitorear y contrarrestar las causas del deterioro ambiental mitigando las causas y los efectos de la salubridad de todos ciudadanos, de factores externos atinentes a la seguridad Química, calidad del Agua y calidad del Aire

- **Conpes 3585 de 2009**

Aquí se presenta a consideración del Conpes, los lineamientos para consolidar la Política Nacional de Información Geográfica – (PNIG) y la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales – (ICDE) con el objetivo de fortalecer la producción de la información geoespacial en las diferentes entidades del Estado, y promover su intercambio, acceso y uso, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) coordinará e impulsará el desarrollo de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE), logrando que el país cuente con información geográfica armonizada y estandarizada. Para cumplir con los objetivos planteados anteriormente, las acciones y actividades de las entidades vinculadas se deben orientar de acuerdo con los siguientes lineamientos de política:

- Utilizar la información geográfica básica oficial.
- Coordinar la generación de información geográfica.
- Producir y custodiar los datos fundamentales.
- Estandarizar y documentar la información geográfica.
- Consolidar el Banco Nacional de Imágenes.
- Establecer mecanismos de acceso a la información geográfica.
- Promover el uso eficaz de recursos para la producción de información geográfica.
- Establecer la propiedad de la información geográfica.
- Garantizar la propiedad intelectual, seguridad y calidad.
- Armonizar las Infraestructuras de Datos Espaciales en todos los niveles.
- Promover la cultura en el uso de la información geográfica.

- **Conpes 3700 de 2011**

Donde se presenta el plan de Estrategia Institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia, argumentando que en el territorio no se ha entendido el cambio climático como un tema de desarrollo económico y social, y, por tanto, no se ha integrado dicha problemática dentro de los procesos de planificación e inversión de los sectores productivos y los territorios. Lo anterior trae como consecuencia pérdidas económicas y de competitividad, así como un aumento en la vulnerabilidad del país y una baja capacidad de respuesta ante eventos climáticos extremos. Su principal objetivo es facilitar y fomentar la formulación e implementación de las políticas, planes, programas, incentivos, proyectos y metodologías en materia de cambio climático,

logrando la inclusión de las variables climáticas como determinantes para el diseño y planificación de los proyectos de desarrollo, mediante la configuración de un esquema de articulación intersectorial. Este esquema deberá permear el actual modelo de desarrollo social y económico de manera transversal a todos los niveles y en todas las instituciones. Adicionalmente, deberá permear los más altos niveles de toma de decisiones en cada uno de los sectores y comunidades.

4.2.3 Decretos

- **Decreto 2811 diciembre de 1974**

Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. En su primer artículo se establece que el ambiente es patrimonio común. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social, al igual que la preservación y manejo de los recursos naturales renovables. Este código se encarga de regular el manejo de los recursos naturales renovables, a saber: la atmósfera y el espacio aéreo Nacional; las aguas en cualquiera de sus estados; la tierra, el suelo y el subsuelo; la flora; la fauna; las fuentes primarias de energía no agotables; las pendientes topográficas con potencial energético; los recursos geotérmicos; los recursos biológicos de las aguas y del suelo y el subsuelo del mar territorial y de la zona económica de dominio continental e insular de la República y los recursos del paisaje.

- **Decreto 1078 mayo de 2015 - Reglamentario Sector TIC**

Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, además por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), se crea la Agencia Nacional de Espectro.

- **Decreto 298 febrero de 2016**

Por el cual se establece la organización y funcionamiento del Sistema nacional de cambio Climático y se dictan otras disposiciones. Este Decreto establece el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA), con el fin de coordinar, articular, formular, hacer seguimiento y evaluar las políticas, normas, estrategias, planes, programas, proyectos, acciones y medidas en materia de adaptación al cambio climático y de mitigación de gases de efecto invernadero, cuyo carácter intersectorial y transversal implica la necesaria participación y corresponsabilidad de la entidad es públicas del orden nacional, departamental, municipal o distrital, así como también de las entidades privadas y entidades sin ánimo de lucro.

Específicamente, la implementación de acciones y toma de decisiones del SISCLIMA, tendrá los siguientes fines:

- Coordinar esfuerzos y compromisos de las instancias del orden nacional, regional, local e internacional respecto al cambio climático.
- Articular los planes y estrategias de cambio climático de manera integrada con el desarrollo económico, social y ambiental, teniendo en cuenta las necesidades prioritarias para el logro de un crecimiento económico sostenido, la erradicación de la pobreza y la sostenibilidad de los recursos naturales.
- Articular las iniciativas de cambio climático públicas y privadas en los diversos sectores económicos y de la sociedad civil.
- Identificar y aprovechar las oportunidades para favorecer el desarrollo sostenibles derivadas de acciones de adaptación al cambio climático y de mitigación de emisiones de Gases Efecto Invernadero.
- Favorecer la reducción de la vulnerabilidad de la población más afectada por los efectos del cambio climático en Colombia.
- Fomentar la participación ciudadana para la toma de decisiones relacionadas con el cambio climático.
- Promover la implementación de medidas de adaptación al cambio climático y mitigación de gases efecto invernadero.
- Armonizar criterios y mecanismos para hacer evaluación y seguimiento a las responsabilidades y compromisos en materia de adaptación al cambio climático y mitigación de gases de efecto invernadero.

- **Decreto 415 marzo de 2016 MinTIC**

Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del sector de la Función Pública, Decreto Numero 1083 de 2015, en lo relacionado con la definición de los lineamientos para el fortalecimiento institucional en materia de tecnologías de la información y las comunicaciones. Este decreto tiene por objeto señalar los lineamientos para el fortalecimiento institucional y ejecución de los planes, programas y proyectos de tecnologías y sistemas de información en la respectiva entidad.

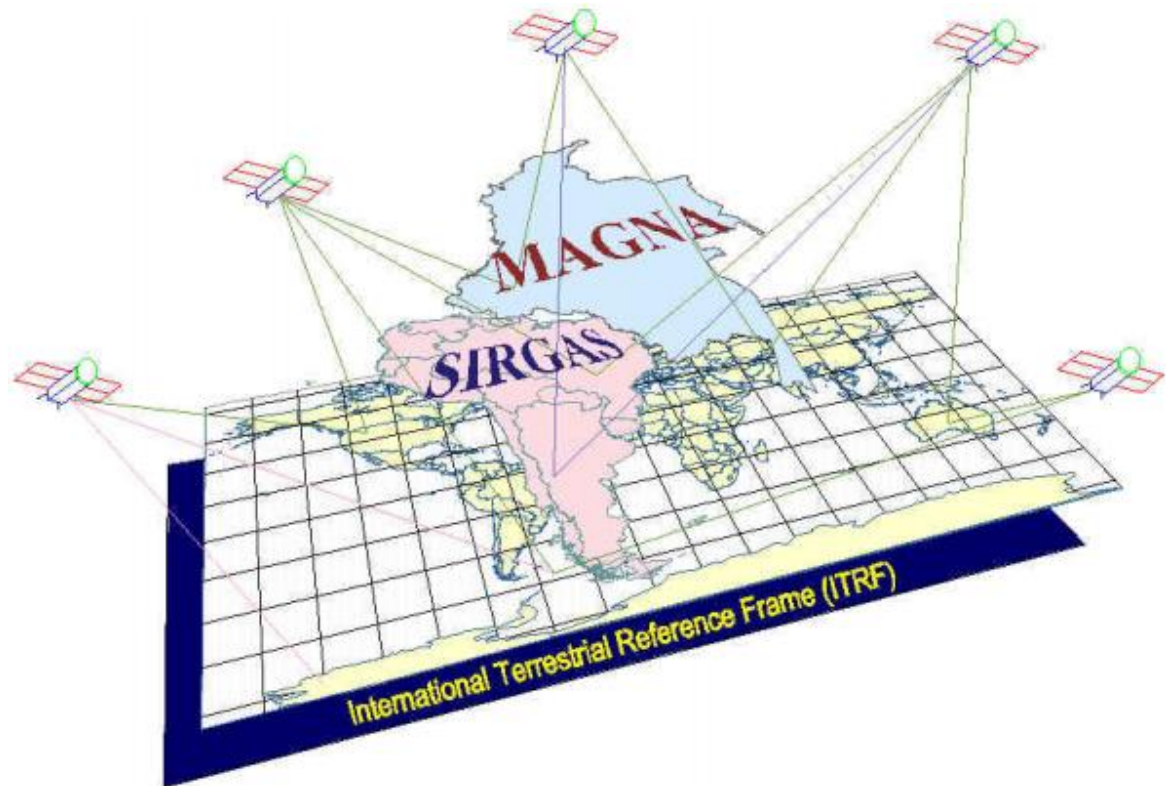
4.2.4 Resoluciones

- **Resolución 68 de 2005 MAGNA-SIRGAS**

Por la cual se adopta como único datum oficial de Colombia el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia: MAGNA-SIRGAS como se ve en la Figura 19. Mencionando en el Artículo primero que se adopte como único datum oficial de Colombia el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, también denominado: MAGNA-SIRGAS, siendo este la densificación en Colombia del Sistema de

Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS) y a su vez del International Terrestrial Reference Frame (ITRF). El modelo de geode asociado al datum MAGNA-SIRGAS será el producto denominado: Modelo Geoidal para Colombia (GEOCOL) desarrollado por el IGAC en el 2004, que se adopta oficialmente por esta Resolución. Las versiones posteriores de este modelo de geode serán nominadas teniendo en cuenta el año de su adopción oficial y las alturas basadas en los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (SGNS) serán referidas adecuadamente a dicho modelo.

Figura 19. Único datum oficial de Colombia, MAGNA-SIRGAS, y referencia Geocéntrico para las Américas SIRGAS y a su vez del ITRF.



Fuente. Adopción del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS como Datum Oficial de Colombia. 01 p. Fecha de consulta: 07/02/2018. Disponible en: <http://www.igac.gov.co/wps/wcm/connect/4b831c00469f7616afeebf923ecdf8fe/adopcion.pdf?MOD=AJPERES>

Mientras no se disponga técnica y oficialmente la actualización del Sistema de Referencia Vertical para Colombia se seguirá empleando el que tiene origen en el mareógrafo de Buenaventura.

- **Resolución 1632 de 2012**

Por la cual se adiciona el numeral 4.5 al capítulo 4 del protocolo para el control y Vigilancia de la contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas

(Chimeneas), adoptado a través de la resolución 760 de 2010 y ajustado por la Resolución 2153 y se adoptan otras disposiciones. Donde se le atribuye a la Corporación Regional de Antioquia Corantioquia que aqueja que se deben modificar los métodos para realizar los cálculos de las alturas de las chimeneas con el fin de adoptar un mejor protocolo para el Control y Vigilancia de la contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas. Por lo que se consideró pertinente adicionar, como parte de las buenas prácticas de Ingeniería la determinación de punto de descarga o altura de la chimenea a través de análisis de la dispersión de los contaminantes con base en las características de la fuente de emisión.

- **Resolución 2749 de 2017**

Por la cual se prohíbe la importación de las sustancias agotadoras de la capa de ozono listadas en los Grupos II y III del Anexo C descritos en la Tabla 3 extraída del Protocolo de Montreal, se establecen medidas para controlar las importaciones de las sustancias agotadoras de la capa de ozono listadas en el grupo I del anexo C descritos en la Tabla 3 extraída del Protocolo de Montreal y se adoptan otras disposiciones. Considerando el artículo 8 de la Constitución Política “es obligación del estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación.” El artículo 79 “Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”. Solo bajo licencias ambientales se podrán hacer dichas importaciones otorgadas, vigiladas y controladas por la Agencia de Licencias Ambientales (ANLA). Finalmente, esta resolución rige a partir del 1° (primero) de enero del año 2018 y deroga en su integridad la resolución 2329 de 2012 y demás disposiciones que se sean contrarias.

Tabla 4. Anexo C, Grupo I, II y III de las sustancias que agotan la capa de ozono definidas en el Protocolo de Montreal

Grupo	Sustancia	Número de isómeros	Potencial de agotamiento del ozono*
Grupo I			
	<i>CHFCl2</i>	<i>(HCFC21)**</i>	<i>1</i>
	<i>CHF2Cl</i>	<i>(HCFC22)**</i>	<i>1</i>
	<i>CH2FCI</i>	<i>(HCFC31)</i>	<i>1</i>
	<i>C2HFCl4</i>	<i>(HCFC121)</i>	<i>2</i>
	<i>C2HF2Cl3</i>	<i>(HCFC122)</i>	<i>3</i>
	<i>C2HF3Cl2</i>	<i>(HCFC123)</i>	<i>3</i>
	<i>CHCl2CF3</i>	<i>(HCFC123)**</i>	<i>–</i>
	<i>C2HF4Cl</i>	<i>(HCFC124)</i>	<i>2</i>
	<i>CHFClCF3</i>	<i>(HCFC124)**</i>	<i>–</i>
	<i>C2H2FCI3</i>	<i>(HCFC131)</i>	<i>3</i>
	<i>C2H2F2Cl2</i>	<i>(HCFC132)</i>	<i>4</i>
	<i>C2H2F3Cl</i>	<i>(HCFC133)</i>	<i>3</i>

Grupo	Sustancia	Número de isómeros	Potencial de agotamiento del ozono*
C2H3FCI2	(HCFC141)	3	0.005–0.07
CH3CFCl2	(HCFC141b)**	–	0.11
C2H3F2Cl	(HCFC142)	3	0.008–0.07
CH3CF2Cl	(HCFC142b)**	–	0.065
C2H4FCI	(HCFC151)	2	0.003–0.005
C3HFCI6	(HCFC221)	5	0.015–0.07
C3HF2CI5	(HCFC222)	9	0.01–0.09
C3HF3CI4	(HCFC223)	12	0.01–0.08
C3HF4CI3	(HCFC224)	12	0.01–0.09
C3HF5CI2	(HCFC225)	9	0.02–0.07
CF3CF2CHCl2	(HCFC225ca)**	–	0.025
CF2ClCF2CHClF	(HCFC225cb)**	–	0.033
C3HF6Cl	(HCFC226)	5	0.02–0.10
C3H2FCI5	(HCFC231)	9	0.05–0.09
C3H2F2CI4	(HCFC232)	16	0.008–0.10
C3H2F3CI3	(HCFC233)	18	0.007–0.23
C3H2F4CI2	(HCFC234)	16	0.01–0.28
C3H2F5Cl	(HCFC235)	9	0.03–0.52
C3H3FCI4	(HCFC241)	12	0.004–0.09
C3H3F2CI3	(HCFC242)	18	0.005–0.13
C3H3F3CI2	(HCFC243)	18	0.007–0.12
C3H3F4Cl	(HCFC244)	12	0.009–0.14
C3H4FCI3	(HCFC251)	12	0.001–0.01
C3H4F2CI2	(HCFC252)	16	0.005–0.04
C3H4F3Cl	(HCFC253)	12	0.003–0.03
C3H5FCI2	(HCFC261)	9	0.002–0.02
C3H5F2Cl	(HCFC262)	9	0.002–0.02
C3H6FCI	(HCFC271)	5	0.001–0.03
Grupo II			
CHFBr2		1	1.00
CHF2Br	(HBFC22B1)	1	0.74
CH2FBr		1	0.73
C2HFBr4		2	0.3–0.8
C2HF2Br3		3	0.5–1.8
C2HF3Br2		3	0.4–1.6
C2HF4Br		2	0.7–1.2
C2H2FBr3		3	0.1–1.1
C2H2F2Br2		4	0.2–1.5
C2H2F3Br		3	0.7–1.6
C2H3FBr2		3	0.1–1.7
C2H3F2Br		3	0.2–1.1
C2H4FBr		2	0.07–0.1
C3HFBr6		5	0.3–1.5
C3HF2Br5		9	0.2–1.9
C3HF3Br4		12	0.3–1.8
C3HF4Br3		12	0.5–2.2
C3HF5Br2		9	0.9–2.0
C3HF6Br		5	0.7–3.3

Grupo	Sustancia	Número de isómeros	Potencial de agotamiento del ozono*
	<i>C3H2FBr5</i>	9	0.1–1.9
	<i>C3H2F2Br4</i>	16	0.2–2.1
	<i>C3H2F3Br3</i>	18	0.2–5.6
	<i>C3H2F4Br2</i>	16	0.3–7.5
	<i>C3H2F5Br</i>	8	0.9–14.0
	<i>C3H3FBr4</i>	12	0.08–1.9
	<i>C3H3F2Br3</i>	18	0.1–3.1
	<i>C3H3F3Br2</i>	18	0.1–2.5
	<i>C3H3F4Br</i>	12	0.3–4.4
	<i>C3H4FBr3</i>	12	0.03–0.3
	<i>C3H4F2Br2</i>	16	0.1–1.0
	<i>C3H4F3Br</i>	12	0.07–0.8
	<i>C3H5FBr2</i>	9	0.04–0.4
	<i>C3H5F2Br</i>	9	0.07–0.8
	<i>C3H6FBr</i>	5	0.02–0.7
Grupo III			
<i>CH2BrCl</i>	<i>Bromoclorometano</i>	1	0.12

Fuente. El Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. Fecha de consulta: 07/02/2018. Disponible en: http://42functions.net/sp/Treaties/treaties_decisions-hb.php.2014-09-12?art_id=61

4.2.5 Normatividad Internacional

- **Protocolo de Montreal**

El Protocolo de Montreal es un protocolo del Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono, diseñado para proteger la capa de ozono reduciendo la producción y el consumo de numerosas sustancias que se ha estudiado que reaccionan con ella y se cree que son responsables del agotamiento de esta. Y conscientes de que, en virtud del Convenio, tienen la obligación de tomar las medidas adecuadas para proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos nocivos que se derivan o pueden derivarse de actividades humanas que modifican o pueden modificar la capa de ozono, reconociendo que la emisión en todo el mundo de ciertas sustancias puede agotar considerablemente y modificar la capa de ozono en una forma que podría tener repercusiones nocivas sobre la salud y el medio ambiente, conscientes de los posibles efectos climáticos de las emisiones de esas sustancias y que las medidas que se adopten para proteger la capa de ozono a fin de evitar su agotamiento deberían basarse en los conocimientos científicos pertinentes, teniendo en cuenta aspectos técnicos y económicos, decididas a proteger la capa de ozono adoptando medidas preventivas para controlar equitativamente el total de emisiones mundiales de las sustancias que la agotan, con el objetivo final de eliminarlas, sobre la base de los adelantos en los conocimientos científicos, teniendo en cuenta aspectos técnicos y económicos y teniendo presentes las necesidades que en materia de desarrollo

tienen los países en desarrollo, reconociendo que hay que tomar disposiciones especiales para satisfacer las necesidades de los países en desarrollo, incluso la aportación de recursos financieros adicionales y el acceso a las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta que la magnitud de los fondos necesarios es previsible y que cabe esperar que los fondos produzcan un aumento sustancial de la capacidad del mundo para abordar el problema, científicamente comprobado, del agotamiento del ozono y sus nocivos efectos, tomando nota de las medidas preventivas para controlar las emisiones de ciertos clorofluorocarbonos que ya se han tomado en los planos nacional y regional, a razón de la importancia de promover la cooperación internacional en la investigación, el desarrollo y la transferencia de tecnologías alternativas, en relación con el control y la reducción de las emisiones de sustancias que agotan la capa de ozono, teniendo presentes en particular las necesidades de los países en desarrollo.

- **Protocolo de Kyoto**

Este protocolo compromete a los países industrializados a estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero estableciendo metas vinculantes de reducción de las emisiones para 37 países industrializados y la Unión Europea, reconociendo que son los principales responsables de los elevados niveles de emisiones de Gases de Efecto Invernadero que hay actualmente en la atmósfera, y que son el resultado de quemar combustibles fósiles durante más de 150 años. En este sentido el Protocolo tiene un principio central: el de la “responsabilidad común pero diferenciada”. Este Protocolo ha movido a los gobiernos a establecer leyes y políticas para cumplir sus compromisos, a las empresas a tener el medio ambiente en cuenta a la hora de tomar decisiones sobre sus inversiones, y además ha propiciado la creación del mercado del carbono. En general es considerado como primer paso importante hacia un régimen verdaderamente mundial de reducción y estabilización de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, y proporciona la arquitectura esencial para cualquier acuerdo internacional sobre el cambio climático que se firme en el futuro.

- **Acuerdo de Paris**

Es un acuerdo dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que establece medidas para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a través de la mitigación, adaptación y resiliencia de los ecosistemas a efectos del Calentamiento Global, donde uno de sus objetivos principales es mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático; También, aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático

y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos. Cada una de las partes que intervienen el Protocolo se comprometen en conservar y aumentar, según corresponda, los sumideros y depósitos de gases de efecto invernadero.

4.2.6 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) fue creado en 1988 para que facilitara evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta.

Desde el inicio de su labor en 1988, el IPCC ha preparado cinco informes de evaluación de varios volúmenes, a continuación, se mencionan estos informes. Ya que por el momento se encuentra en su sexto ciclo de evaluación para preparar el respectivo informe.

1. Primer Informe de Evaluación del IPCC 1990, estructurado por tres grupos de trabajo acompañado de un Informe de evaluación final:

- Grupo de trabajo I: “Evaluación científica del cambio climático”.
- Grupo de trabajo II: “Evaluación de los impactos del cambio climático”.
- Grupo de trabajo III: “Estrategias de respuesta del IPCC”.
- Primer Informe de Evaluación Capítulo titulado: “Panorama general”³⁶.

2. Segundo Informe de Evaluación del IPCC: Cambio climático 1995, estructurado por tres grupos de trabajo acompañado de un Informe de evaluación final:

- Grupo de trabajo I: “La ciencia del cambio climático”.
- Grupo de trabajo II: “Análisis científico y técnico de impactos, adaptación y mitigación del cambio climático”.
- Grupo de trabajo III: “Las dimensiones económicas y sociales del cambio climático”.
- Segunda evaluación del IPCC³⁷.

3. Tercer Informe de Evaluación del IPCC: Cambio Climático 2001, estructurado igualmente por tres grupos de trabajo acompañado de un Informe de evaluación final:

³⁶

http://www.ipcc.ch/ipccreports/1992%20IPCC%20Supplement/IPCC_1990_and_1992_Assessments/Spanish/ipcc_90_92_assessments_far_overview_sp.pdf

³⁷ Informe final. Disponible en: <http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-1995/ipcc-2nd-assessment/2nd-assessment-en.pdf>

- Informe del Grupo de trabajo I: “La base científica”.
- Informe del Grupo de trabajo II: “Impactos, adaptación y vulnerabilidad”.
- Informe del Grupo de trabajo III: “Mitigación”.
- “Informe de síntesis”³⁸.

4. Cuarto Informe de Evaluación del IPCC: Cambio climático 2007, estructurado igualmente por tres grupos de trabajo acompañado de un Informe de evaluación final:

- Informe del Grupo de trabajo I: “Base de ciencia física”.
- Informe del Grupo de trabajo II: “Impactos, adaptación y vulnerabilidad”.
- Informe del Grupo de trabajo III: “Mitigación del cambio climático”.
- “Informe de síntesis del Cuarto Informe de Evaluación”³⁹.

5. Quinto Informe de Evaluación del IPCC: Cambio climático 2013-2014, estructurado de igual manera por tres grupos de trabajo acompañado de un Informe de evaluación final:

- Informe del Grupo de trabajo I Cambio climático 2013 “Bases físicas”.
- Informe del Grupo de trabajo II Cambio climático 2014 “Impactos, adaptación y vulnerabilidad”
- Informe del Grupo de trabajo III Cambio climático 2014 “Mitigación del cambio climático”
- Cambio climático 2014 “Informe de Síntesis”⁴⁰.

El IPCC recibió el premio Nobel de la Paz en 2007 por su labor en materia de cambio climático.

4.3 MARCO REFERENCIAL

4.3.1 *An algorithm for converting weather radar data into GIS polygons and its application in severe weather warning systems*

Durante el desarrollo de esta investigación realizada por el Señor Haibo Hu en el año 2014 en la ciudad de Beijing República Popular Socialista de China. Consistió en crear un algoritmo revolucionario que trasciende y está por fuera de todo precedente, el resultado fue excepcional, determinando un algoritmo con la capacidad de convertir datos de radar en formato de matriz a polígonos que pueden ser fácilmente visualizados, procesados y analizados usando un Sistema de Información Geográfica con el fin de identificar y hacer seguimiento de condiciones severas del clima y reconocer los riesgos que esto acarrea,

³⁸ Informe final. Disponible en: <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/vol4/spanish/pdf/syrfull.pdf>

³⁹ Informe final. Disponible en: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf

⁴⁰ Informe final. Disponible en: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf

justificando que la tecnología de la información espacial juega un papel importante en el análisis del clima, Los datos que proceso el algoritmo proviene del sistema Beijing *Auto Nowcasting* (BJ-ANC) e incluyen 22 niveles de reflectividad radar con 1 Km de resolución vertical, reflectividad compuesta, precipitación cuantificada transcurrida y pronóstico cuantitativo de precipitación; los datos son sincrónicos recogidos de cuatro radares Doppler Radar de Vigilancia Meteorológica-1988 (WSR-88D) ubicados en las provincias de Beijing, Tianjin y Hebei del norte de China. Las coordenadas de cada pixel en la matriz del radar pueden determinarse por su desplazamiento desde el pixel central. Los datos del radar se almacenan en formato raster, y el algoritmo convierte los datos en un polígono vectorial, que es el formato fundamental para un SIG. Estos polígonos se definen sobre la base de regiones contiguas cubiertas por píxeles adyacentes con rangos de valores correspondientes a las bandas de color rutinariamente utilizadas en la mayoría de las aplicaciones de radar, por ejemplo, la reflectividad de -5 a 0 dBZ, de 0 a 5 dBZ. Valores de menos de -5 dBZ para la reflectividad y 0 mm para la precipitación se consideran nulas y son excluidos. Los píxeles por encima del valor del umbral pueden fusionarse y convertirse en polígonos para la identificación del clima severo y reconocimiento del riesgo. Para la identificación de un rayo, los polígonos de 40 dBZ en la altitud de congelación pueden superponerse con los polígonos de 35 dBZ; por lo tanto, los píxeles por encima de 40 y 35 dBZ se convertirían, respectivamente puestos en dos grupos de polígonos listos para el análisis espacial. La configuración geométrica la posición espacial, la forma y la resolución de los polígonos deberían coincidir con los píxeles del radar.

4.3.2 Aplicación de la Tecnología SIG para la Representación de Información Climática Marina en el Atlántico Sur

En este antecedente tiene lugar en la república de Argentina, donde se demuestra la utilidad de los Sistema de Información Geográfica enfocados a un tema muy particular y es la conservación de del estado climático marítimo y la seguridad náutica, resaltando como los océanos cumplen una función importante en el sistema climático interactuando con la atmósfera diferentes tópicos en cambios de temperatura. A través de un análisis de información obtenida de la base de datos histórica, recopilada desde enero de 1950 hasta diciembre de 2007 por el departamento de Meteorología del Servicio de Hidrología Naval (SHN) juntamente con el Servicio Meteorológico Nacional (SMN). A estos datos, se le aplican programas de cálculo de valores extremos y frecuencias relativas del viento, olas de viento, estado del tiempo, visibilidad, nubosidad, temperaturas del aire y del agua y presión atmosférica, para la generación de los resúmenes climáticos y posteriormente son aplicados en un entorno SIG. De esta manera se obtuvo la distribución de las observaciones meteorológicas marinas en el Atlántico Sur, así como los valores máximos para el viento, olas de viento y su respectiva dirección, además se logró calcular los porcentajes para los meses y estaciones de la distribución del viento y la nubosidad, según afirmación, es un tema de mayor

interés de consulta puesto que el sector de estudio es de importancia de tráfico marítimo. Al final se concluyó que los SIG son de gran beneficio dado que ayudan a mejorar en la toma de decisiones y mitigar riesgos desfavorables posibles en la seguridad náutica.

4.3.3 Caracterización climática para la región de Bahía de Banderas mediante el sistema de Köppen, modificado por García, y técnicas de sistemas de información geográfica

Este estudio de caracterización climática se centra en las regiones de la Bahía de Banderas estado de México, usando los datos de las estaciones meteorológicas de la zona e implementando el Sistema de Köppen el cual determina como catalogar los climas en los diferentes sectores o pisos térmicos donde se presenten. Es bueno resaltar que aquí mismo se afirma que gracias al Sistema de Köppen se realizó la proyección en un mapamundi del cambio climático proyectado hacia el 2100. Se utilizaron técnicas de los Sistemas de Información Geográfica aplicados a una base de datos de tiempo para calcular la temperatura y precipitación con periodos de 20 o más años. Primero se obtuvo una representación espacial de la temperatura, tomando como base la altitud de cada estación y la temperatura anual promedio registrada seguidamente se generó el modelo de regresión lineal anual de temperatura con estos últimos datos se obtuvo desde un Sistema de Información Geográfica los mapas de distribución espacial de la temperatura. La segunda clasificación que se generó fue la de las precipitaciones, para ello, se tomaron variables como la pendiente, es decir, porcentaje de inclinación en cada punto de la región) e Índice de Continentalidad Termo-pluviométrica con esta información se generó la una capa *grid* que posteriormente en un SIG se convirtió a una capa raster y la capa restante del modelo de elevación también se construyó en un SIG con estas capas se obtuvo como resultado el mapa de precipitación anual de la región. Seguidamente, en el SIG se reclasificó la imagen raster sobre el mapa de temperatura para identificar las zonas cálidas y las zonas semicálidas. Enseguida, tomando las dos capas raster de precipitación y temperatura promedio anual, se calculó en el SIG el Índice de Lang (Precipitación/Temperatura), con lo que se generó la capa Precipitación/Temperatura ($mm/^\circ C$). Posteriormente mediante otra reclasificación de imagen en el SIG, sobre la capa Precipitación/Temperatura, se generó una capa raster para identificar los climas subhúmedos. Y finalmente se aplicó una clasificación cruzada en el SIG a las dos capas resultantes para obtener la caracterización climática de acuerdo con el Sistema de Köppen, para la región de estudio.

4.3.4 Casos de aplicaciones empresariales de *Web Mapping* y SIG Libre

Aquí presentan tres casos en los que se implementaron los Sistemas de información geográfico a través de *Web Mapping*, dos de ellos destinados a empresas multinacionales españolas uno destinado al estudio de las redes de

telecomunicaciones y el otro para el seguimiento de recursos públicos, con esto se reafirma el amplio uso que tienen los SIG en temas muy específicos. Sin embargo, el tercer caso es el de interés para este informe de co-investigación, destinado a una administración pública encaminado a la publicación en la *Web* de datos de recursos hidrológicos, es así como se detectó una falencia para el conteo y posterior publicación de las cuencas hidrológicas de manera que se determinó en construcción de una aplicación *Web* y modificar un Software existente para publicación de datos, para esto se utilizó un Software desarrollado sobre el Sistema de Información Geográfico, propiedad de GenAMAP, para lo que se añadió al menú una pestaña de *Publicación Web* y el sub menú de capas hidrológicas con sus respectivos datos de cuentas y ríos principales. Todos los datos fueron recopilados sobre una base de datos construida sobre PostGIS y los mapas en formato *Shape* para ser renderizados por MapServer. La base de los mapas aprovechaba los servicios de *Warehouse Management System* (WMS), los cuales grafican los mapas sobre Google Maps según el estilo de origen. La carga de los mapas se hace sobre un modelo vectorial, es decir, con puntos, líneas o polígonos, sin embargo, se puede mejorar el aspecto importando los datos.

4.3.5 *Geographic Information Systems in Weather, Climate, and Impacts*

Teniendo en cuenta que este antecedente tiene más de una década de antigüedad, puesto que se efectuó en el año 2003, se evidencia que desde entonces se reconocía la importancia que jugaría el papel de los Sistemas de Información Geográfico (SIG) en los problemas que aquejan a los sistemas climatológicos y a las ciencias atmosféricas. Fue por esto por lo que la *National Center for Atmospheric Research* (NCAR) decidió ejecutar un taller en Boulder, Estado de Colorado EE. UU. El taller fue un foro objetado para investigadores, Ingenieros, proveedores de datos y servicios meteorológicos y climáticos, vendedores comerciales de SIG y educadores, con el fin de discutir los beneficios y limitaciones del SIG actual. Además, se discutió sobre los beneficios potenciales de la Ciencia de la Información Geográfica. Los tres objetivos del taller fueron, primero, explorar el papel de SIG como herramienta integradora para la investigación y aplicaciones en el tiempo, el clima en la comunidad de geociencias; segundo fomentar colaboraciones en SIG interdisciplinario estudios en meteorología, climatología e investigación relacionada con las ciencias geográficas y sociales; y tercero, mejorar la comunicación entre sectores académicos, privados y gubernamentales en temas de tiempo, clima y aplicaciones SIG climáticas. A pesar de que se contaba con un SIG, este resultó no ser de gran ayuda puesto que tenía limitaciones. Los participantes concluyeron que se debería hacer una retroalimentación con SIG diseñadores que permitirían el desarrollo continuo de la tecnología SIG en la comunidad atmosférica. Hasta entonces se continuó desarrollando representaciones en 3D y 4D para mejorar la representación de fenómenos atmosféricos.

4.3.6 Investigación del Clima por Medio de los Sistemas de Información Geográfica

Este antecedente de estudio climatológico implementando Sistemas de Información Geográfica, fue efectuado en la ciudad de Quito, república de Ecuador específicamente para la Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable (EMAAP) que cuenta con una red de monitoreo hidrometeorológico instalada en las cuencas hidrográficas, y a su vez está conformada por estaciones climatológicas, pluviométricas e hidrométricas, estas estaciones disponen, en la mayoría, de un dispositivo de adquisición y procesamiento de información o *data logger* de tipo Vitel VX1004 concretamente para las de tipo pluviométrico, con el fin de optimizar el tiempo de procesamiento de datos adquiridos, los cuales son precipitación, temperatura atmosférica, temperatura del suelo, humedad relativa, radiación solar, presión atmosférica, velocidad del viento y dirección del viento. Además de esto, la EMAAP tiene desarrollado un programa informático denominado Sistema para Procesamiento Automático de Precipitación (pluviometría 2.0), que permite procesar la información recogida por las estaciones y determinar la lámina de precipitación diaria y mensual registrada durante un período determinado de medición. El mencionado dispositivo Vitel VX1004 se encuentra conectado a una unidad Data Logger que tiene una capacidad de almacenamiento de 128 Kb se encarga de guardar la información recibida de las estaciones que tiene incorporado este dispositivo en formato *American Standard Code for Information Interchange* (ASCII), lo que facilita la transmisión de la información a una *laptop* o un servidor central, a través de cables y puertos seriales RS-232. Este archivo ASCII registra cada cinco minutos los datos obtenidos por la estación. Una vez recopilados los datos de las estaciones, este es llevado al software Pluviometría que usa algoritmos de para procesar la información de las precipitaciones con funciones inherentes a los programas SIG, esta funcionalidad SIG permite ver la ubicación de cada una de las estaciones y su posición con relación a otras estaciones a través de sus coordenadas utilizando archivos almacenados en formato georelacional *shape file* (.shp).

4.3.7 Regionalization and classification of bioclimatic zones in the central-northeastern region of México using principal component analysis (PCA)

Este estudio fue llevado a cabo en un gradiente topográfico en la zona centro-noreste de México, estado de San Luis Potosí en el año 2006. EL principal epicentro del estudio fue efectuado usando los modelos de clasificación bioclimática de Köppen aplicados en Sistemas de Información Geográfica, de igual manera como se mencionó anteriormente en el numeral 4.3.3, se emplearon datos de precipitación y temperatura medias por un período de 30 años de 173 estaciones meteorológicas, además, se usaron métodos matemáticos para cálculos estadísticos de Análisis de Componentes Principales (PCA), siendo una técnica propio estándar en meteorología, particularmente en el área de la

investigación del clima, ya que captura gran parte de la variación en los datos climáticos en una cantidad muy pequeña de dimensiones, esto se hace ya que las diferencias de altitud de la zona intervenida son variables con escalas que fluctúan desde 150 hasta 2550 metros sobre el nivel del mar, entonces se hace necesaria la forma tan detallada para obtener datos de variabilidad climática, sumado a esto las grandes masas de aire húmedo procedentes del Golfo de México crea un aumento en el contenido de vapor de agua para la baja altitud y las zonas costeras causando precipitaciones y temperaturas cálidas. Estos estudios de clasificación climática de Köppen tienen aplicaciones en campos tales como agricultura, silvicultura, biodiversidad, fenología, hidrología y políticas ambientales. La técnica PCA estadística utilizada, implica transformaciones lineales de una matriz de variables observadas, basadas en los valores propios y vectores propios de una correlación una matriz de covarianza; su principal propósito es reducir las dimensiones de la información observada; los vectores resultantes definen un nuevo sistema de coordenadas donde cada eje establece la máxima variabilidad de datos, de esta manera se obtuvieron patrones espaciales de variabilidad climática. En siguiente paso fue llevar los datos obtenidos a un mapa provisto por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de México obtenido por fotografías aéreas a escala 1:250.000 que representa la cubierta vegetal de 1ño 1976 y otro mapa espacial actualizado del anterior obtenido de la red de satélites de *Landsat*. Los resultados fueron la obtención de datos de precipitaciones particulares, además, una inspección de acumulaciones mensuales de precipitaciones y periodos de sequías. Finalmente, también se pudo concluir que, los meses más estables para el clima son marzo y abril.

4.3.8 SIG como Herramienta de Estudio y Planificación del Suelo en Zonas Agrícolas

Este antecedente tuvo lugar en el año 2013, en este se pone en consideración el estado del uso de los suelos destinados a la agricultura. Se exponen problemáticas de carácter social que infringe la salud de las personas que ejercen labores de siembras de cultivos. Esto es causado por el mal uso de los suelos motivados por la mala gestión y el desconocimiento de los sembradíos más aptos para diferentes pisos térmicos donde se presentan estados del clima que difieren directamente de la altura sobre el nivel del mar. Fue así como se detectó una falencia en materia de conservación de los ecosistemas naturales y se plantea que, para mejorar esta situación, esto debería ser considerado dentro de los planes de ordenamiento territorial y se asumió la importante labor que cumplen los Sistemas de Información Geográfica y Sensores Remotos para asumir y tomar mejores decisiones, sometiendo los campos agrícolas a una zonificación estratégica en áreas expuestas a una rápida pérdida de suelo agrícola. Además, se atañe que la integración de los sistemas automáticos permite el desarrollo de prácticas agrícolas de precisión. Para estos procesos se pueden utilizar mapas obtenidos por satélites y mapas temáticos consiguiendo analizar los ecosistemas naturales y agrícolas usando patrones de reflectancia de la luz que cambian de

acuerdo con los diferentes tipos de vegetación, suelos y cuerpos de agua. La variedad de información espectral es contemplada a su vez con una variedad de resoluciones espaciales que permiten detectar elementos en tierra de diferentes tamaños. La metodología para el desarrollo de una solución fue, primero, crear un SIG, creando un mapa básico, físico a partir de la información recogida por sensores remotos y de entidades con fines geográficas, dispuestas a otorgarlos con fechas de 30 años posteriores. Luego se digitalizan con escáneres especializados y se vectorizan con polígonos. Finalmente se efectúa un análisis de las imágenes y fotos aéreas de diferentes fechas clasificadas previamente de forma independiente, mediante superposición en un ambiente ArcGIS, usando la función “unión” para calcular las áreas de cambio. Los resultados fueron los mapas individuales que muestran la composición del uso del suelo del área de estudio, discriminados por años.

4.3.9 Sistema multimedia inundaciones históricas y escenarios de peligro por inundaciones ante intensas lluvias de las cuencas Vento-Almendares, Quibu y Jaimanitas, la Habana, Cuba

Durante el efecto de este estudio realizado en el país cubano, se hizo uso de los Sistemas de Información Geográfica, para obtener mapas de zonas de inundaciones históricas e inundaciones probables ante intensas lluvias y establecer información de las cuencas de Vento-Almendares, Quibú, Jaimanitas y Santa Ana, así como la delimitación cartográfica de las zonas de peligro. Para llevar a cabo esta tarea, se hizo a través de un control de campo para su validación y ajuste y así fortalecer la base de datos. Se obtuvieron mapas registrados en formato .jpg, es decir, un archivo de imagen plano, por lo que fue necesario georreferenciarlos en el software *Mappinfo*, digitalizarlos y vectorizarlos añadiendo su respectiva base de datos. Seguidamente se incorporan al SIG del Instituto de Geofísica y Astronomía (IGA), estos a su vez, sirvieron como base para la generación de nuevos mapas tales como Tipos de Drenaje de los Suelos. Los materiales que se usaron para la obtención del resultado final fueron algo que se clasificó como mapas fundamentales, entre ellos, registros históricos de inundaciones, modelo digital de elevación del terreno a escala 1:25000, agrupamiento del suelo a escala 1:25000, depósitos no consolidados del cuaternario a escala 1:50000, formaciones vegetales a escala 1:25000, planimétricos de localidades y poblados a escala 1:25000 e imágenes satelitales multiespectrales. Mapas temáticos o complementarios, entre ellos, geomorfológico a escala 1:50000, curvas de nivel, red de drenaje fluvial, procesos degradativos en los suelos a escala 1:25000, mapa de subtipo de Carso a escala 1:25000 y un mapa Ingeniero-Geológico a escala 1:25 000.

4.3.10 Una arquitectura *indoor* LBS basada en SIG con servidores de mapas

Este estudio desarrollado en España en 2008. Contempla conceptos de arquitectura *indoor* que permite localizar inalámbicamente las características de

objetos o personas dentro de un edificio combinadas con tecnologías *Location Based Services* (LBS) que a su vez son métodos que permiten utilizar datos de posición global del usuario. El objetivo principal fue definir y desarrollar una arquitectura *Web* que implementara mapas para un sistema móvil y generar cálculos de rutas específicas en el interior del Museo de Arte Abstracto. Para desarrollar la solución, se optó por desplegar una arquitectura dividida en cuatro componentes y un cliente final, tres de estos componentes fueron, un servidor de mapas el cual concentraba toda la información relacionada, en el segundo componente, un Servidor de rutas que empleó el afamado sistema de localización (GPS) a través de WiFi para localización en interiores, el tercer componente fue un servidor de rutas. El cuarto componente fue denominado “Mediador o Gestor de Aplicaciones”, el cual se encargaba de recibir las peticiones desde el entorno de la aplicación del usuario y procesar la información de los otros tres componentes y así generar una respuesta válida con base en las solicitudes que se le realizaban. El usuario final podría ser un dispositivo móvil, o una computadora, este el que se encargaba de visualizar el resultado de la ruta arrojada por el “Gestor de Aplicaciones”. Las peticiones enviadas por el usuario no son más que solicitudes hechas a través del protocolo HTTP que son enviadas al “Gestor de Aplicaciones” y este, al mismo tiempo envía peticiones de tipo *ArcXML* al servidor IMS que utiliza archivos para mapas vectoriales con formato *shapeFile*. Este servidor de mapas implementa ArcIMS desarrollado por Esri los cuales con mapas muy básicos conformados por imágenes estáticas de alta resolución. ArcIMS tiene cuatro elementos necesarios para realizar su labor: *shapefiles*, ArcIMS Author, ArcIMS Administrator y ArcIMS Designer.

- ArcIMS Author es un asistente para la generación del fichero de configuración del servicio de mapas.
- ArcIMS Administrator es un asistente para la administración de los servicios publicados y de los servidores espaciales.
- ArcIMS Designer es un asistente para el diseño del sitio web que permite definir la funcionalidad a la que tendrá acceso el cliente.

4.3.11 Use of NEXRAD Information for Hydrological Modeling in Watersheds with Sparse Rain Gauge Networks

Este antecedente, publicado en el año 2006, su área de ejecución tuvo lugar en la cuenca del río Escondido que se localiza al norte de México y se origina en la Sierra del Burro que cuenta con tres estaciones meteorológicas convencionales y un observatorio meteorológico, operados por la Comisión Nacional del Agua (Conagua), lo innovador de este estudio, es que utiliza radares NexRad y cuenta con una base de datos histórica muy extensa que data del año 1936 hasta la fecha de la realización del estudio. A pesar de que México cuenta con una extensa red de radares meteorológicos, estos no cubren el 100% de la totalidad del territorio mexicano, y la parte que queda al descubierto, es justamente a la que se le efectúa el presente estudio. Por lo que, con estas razones, se decide usar datos

de un radar meteorológico localizado en la base aérea Laughling Texas, Estados Unidos. Este radar es del tipo WSR-88D (*Weather Surveillance Radar 1988 Doppler*), conocida hasta entonces, como la generación futura de radares meteorológicos o NEXRAD (*next-generation weather radar*). La información generada por este tipo de radares fue diseñada específicamente para cubrir la parte continental de Estados Unidos con base en una proyección polar estereográfica, Seguidamente, para dar fiabilidad a los datos obtenidos por estos equipos de tecnología, se optó por hacer un análisis estadístico, el cual consistió en comparar mediante un análisis de regresión lineal los datos de radar contra los datos de precipitación de tres estaciones automatizadas. Los resultados obtenidos dieron origen a la familiarización de los datos correspondientes de pluviógrafos en intervalos de tiempos muy cercanos.

4.3.12 Centro de datos e Indicadores Ambientales de Caldas (CDIAC)

Este antecedente es sin duda el que sorprendentemente más se asemeja al tema en cuestión que se contempla en el desarrollo de este informe de co-investigación. Dado su proximidad en la delimitación geográfica y que como su nombre lo indica, es un centro de datos de información climatológica muy completo. La diferencia radica en que esta herramienta no incluye material geográfico de las áreas de influencia, sino que solo se dedica a generar indicadores estadísticos de los estados climáticos. En esta plataforma se están incluyendo comunicaciones de una red de 13 estaciones comunitarias meteorológicas e hidrometeorológicas ubicadas en los municipios de del departamento de Caldas con el apoyo de Corpocaldas, la Central Hidroeléctrica de Caldas, la alcaldía de Manizales, la Gobernación de Caldas, entre otras. Este acopio de información aloja más de 35 millones de datos obtenidos de más de 100 estaciones de Manizales y municipios del departamento de Caldas. En ella se encuentra centralizada la información que corresponde a indicadores climatológicos de temperatura, precipitación, dirección y velocidad del viento, humedad relativa, radiación solas, presión barométrica, confort térmico, índice de aridez, calidad del aire, emisiones atmosféricas de contaminantes por el sector industrial y emisiones de gases de efecto invernadero. El propósito más importante por el que fue desarrollado ese proyecto fue el de determinar temas importantes como los umbrales que pueden generar riesgo. CDIAC opera gracias al proyecto “Línea Base Ambiental Del Departamento de Caldas” el cual es parte de una alianza estratégica entre la Universidad Nacional de Colombia (UN) sede Manizales y Corpocaldas. El acceso a esta a este cúmulo de información de forma libre y gratuita y se puede acceder desde el enlace <http://cdiac.manizales.unal.edu.co/indicadores/public/home>.

5. METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE TRABAJO

Este trabajo de co-investigación corresponde a una investigación aplicada, puesto que según la Universidad de la Sabana: “Es aquella que parte de una situación problemática que requiere ser intervenida y mejorada. Comienza con la descripción sistemática de la situación deficitaria, luego se enmarca en una teoría suficientemente aceptada de la cual se exponen los conceptos más importantes y pertinentes; posteriormente, la situación descrita se evalúa a la luz de esta Teoría y se proponen secuencias de acción o un prototipo de solución”⁴¹. Aquí se incluirán aspectos en temas de Arquitectura Física y Lógica para un servidor Web de un Sistema de Información Geográfica, Telecomunicaciones e implementación de herramientas *Mashups*.

5.2 PROCEDIMIENTO

5.2.1 Fase 1. Identificación de los Requisitos Físicos de la Arquitectura del Server

Comprende la caracterización de todos los componentes de Hardware por los que se constituyen los sistemas de información, para que sea posible su funcionamiento. Para este caso en particular, los componentes principales son, la capacidad de almacenamiento definida en *Gb*, determinado por la unidad *Hard Disk Drive* (HDD); la capacidad de procesamiento de la información establecida por el procesador, dada en *GHz*; La velocidad de transferencia de información y almacenamiento temporal, concretada por la *Random Access Memory* (RAM), definida igualmente en *Gb* y las Placas del Sistema o tarjetas principales quien se encarga de interconectar los componentes anteriores, permitiendo que estos se puedan comunicar y establecer un funcionamiento óptimo. Y, además, la fuente de alimentación, que se encarga de proveer y distribuir la energía eléctrica necesaria a todos los diferentes componentes. También es relevante establecer el tipo de Server, puesto que existen principalmente dos. De tipo Bastidor que se trata de Servidores delgados, que se encuentran diseñados especialmente para ser colocados en Racks de forma horizontal, y de tipo torre, su típica forma es en gabinetes, es decir, torres, que se posicionan de manera vertical.

- **Actividad 1.** Delimitar la capacidad del almacenamiento del o los Discos Duros, el cual se encarga de almacenar la mayor cantidad de información del server, para ellos, se debe tener en cuenta el tamaño del Software que soportará y

⁴¹ UNIVERSIDAD DE LA SABANA. Investigación aplicada. [en línea]. Colombia: Universidad de la Sabana. 2011. [consulta: 26/01/2016]. Disponible en: <<http://www.unisabana.edu.co/carreras/comunicacion-social-y-periodismo/trabajo-de-grado/opciones-de-trabajo-de-grado/investigacion-aplicada>

los requerimientos de la solicitud para aguantar la plataforma SIG con características promedio, que irá incorporada en la Arquitectura Server, estimando un tamaño proporcional necesario. Sin embargo, hay que tener en cuenta que no solo se puede contar con un solo procesador, sino que la cantidad puede variar según la estructura de la tarjeta principal, eso es definido por las necesidades del cliente.

- **Actividad 2.** Definir de la velocidad de transferencia de información y la capacidad de almacenamiento temporal, teniendo en cuenta las características lógicas de la aplicación de la plataforma, de forma que se efectúen los procesos solicitados con rapidez y eficacia.
- **Actividad 3.** Especificar el procesador o *Central Processing Unit* (CPU) de la Arquitectura, quien es la que se encarga de los procesamientos de las tareas lógicas que son solicitadas por la aplicación, lo relevante de este componente es saber que principalmente existen dos marcas comerciales de procesadores, Intel y AMD. Intel es más especializado en cálculos matemáticos. AMD es más especializado en calidad de gráficos; pero esto no significa que cada uno no pueda cumplir con tareas específicas de las características que los difiere. Para esto, es necesario considerar las características gráficas y de procesamiento que se llevarán a cabo en la aplicación de la plataforma.
- **Actividad 4.** Detallar las características de las placas o tarjetas principales, estas con necesarias para entablar comunicación entre dispositivos externos e internos. Para ello, se deben verificar los canales de comunicación o bus de datos por los cuales se integran los dispositivos interiores.
- **Actividad 5.** Establecer la capacidad de la fuente de alimentación. Para este dispositivo existen dos clases. La fuente de alimentación simple que consiste en una sola fuente y por supuesto se encarga de proveer al equipo la energía necesaria. Y la fuente de alimentación redundante, que consta de dos fuentes conectadas en paralelo, debido que si una falla, la otra debe suplir y asumir toda la alimentación del equipo completamente. Para ello debe establecerse la cantidad de dispositivos que alimentará y la longitud de los cables por donde transitará la energía eléctrica.
- **Actividad 6.** Definir tipo de Server. Esto se refiere que si será un Servidor de tipo Bastidor o Torre. Para esto se debe establecer si la plataforma será escalable en tiempo y evolucionará en tecnologías, es decir, si crecerá su funcionamiento atendiendo clientes más robustos o pesados. La forma y lugar, de cómo y dónde, estará ubicado el servidor para la Arquitectura SIG para el repositorio de la Plataforma Agroclimática de Caldas.

5.2.2 Fase 2. Identificación de los Requisitos Lógicos de la Arquitectura del Server.

Constituye las características del Software del servidor, principalmente en temas del licenciamiento para el caso de que tenga un sistema operativo libre, por ejemplo una distribución de Linux como Ubuntu, Debian o CentOS o de pago, por ejemplo una distribución de Microsoft como Windows Server; el gestor del lenguaje de las bases de datos, el cual difiere en SQL, PostgreSQL, MongoDB, Oracle, entre otros; configuraciones de seguridad en caso de intromisiones fraudulentas que puedan alterar la integridad de la información.

- **Actividad 1.** Concretar el sistema operativo que usará. Determinando si la aplicación de la Plataforma puede ser soportada por Software Licenciado o Software libre, teniendo en cuenta la necesidad del cliente, identificando los requerimientos planteados.
- **Actividad 2.** Definir el motor de base de datos que implementará el server. Identificando la cantidad de información y su interoperabilidad de los diferentes datos y la cantidad de información que se procesará, considerando el origen.

5.2.3 Fase 3. Reconocimiento de Licitantes para adquirir la Arquitectura del Server

Este proceso se basa en consultar cuáles entidades privadas o públicas comerciales que se dedican a la venta de Servidores Fijos.

- **Actividad 1.** Establecer listado de marcas comerciales de Arquitecturas Server, indagando a través de Internet los principales comercializadores de este tipo de Arquitecturas de servidores.
- **Actividad 2.** Consolidar un listado de potenciales entidades comerciales afines. Teniendo en cuenta el establecimiento de las marcas comerciales que se dediquen a la venta de estos equipos.

5.2.4 Fase 4. Recepción y Recolección de las cotizaciones de la Arquitectura del Server

Esta fase tiene como propósito la acogida de las propuestas de emitidas por las empresas oferentes para la adquisición de la Arquitectura del Servidor.

- **Actividad 1.** Establecer comunicación y solicitar cotizaciones con las entidades que se dedican a la comercialización identificadas, a través de correo electrónico, telefonía o solicitudes escritas.
- **Actividad 2.** Listar las entidades y presentar su propuesta oferente. Con la información de obtenida. Realizando una comparación de las cotizaciones una vez hecha la recepción de la información de los prepuestos solicitados.

- **Actividad 3.** Realizar un paralelo del oferente y su oferta, a través de un cuadro que demuestre y definas las características físicas y lógicas de cada uno de los oferentes presentados.

5.2.5 Fase 5. Discusión de las cotizaciones presentadas por los oferentes de la Arquitectura del Server

Durante esta fase, teniendo en cuenta los datos y la información recolectada en la fase anterior, a través de un proceso de *benchmarking*, determinar las ventajas y desventajas en cuanto a características físicas y lógicas y precios para tomar la mejor decisión del Servidor que se requerirá para la puesta en marcha del repositorio de la Plataforma que se desarrollará.

- **Actividad 1.** Dilucidar las ventajas y desventajas de las diferentes ofertas recibidas con el fin de tomar una decisión acertada y coherente con los requerimientos solicitados.
- **Actividad 2.** Realización del *benchmarking*, a través de cual podrá visualizar desde una mejor perspectiva cada una de las ofertas presentadas.

5.2.6 Fase 6. Selección de la Arquitectura del Server

Esta fase consiste en la definición final de la oferta de las características físicas y lógicas del servidor seleccionado.

- **Actividad 1.** Realizar una elucidación detallada de las características de la arquitectura seleccionada que demuestre la capacidad de soportar la Arquitectura para el Repositorio de la Plataforma Agroclimática de Caldas.
- **Actividad 2.** Presentación de la arquitectura seleccionada.

5.2.7 Fase 7. Diseño de la Arquitectura para el repositorio de la Plataforma Agroclimática de Caldas

Esta última fase consta del diseño de la comunicación de las demás plataformas de donde se extraerá la información que posteriormente será concentrada en el nuevo repositorio de la Plataforma Agroclimática de Caldas.

- **Actividad 1.** Diseñar un bosquejo de la Arquitectura final para el Repositorio de la Plataforma Agroclimática de Caldas con un Software especializado en bocetos de proyectos tecnológicos.
- **Actividad 2.** Presentación de la Arquitectura final.

6. RESULTADOS

6.1 DESCRIPCIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

6.1 Resultados Fase 1. Identificación de los Requisitos Físicos de la Arquitectura del Server

En cuanto a capacidad de almacenamiento del servidor, anfitrión o host, y teniendo en cuenta que este, estará orientado a la ejecución de una aplicación publicada en la *Web*, con tamaño promedio en su desarrollo estimado en 4 *Gb*. Será suficiente que se cuenten con dos Discos Duros independientes que estarán equipados con al menos 4 *Tb* de forma equitativa, es decir, 2 *Tb* cada uno como capacidad total de almacenamiento. Además, equipado con tecnología *Redundant Array of Inexpensive Disk* (RAID), esto significa que permite a un Disco Duro ser leído y escrito de manera simultánea con un Disco Duro principal, para el caso en que este falle, el otro deberá tomar su lugar y así evitar la interrupción de procesos de ejecuciones críticas.

No obstante, el procesador o microprocesador (CPU) *Central Processing Unit*, debe contar con un desempeño en ejecución de tareas de la aplicación *Web* de manera eficaz y eficiente, con capacidad para atender múltiples consultas continuamente, y características multinúcleo para que se puedan atender peticiones de forma recurrente con el fin de mitigar y contrarrestar posibles errores del sistema. Específicamente, en general el sistema de procesamiento debe contar con una frecuencia de núcleos de la CPU con un rango mínimo de 1,6 *GHz* o más, favorablemente hablando de 3,4 *GHz*. Además, deberá contar una Frecuencia de la *Graphics Processing Unit* (GPU) considerable para el procesamiento de los gráficos de los mapas geográficos.

Consecuentemente con lo anterior, la *Random Access Memory* (RAM) quien es la encargada de almacenar de manera temporal las instrucciones que ejecuta la Unidad Central de Procesamiento (CPU), deberá corresponder a una capacidad de 16 *Gb* con el fin de ayudar en el procesamiento de las peticiones que hagan los clientes en la interacción con el aplicativo. Sin embargo, lo ideal sería contar con una capacidad de 32 *Gb*, si se considera las clases de consultas a ejecutar, siendo una base de datos robusta la que se utilizará. Por último, deberá contar con tecnología *Error Code Correction* (ECC), la cual es capaz de detectar hasta dos errores de bits y automáticamente corregirlos. En caso de una mayor cantidad de errores, se generan alertas para que el administrador del servidor sea quien corrija los fallos.

La tarjeta principal del anfitrión deberá ser capaz de interconectar todos los dispositivos internos que se establezcan. Además, deberá contar con al menos

dos ranuras o zócalos disponibles para las unidades de procesamiento central (CPU). Y si lo planeado es dar escalabilidad al servidor, lo ideal es que cuente con al menos tres ranuras de expansión para tarjetas *Peripheral Component Interconnect* (PCI) independientes, que se pueden utilizar para puertos de comunicación como, COM, USB, LPT, RJ45, enlaces ópticos, etc. Además, con zócalos disponibles si es el caso, para instalar más capacidad para la memoria RAM o si es necesario aumentar la capacidad de almacenamiento.

Otro aspecto muy importante para tener en cuenta en la definición de la Arquitectura del Servidor es la fuente de alimentación o *Power Supply Unit* (PSU), quien es la que se encarga de abastecer con energía eléctrica todos los componentes del equipo servidor para que funcionen correctamente. Este deberá contar con una potencia de al menos 400 W (Vatios o Watts) ya que debe contar con más potencia que un ordenador común puesto que deberá estar encendida las 24 horas del día, 365 días del año sin interrumpir su funcionamiento. También deberá ser necesario contar con un sistema de alimentación redundante, debido a que si una falla, la otra debe suplir y asumir toda la alimentación del equipo completamente.

Finalmente, pero no menos importante, la descripción y discusión de los componentes mencionados inmediatamente anterior, conducen a que el diseño del servidor deberá ser de tipo *Tower* o Torre puesto que de esta manera el equipo en cuestión, podrá ser escalable en tiempo, disponibilidad y tecnología. En resumen, las características físicas del anfitrión son las que se estiman en lo definido en la Tabla 5, teniendo en cuenta lo descrito.

Tabla 5. Especificaciones técnicas, físicas, generales para el Servidor.

Component	Description
Motherboard	2 sockets to CPU, 3 sockets to RAM and 3 sockets to PCI
Hard Disk Drive (HDD)	2 x 2 Tb With RAID Technology
Random Access Memory (RAM)	16 Gb (16 Gb x 4) Up to 64 Gb
Central Processing Unit (CPU)	Intel® Xeon® o AMD Opteron™ ≥ 3,0 GHz
Power Supply Unit (PSU)	Redundant ≥ 400 W
Server Type	Tower Server

Fuente. Autoría.

6.2 Resultados Fase 2. Identificación de los Requisitos Lógicos de la Arquitectura del Server

Considerando que la nueva plataforma tendría un repositorio público central, con la información y modelos del proyecto, que se desarrollaría con tecnologías de software con licencias abiertas y de libre uso, utilizando formatos estándares para el almacenamiento así como para la intercomunicación con las otras plataformas, con un subsistema de control de acceso cuyos requerimientos que se establecerían de común acuerdo con las instituciones propietarias de la información almacenada, para proteger sus derechos de propiedad intelectual, y

con diferentes perfiles de usuarios, acordes con su rol, considerando que la Arquitectura SIG para el Repositorio de la Plataforma Agroclimática de Caldas funcionará con software libre, su sistema operativo deberá tener una distribución de Linux especializada para servidores, ya sea Debian Server o Ubuntu Server ambas con una arquitectura de 64 Bits. A continuación, en la Tabla 6, se hace un paralelo entre ambos Sistemas Operativos, donde se evidencia que son mayores las ventajas de Debian compradas con las de Ubuntu

Tabla 6. Comparativa entre distribuciones Linux para Arquitecturas de Servidores

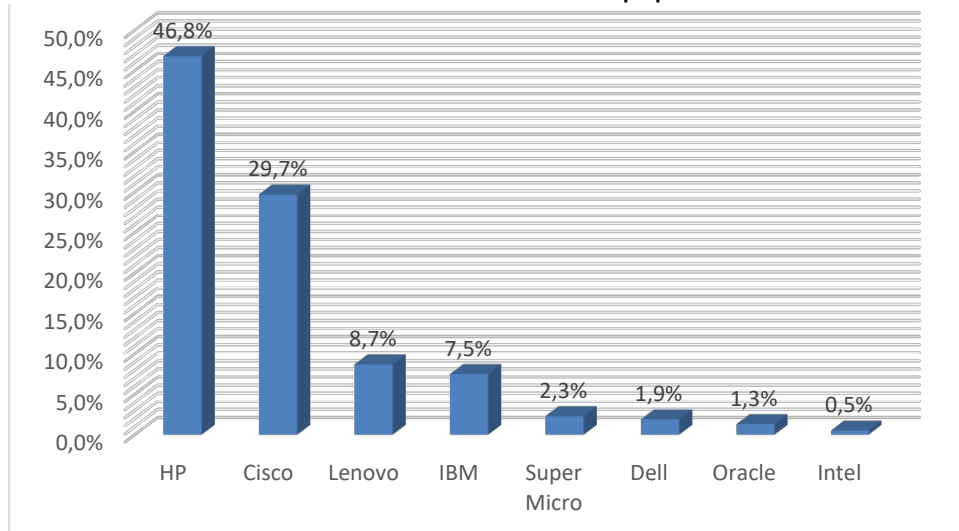
Debian	Ubuntu
Original	Basado en Debian (rama de prueba)
No recomendado para principiantes	Podría decirse que es mejor para principiantes
Solo usa software libre	Utiliza software libre y propietario
Más estable	Menos estable (comparado con Debian)
Las versiones estables tienen soporte por 3 años como máximo.	Las versiones de LTS tienen soporte por 5 años como máximo.
Ligero	Requiere un mejor hardware
La versión de escritorio tiene muchas opciones de entorno de escritorio	Por defecto, usa el entorno de escritorio de Unity

Fuente. ThisHosting.Rocks. Debian vs Ubuntu: Compared as a Desktop and as a Server. 2017.

En resumen, para este entorno, se debe incorporar Debian por razones de mayor estabilidad y mayor seguridad.

6.3 Resultados Fase 3. Reconocimiento de Licitantes para adquirir la Arquitectura del Server

Figura 20. Fabricantes líderes en el Mercado de Equipos Servidores



Fuente. STUPIA, Pamela, editora ITSITIO. Ocho fabricantes que dominan el mercado de servidores. Fecha de consulta: 15/02/2018. Disponible en: <https://www.itsitio.com/es/8-fabricantes-que-dominan-el-mercado-de-servidores/>

En la Figura 20, se cita un estudio de agosto del año 2015 del sitio Web ItSitio, donde claramente se demuestra que el principal fabricante de equipos Servidores líder, que encabeza la lista en el mercado comercial de venta y uso de Host, es la marca Hewlett-Packard (HP) dominando así aproximadamente la mitad del *marketing* a nivel mundial en distribución y uso de anfitriones, con un 46,8%. Es claro que las empresas y demás entidades de diferentes actividades lucrativas o no lucrativas prefieren usar esta marca, tal vez, debido a su alta calidad. Sin embargo, una marca pionera, mundialmente conocida por su calidad en equipos para infraestructuras de telecomunicaciones como lo es Cisco, continúa en el escalafón, dominando aproximadamente la tercera parte del mercado con un 29,7%. En tercer y cuarto lugar se encuentran Lenovo e IBM con un 8,7% y 7,5% respectivamente, sumando entre ambos 16,2% de la totalidad del mercado. Cabe anotar que entre estas primeras cuatro marcas se atañen el 92,7% de la totalidad de productos distribuidos para Arquitecturas de equipos Servidores. Esta última cifra asombra, puesto que las cuatro marcas mencionadas son el equivalente al 50% del total de las marcas que lideran el mercado y aún más asombroso es que el 50% restante solo abarca el 7,3% del mercado.

No obstante, se indagó a cerca de las entidades comerciales que se dedican a la distribución y venta estos equipos, puesto que algunas marcas no tienen este tipo de equipos para comercialización a través de tiendas *online*. Para esta actividad se implementó la herramienta de buscador de Google para resultados en Colombia y se identificaron los especificados en la Tabla 7.

Tabla 7. Listado de entidades que se dedican a la distribución de equipos de cómputo como Servidores.

Nombre de la entidad	Descripción
Dell Inc	Es una compañía multinacional estadounidense de tecnología informática con sede en Round Rock, Texas, que fabrica, vende, repara y admite computadoras personales (PC), servidores, dispositivos de almacenamiento de datos, conmutadores de red, software de computadora, periféricos informáticos, - televisores de definición, cámaras, impresoras y componentes electrónicos fabricados por otros fabricantes. La compañía es conocida por sus innovaciones en gestión de cadena de suministro y comercio electrónico, particularmente su modelo de venta directa y su enfoque de "fabricación por encargo" o "configurar según pedido" para la fabricación, entregando PC individuales configuradas según las especificaciones del cliente.
WonderTech	Es una empresa colombiana con más de 12 años en el mercado tecnológico, son proveedores autorizados de Hewlett Packard, DELL, IBM, Lenovo, entre otros reconocidos fabricantes a nivel mundial. Se ofrecen como aliados en la búsqueda de equipos especializados, software legal y soluciones enfocadas hacia los departamentos TI.
Solutek Informática LTDA	Es una empresa colombiana con sede en la ciudad de Bogotá, cuyo objetivo es ofrecer servicios de Tecnológicos empresariales en modo de Outsourcing Tecnológico, que permitan concentrar esfuerzos en

	la naturaleza de negocios propios, con la tranquilidad de que la infraestructura tecnológica estará siempre en perfecto estado de operación.
Gestión Tecnológica Informática GTI	Es una empresa integradora de soluciones de TI con más de 20 años de experiencia en el mercado; gracias a las alianzas con socios de negocios, ofrecen un amplio portafolio de servicios y soluciones de TI de vanguardia, acordes a las necesidades de sus clientes.
Indatec	Es una compañía fundada en el año de 1999 con el objeto de proporcionar soporte técnico en el área del manejo y administración de información y de Sistemas a las entidades de los diferentes sectores económicos del país, tales como: Economía Nacional, el Financiero, el Estatal, el Industrial y Comercial.

Fuente. Autoría.

6.4 Resultados Fase 4. Recepción y Recolección de las cotizaciones de la Arquitectura del Server

Con la compañía Dell Inc, se realizaron indagaciones directamente en la página del mismo fabricante, puesto que es uno de los pocos que distribuyen este tipo de equipos servidores a través de su tienda virtual *online*. Véase Figura 21.

Figura 21. Indagación de Arquitecturas para Servidor de la Compañía Dell Inc.



Servidor en torre Dell EMC PowerEdge T440

★★★★★

[Escribir una reseña](#)

Impulse una amplia variedad de cargas de trabajo de oficina con rendimiento y capacidad flexibles en una infraestructura sin preocupaciones.

Precio inicial
~~GP\$13.856.165~~

Ahorro instantáneo
GP\$4.785.519

Servidor en torre PowerEdge T630

★★★★★

[Escribir una reseña](#)

Impulsan una amplia gama de cargas de trabajo exigentes con un servidor flexible que ofrece el máximo rendimiento con 2 sockets y gran capacidad de almacenamiento interno.

Llámenos para obtener precios

Servidor en torre Dell EMC PowerEdge T640

★★★★★

[Escribir una reseña](#)

Amplíe a medida que evolucionan las cargas de trabajo, con rendimiento máximo de servidor de 2 sockets y capacidad de almacenamiento interno increíble.

Llámenos para obtener precios

Servidor en torre PowerEdge T430

★★★★★

[Escribir una reseña](#)

Aumente la velocidad del rendimiento en los entornos de oficina con un potente servidor en torre de 2 sockets que cuenta con un diseño con capacidad de ampliación y una acústica silenciosa.

Precio inicial
GP\$16.136.500

Fuente. Dell Inc, Modelos disponibles para distribución y venta de Servidores Tipo Tower. Fecha de consulta: 15/02/2018. Disponible en: <http://www.dell.com/co/empresas/p/poweredge-tower-servers>

Seguidamente, se estableció comunicación para petición de cotizaciones de la Arquitectura, con la empresa colombiana Gestión Tecnológica Informática, con sede en la ciudad de Manizales, a través de correo electrónico, contactando a la

Ejecutiva de Cuenta Gladys Murcia Muñoz, quién suministra la Información desde su correo empresarial gladys.murcia@gti.net.co. Véase Figura 22.

Figura 22. Evidencia de solicitud de cotización con la Empresa GTI sede Manizales Caldas.

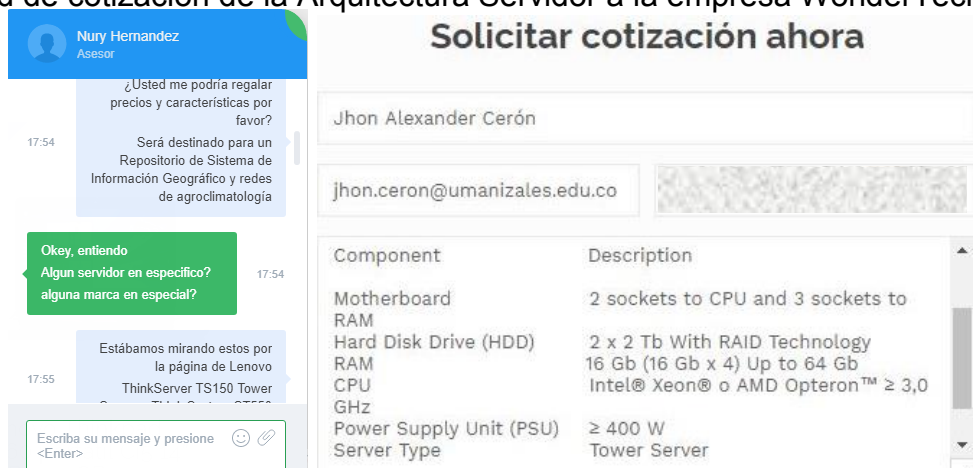
OF021792017-SERVIDOR GEOGRAFICO - UNIVERSIDAD DE MANIZALES



Fuente. CERÓN C. Jhon Alexander. Correo recibido a jhon.ceron@umanizales.edu.co. Asunto, OF021792017 – Servidor Geográfico – Universidad de Manizales.

Con la empresa Solutek Informática, solo se realizó comunicación a través de llamada celular, al número (57) 317 459 7007 y al teléfono fijo, PBX (57)1 – 316 4444, y quien respondió fue la señorita asesora de ventas. Así mismo, con la empresa WonderTech se instauró comunicación para la solicitud de la cotización de la Arquitectura Servidor, a través del servicio de mensajería instantánea que la empresa tiene a disposición en su sitio Web oficial, con la asesora de ventas Nury Hernandez y, además, por medio de su propio asistente de solicitudes como se muestra en la Figura 23.


Figura 23. Mensajería instantánea y Formulario para el envío de mensaje para solicitud de cotización de la Arquitectura Servidor a la empresa WonderTech.



Fuente. WonderTech. Venta de servidores, racks, Tower y más. Fecha de consulta: 15/02/2018. Disponible en: <https://www.wondertech.com.co/productos/venta-de-hardware/equipos/venta-de-servidores/>

Finalmente, se contactó a la empresa Indatec LTDA, distribuidor autorizado de Dell Inc en Colombia, a través de la persona encargada de ventas, Piedad Lozano Montoya escribiendo a su correo empresarial plozano@indactec.com. Ver Figura 24.

Figura 24. Solicitud de cotización de la Arquitectura Servidor a la empresa Indatec LTDA a través de correo electrónico.

 **Jhon Alexander Cerón Cerón** <jhon.ceron@umanizales.edu.co>
para Piedad, bcc: mí

Cordial saludo:


Por favor me puedes enviar los precios de los tres servidores que mencionas para poner en consideración tu oferta su precio respectivo.

Component	Description
Motherboard	2 sockets to CPU, 3 sockets to RAM and 3 sockets to PCI
Hard Disk Drive (HDD)	2 x 2 Tb With RAID Technology
Random Access Memory (RAM)	16 Gb (16 Gb x 4) Up to 64 Gb
Central Processing Unit (CPU)	Intel® Xeon® o AMD Opteron™ ≥ 3,0 GHz
Power Supply Unit (PSU)	≥ 400 W
Server Type	Tower Server

Fuente. CERÓN C. Jhon Alexander. Correo recibido en bandeja jhon.ceron@umanizales.edu.co. Asunto, seguimiento.

No obstante, a continuación, se presentan las ofertas hechas y/o encontradas por el 60% de las empresas contactas o indagadas, semejantes a las características requeridas en los siguientes desde el Cuadro 4 al Cuadro 9:

Cuadro 4. Cotización de Servidor tipo Tower marca Dell, modelo *PowerEdge T440*. Compañía Dell Inc.

Dell Inc	
Servidor en torre Dell PowerEdge T440	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> - Intel® Xeon® Gold 5122 de 3,6 GHz, 4 núcleos/8 segmentos, 10,4 GT/s, cache de 16,5 MB, Turbo, HT (105 W), DDR4-2666 - 2 discos duros cableado SATA 512n; 3,5"; 1 TB; 7200 RPM y 6 Gbps - 8 GB de RDIMM, 2666 M T/s - C4, RAID 5 para 3 o más HDD o SSD - LOM Broadcom 5720 de 1 Gb y dos puertos integrada - Fuente de alimentación cableada única, 450 W - Sin Sistema Operativo
Servicios post venta	<ul style="list-style-type: none"> - 3 años de ProSupport, Servicio en el sitio al siguiente día laborable. - Servidor ProDeploy Dell serie T.
Valor:	<p>COP \$12.761.897</p> <p>Moneda local, incluye fletes e importación. IVA, si aplica, será incluido.</p>

Fuente. Ver Anexo 1 o seleccionar las especificaciones como se evidencian en el mismo, en el enlace http://configure.la.dell.com/dellstore/config.aspx?oc=pe_t440_12421&model_id=poweredge-t440&c=co&l=es&s=bsd&cs=cobsdt1

Cuadro 5. Cotización de Servidor tipo Tower marca Dell, modelo PowerEdge T430. Compañía Dell Inc.

Dell Inc

<p>Servidor en torre Dell PowerEdge T430</p> 	<p>Descripción</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intel® Xeon® E5-2623 v3 3 GHz, caché de 10 M, 8 GT/s QPI, Turbo, HT, 4 C/8 T (105 W), mem. máx. 1.866 MHz - 2 discos duros de conexión en marcha de 1 TB a 7.200 RPM SATA de 6 Gb/s y 2,5" - 2 RDIMM de 8 GB, 2400 M T/s, clasificación simple, ancho de datos x8 - RAID 0 para H330/H730 /H730P (1-16 HDD o SSD) - Puerto doble On-Board L OM 1 GBE (BCM5720 GbE LOM) - Fuente de alimentación redundante de conexión en marcha doble (1+1), 750 W - Sin Sistema Operativo
<p>Servicios post venta</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ProSupport Plus: 3 años de servicio <i>in situ</i> al siguiente día laborable.
<p>Valor:</p>	<p>COP \$11.043.955 Moneda local, incluye fletes e importación. IVA, si aplica, será incluido.</p>

Fuente. Ver Anexo 1 o seleccionar las especificaciones como se evidencian en el mismo, en el enlace:

http://configure.la.dell.com/dellstore/config.aspx?oc=ent_pet430_1454_q4&model_id=poweredge-t430&c=co&l=es&s=bsd&cs=cobsdt1

Cuadro 6. Cotización de Servidor tipo Tower marca HP, modelo ProLiant ML150 Gen9. Empresa GTI.


GTI Gestión de Tecnología Informática

<p>Servidor en torre HPE ProLiant ML150 Gen9</p> 	<p>Descripción</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uno (1) E5-2609v4 (8-Core / 1.70GHz / 20MB) - Dos (2) x 1TB 12G 7.2K rpm HPL SAS LFF (3.5in) SC - 16GB DDR4-2400 - Controladora: Una (1) HP H240 12Gb SAS - Fuentes: Una (1) 550W - Sin Sistema Operativo
<p>Servicios post venta Valor USD: IVA 19% USD: Total USD:</p>	<p>Garantía: 3 años 7x24 Foundation Care SVC \$2.684 \$510 \$3.194</p>

Fuente. Ver Anexo 3.

Cuadro 7. Cotización de Servidor tipo Tower marca Dell, modelo PowerEdge T30. Empresa Indatec LTDA.


Indatec LTDA

Servidor en torre Dell PowerEdge T30	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> - Intel® Xeon E3-1225 v5, 3.3 GHz, 8M Cache, 4C/4T (80W) - 8GB Memory (1x8GB), 2133MT/s, DDR4 ECC UDIMM - 1TB 7.2K RPM SATA 6 Gbps 3.5 in Cabled Hard Drive DVD+/-RW, SATA, - Internal Single, cabled power supply Onboard SATA, Hard Drive connected to onboard - Controller Software RAID: 0, 1, 10, 5 - Controladora Intel Rapid 12,0 Intel Active Management Technology Integrated Intel 82579 Gigabit Ethernet LAN 10/100/1000 - Windows Server Rok 2016, Essentials
<p style="text-align: center;">Servicios post venta</p> <p style="text-align: center;">Valor USD:</p> <p style="text-align: center;">IVA 19% USD:</p> <p style="text-align: center;">Total USD:</p>	<p>15 Month Basic Hardware Warranty Repair 5X10 NBD On-Site</p> <p>\$900</p> <p>\$171</p> <p>\$1.071</p>

Fuente. Ver Anexo 4.

Cuadro 8. Cotización de Servidor tipo Tower marca Dell, modelo PowerEdge T130. Empresa Indatec LTDA.

Indatec LTDA

Servidor en torre Dell PowerEdge T130	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> - Intel® Xeon® E3-1220v5 3.0 GHz, 8M Cache, Turbo, Quad Core/8T (80W) - 8GB Memory, 2400MT/s, DDR4 ECC UDIMM - 2TB 7.2K RPM SATA 6Gbps 3.5in Cabled Hard Drive/DVD-RW - Internal/Single, cabled power supply/PERC H330 - RAID Controller, RAID 0/On-Board - LOM 1GBE Dual Port/iDRAC8 - Windows Server Rok 2016, Essentials (hasta 25 usuarios)
<p style="text-align: center;">Servicios post venta</p> <p style="text-align: center;">Valor USD:</p> <p style="text-align: center;">IVA 19% USD:</p> <p style="text-align: center;">Total USD:</p>	<p>Basic/15 Months Basic Hardware Warranty Repair: 5x10 HW-Only, 5x10 NBD On Site</p> <p>\$1.300</p> <p>\$247</p> <p>\$1.547</p>

Fuente. Ver Anexo 4.

Cuadro 9. Cotización de Servidor tipo Tower marca Dell, modelo PowerEdge T130. Empresa Indatec LTDA.

WonderTech

<p>Servidor en torre Lenovo ThinkServer TS150</p> 	<p>Descripción</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intel® Xeon® E3-1225V5 3.30GHz - 1TB SATA 6GB 3.5"NHS - 8GB ECC DDR4C4, - Raid 121 0/1/10/5 - DVD ROM - Fuente de poder 250W - Crece a 32GB en RAM - Crece a 4 Discos de 3,5" - Sin Sistema Operativo
<p>Servicios post venta</p>	<p>1 año de garantía en sitio</p>
<p>Valor:</p>	<p>COP \$3,028,037 IVA Incluido (si aplica)</p>

Fuente. WonderTech. 70LU0014LD – ThinkServer TS150. Disponible en: <https://www.wondertech.com.co/producto/70lu0014ld-thinkserver-ts150/>

6.5 Resultados Fase 5. Discusión de las cotizaciones presentados por los oferentes de la Arquitectura del Server

A continuación, se resumen las ventajas y desventajas comparadas respecto a lo que se le solicitó a cada empresa, de cada una de las Arquitecturas ofertadas, teniendo en cuenta los puntos críticos según la Tabla 5 y demás descripciones detalladas anteriormente. Se especificarán cuáles son los pro y contras de las cotizaciones obtenidas por parte de las entidades oferentes, considerando, once puntos críticos, a razón del hardware discriminado por cada componente, software, precio, servicios post venta y características tecnológicas, presentadas desde la Tabla 8 hasta la Tabla 13. De manera concreta, se muestra definiendo en los colores, verde (■) para definir que la cotización fue la esperada o es superior y concuerda con lo estimado; de color naranja (■) para definir que la referencia no se encuentra tan alejada o se asemeja bastante de lo solicitado; y de color rojo (■) para definir que el componente o el servicio solicitado no está detallado, o no se encuentra en la oferta; es decir, que existe una falencia o punto crítico en contra hacia la propuesta en la oferta de la empresa.

Tabla 8. Comparativa de la Arquitectura esperada Vs cotización de Servidor tipo Tower marca Dell, modelo PowerEdge T440. Compañía Dell Inc.

Empresa: **Dell Inc**

Equipo Ofertado: **Servidor en torre Dell PowerEdge T440**

Ítems	Arquitectura Esperada	Arquitectura Cotizada
Motherboard	2 sockets to CPU and 3 sockets to RAM	No especifica
CPU	Intel® Xeon® o AMD Opteron™ ≥ 3,0 GHz	Intel® Xeon® Gold 5122 de 3,6 GHz

RAM	16 Gb (16 Gb x 4) Up to 64 Gb	8 GB de RDIMM, 2666 M T/s
HDD	2 x 2 Tb With RAID Technology	2 x 1 Tb 3,5", 7200 RPM
PCI Cards	Si	Broadcom 5720 de 1 Gb y dos puertos
S. RAID	Si	RAID 5 para 3 o más HDD o SSD
PSU	Redundant ≥ 400 W	Única, 450 W
S. Operativo	Sin sistema Operativo	Sin Sistema Operativo
Server Type	Tower Server	Tower Server
Post venta	3 años de ProSupport, Servicio en el sitio al siguiente día laborable. Servidor ProDeploy Dell serie T.	

Valor total = COP \$12.761.897

Moneda local, incluye fletes e importación. IVA, si aplica, será incluido.

De manera pues, en la Tabla 8, se hace comparación de la primera oferta de la arquitectura establecida por parte de la compañía Dell Inc, con la Arquitectura estimada, encontrando cinco puntos críticos a favor, frente a solo dos puntos críticos en contra. Considerando que se presentan tres puntos críticos de manera neutra, esta oferta no está tan alejada de lo solicitado. Sin embargo, su costo sobrepasa por más de 2 millones, los 10 millones, en moneda colombiana, sin contar los impuestos que este acarrea. En retrospectiva, este valor si incluye los costos de los fletes y la importación del equipo en caso de ser convenido. Su mayor falencia se puede observar en que esta Arquitectura no cuenta con un sistema redundante para el suministro de energía eléctrica del servidor, lo que podría conllevar en serios problemas de disponibilidad de la plataforma que se piensa incorporar.

Tabla 9. Comparativa de la Arquitectura esperada Vs cotización de Servidor tipo Tower marca Dell, modelo PowerEdge T430. Compañía Dell Inc.

Empresa: **Dell Inc**

Equipo Ofertado: **Servidor en torre Dell PowerEdge T430**

Ítems	Arquitectura Esperada	Arquitectura Cotizada
Motherboard	2 sockets to CPU and 3 sockets to RAM	8 sockets to RAM for 8 Gb
CPU	Intel® Xeon® o AMD Opteron™ ≥ 3,0 GHz	Intel® Xeon® E5-2623 v3 3 GHz
RAM	16 Gb (16 Gb x 4) Up to 64 Gb	2 RDIMM de 8 Gb x8
HDD	2 x 2 Tb With RAID Technology	2 x 1 Tb, 7.200 RPM SATA 6 Gb/s
PCI Cards	Si	Puerto doble On-Board LOM 1 Gb.E
S. RAID	Si	RAID 0 para H330/H730 /H730P
PSU	Redundant ≥ 400 W	Redundante de conexión en marcha doble (1+1) 750 W
S. Operativo	Sin sistema Operativo	Sin Sistema Operativo
Server Type	Tower Server	Tower Server
Post venta	ProSupport Plus: 3 años de servicio <i>in situ</i> al siguiente día laborable.	

Valor total = COP \$11.043.955

Moneda local, incluye fletes e importación. IVA, si aplica, será incluido.

En la Tabla 9, se coteja la segunda oferta establecida a través de la tienda en línea de la Compañía Dell Inc. Aquí se presentan resultados muy satisfactorios, puesto de los once ítems a evaluar no se demuestra ningún punto crítico en contra, sino que, al contrario, en algunos aspectos se obtiene aún más

características beneficiosas de lo solicitado, como es el caso de la PSU con sistema Redundante de conexión en marcha doble (1+1) 750 W, que cuenta con más potencia para el suministro de corriente para alimentar los componentes de la arquitectura Servidor. Su valor no está tan apartado puesto que claramente, siendo un equipo un tanto mejor que su homólogo anterior, la diferencia equivale a más de 1 millón a favor.

Tabla 10. Comparativa de la Arquitectura esperada Vs cotización de Servidor tipo Tower marca HP, modelo ProLiant ML150 Gen9. Compañía GTI.

Empresa: **GTI Gestión de Tecnología Informática**

Equipo Ofertado: **Servidor en torre HPE ProLiant ML150 Gen9**

Ítems	Arquitectura Esperada	Arquitectura Cotizada
Motherboard	2 sockets to CPU and 3 sockets to RAM	No especifica
CPU	Intel® Xeon® o AMD Opteron™ ≥ 3,0 GHz	Intel® Xeon® E5-2609v4 8-Core 1.70 GHz
RAM	16 Gb (16 Gb x 4) Up to 64 Gb	16GB DDR4-2400
HDD	2 x 2 Tb With RAID Technology	Dos (2) x 1TB
PCI Cards	Si	HP H240 12Gb SAS
S. RAID	Si	No especifica
PSU	Redundant ≥ 400 W	Una (1) 550W
S. Operativo	Sin sistema Operativo	Sin Sistema Operativo
Server Type	Tower Server	Tower Server
Post venta	Garantía: 3 años 7x24 Foundation Care SVC	

Valor total =

USD \$3.194

El valor descrito, incluye IVA.

Sin embargo, los resultados del cotejamiento con la oferta hecha por parte de la empresa GTI, para la Arquitectura de un Servidor con marca HP, modelo ProLiant ML150 Gen9, Tabla 10, no resulta satisfactoria, teniendo en consideración que no sería escalable en ningún aspecto debido al diseño de su tarjeta principal. El procesador con esfuerzo alcanza a sobrepasar el 50% de lo solicitado, no cuenta con el sistema RAID para soportar la carga del almacenamiento en caso de que un dispositivo con esta finalidad falle; a pesar de que su fuente de energía cuenta con capacidad de alimentación suficiente, no dispone con un servicio redundante para el sustento de energía, negando la posibilidad de conservar el funcionamiento del Servidor; y además, el precio dado en dólares, es elevado si se considera que, este equipo tiene cinco puntos muy críticos en contra para la disponibilidad del servicio de la plataforma que se le incorporaría.

Tabla 11. Comparativa de la Arquitectura esperada Vs cotización de Servidor tipo Tower marca Dell, modelo PowerEdge T30. Compañía Indatec LTDA.

Empresa: **Indatec LTDA**

Equipo Ofertado: **Servidor en torre Dell PowerEdge T30**

Ítems	Arquitectura Esperada	Arquitectura Cotizada
Motherboard	2 sockets to CPU and 3 sockets to RAM	8 sockets to RAM for 8 Gb
CPU	Intel® Xeon® o AMD Opteron™ ≥ 3,0 GHz	Intel® Xeon E3-1225 v5, 3.3 GHz
RAM	16 Gb (16 Gb x 4) Up to 64 Gb	8 Gb Memory UDIMM

HDD	2 x 2 Tb With RAID Technology	1TB 7.2K RPM SATA 6 Gbps 3.5
PCI Cards	Si	Intel 82579 Gigabit Ethernet LAN 10 / 100 / 1000
S. RAID	Si	Controller Software RAID: 0, 1, 10, 5
PSU	Redundant \geq 400 W	No especifica
S. Operativo	Sin sistema Operativo	Windows Server Rok 2016, Essentials
Server Type	Tower Server	Tower Server
Post venta	15 Month Basic Hardware Warranty Repair 5X10 NBD On-Site	

Valor total =

USD \$1.071

El valor descrito, incluye IVA.

Seguidamente, continuando con el balance de las cotizaciones, en la Tabla 11, se aprecia la oferta hecha por la empresa Indatec LTDA de un Servidor tipo Tower marca Dell, modelo PowerEdge T30, que cuenta con cinco puntos críticos a favor, algunos de ellos no son tan importantes como el tipo de servidor. Tiene en contra peso, cuatro puntos críticos en contra, siendo dos de ellos de vital importancia como lo es la capacidad de almacenamiento y la memoria RAM que solo llega a la mitad de que se les solicitó inicialmente. En cuanto al valor, igualmente dado en dólares, se considera demasiado elevado teniendo en cuenta las carencias tan importantes que esta Arquitectura ofertada presenta.

Tabla 12. Comparativa de la Arquitectura esperada Vs cotización de Servidor tipo Tower marca Dell, modelo PowerEdge T130. Compañía Indatec LTDA.

Empresa: **Indatec LTDA**

Equipo Ofertado: **Servidor en torre Dell PowerEdge T130**

Ítems	Arquitectura Esperada	Arquitectura Cotizada
Motherboard	2 sockets to CPU and 3 sockets to RAM	No especifica
CPU	Intel® Xeon® o AMD Opteron™ \geq 3,0 GHz	Intel® Xeon® E3-1220v5 3.0 GHz
RAM	16 Gb (16 Gb x 4) Up to 64 Gb	8GB Memory, 2400MT/s, DDR4
HDD	2 x 2 Tb With RAID Technology	2 Tb 7.2K RPM SATA 6 Gbps
PCI Cards	Si	LOM 1GBE Dual Port/iDRAC8
S. RAID	Si	RAID Controller, RAID 0/On-Board
PSU	Redundant \geq 400 W	No especifica
S. Operativo	Sin sistema Operativo	Windows Server Rok 2016, Essentials (hasta 25 usuarios)
Server Type	Tower Server	Tower Server
Post venta	Basic/15 Months Basic Hardware Warranty Repair: 5x10 HW-Only, 5x10 NBD On Site	

Valor total =

USD \$1.547

El valor descrito, incluye IVA.

No obstante, el paralelo realizado con la oferta presentada por la misma empresa inmediatamente anterior, de un Servidor tipo Tower marca Dell, modelo PowerEdge T130, Tabla 12, es fácilmente descartable, considerando que no solo presenta cinco puntos críticos en contra, sino que cuatro de ellos como lo son la imposibilidad de escalar o actualizar el Servidor con nuevas especificaciones técnicas, la insuficiente memoria RAM, que tan solo cuenta con solo dispositivo de almacenamiento, imposibilitando que funcione el sistema RAID que lleva incorporado y que no especifique la capacidad ni las características de la fuente

de energía, son puntos estrictamente necesarios, y no existe posibilidad de estas falencias. Es relevante mencionar que estos dispositivos son de vital importancia para el funcionamiento de la plataforma a incorporar, para mitigar fallos en el sistema de índole temporal y de disponibilidad y que la ausencia de ellos o la insuficiencia es sus características no se puede dejar pasar. Además, considerando que su precio es extremadamente elevado para tan mínimas especificaciones lo hace un objeto 100% retirable.

Tabla 13. Comparativa de la Arquitectura esperada Vs cotización de Servidor tipo Tower marca Lenovo, modelo ThinkServer TS150. WonderTech.

Empresa: **WonderTech**

Equipo Ofertado: **Servidor en torre Lenovo ThinkServer TS150**

Ítems	Arquitectura Esperada	Arquitectura Cotizada
Motherboard	2 sockets to CPU and 3 sockets to RAM	Expandible a 32GB en RAM, y 4 Discos de 3,5
CPU	Intel® Xeon® o AMD Opteron™ ≥ 3,0 GHz	Intel® Xeon® E3-1225V5 3.3 GHz
RAM	16 Gb (16 Gb x 4) Up to 64 Gb	8GB ECC DDR4C4
HDD	2 x 2 Tb With RAID Technology	1TB SATA 6GB 3.5"NHS
PCI Cards	Si	No especifica
S. RAID	Si	Raid 121 0/1/10/5
PSU	Redundant ≥ 400 W	Fuente de poder 250 W
S. Operativo	Sin sistema Operativo	Sin Sistema Operativo
Server Type	Tower Server	Tower Server
Post venta	1 año de garantía en sitio	
Valor total =		COP \$3,028,037
IVA Incluido (si aplica).		

Finalmente, analizando la última oferta, estipulada por la Empresa WonderTech, de un Servidor tipo Tower marca Lenovo, modelo ThinkServer TS150, descrito en la Tabla 13, se observa que, a pesar de tener un procesador con las capacidades solicitadas, aún sigue presentando tres falencias críticas considerables, enumerando su memoria RAM insuficiente, la deficiente capacidad de almacenamiento con respecto a los solicitado y su fuente de poder con una capacidad por debajo de la mínima requerida, con una diferencia de 150 W. Sin embargo, aunque su valor sea el más económico, justificable para las especificaciones de esta Arquitectura Servidor, de todas las ofertas anteriormente descritas, hay que considerar que las exigencias hechas no corresponden para la plataforma que se incorporará.

A continuación, en los resultados de la siguiente fase, se presenta y se describe con detalle, la Arquitectura Servidor seleccionada, teniendo en cuenta sus características físicas y especificaciones de funcionamiento, fundamentando de manera consecuente, las particularidades más idóneas para el correcto funcionamiento de la Arquitectura para el Repositorio de la Plataforma Agroclimática de Caldas, que corresponde a lo demandado en la solicitud de las cotizaciones interpuestas por las entidades comerciales oferentes.

6.6 Resultados Fase 6. Selección de la Arquitectura del Server

Después de un exhaustivo análisis hecho durante la recolección de las cotizaciones, determinando cuál de las ofertas realizadas por parte de las entidades comerciales es coherente y congruente con lo solicitado para definir las características físicas y lógicas de la Arquitectura del equipo Servidor, donde irá implementada la plataforma para la cual se hace este estudio de coinvestigación, considerando once ítems concernientes con aspectos fundamentales para el correcto funcionamiento de la solución, los cuales fueron: características de la tarjeta principal o *Motherboard*, teniendo en cuenta que esta debería tener la facultad para ser escalable, por lo que se estableció un mínimo de dos zócalos adicionales para instalación de más procesadores, tres zócalos como mínimo adicionales para implementar más memoria RAM, y tres zócalos PCI para la instalación de tarjetas que se hubiesen requerido. Una Unidad Central de proceso o CPU de marcas AMD o Intel que tuviera una frecuencia superior a 3 GHz. La Memoria de Acceso Aleatorio o RAM debía tener una capacidad de 16 Gb. La capacidad de los dispositivos de almacenamiento o HDD sería de 4 Tb distribuidos en dos discos duros, cada uno de 2 Tb. La cantidad y favorabilidad de las tarjetas PCI incorporadas era un tema muy relevante, al igual que el sistema Redundante para los discos duros o RAID. Carencia del Sistema Operativo. Tipo de Servidor preferiblemente en torre para tener mejor disponibilidad de escalabilidad tecnológica. Servicios disponibles después de la compra, o servicios Post Venta y, por último, pero no menos importante, el valor en pesos colombianos de la arquitectura. Estos tópicos se evaluaron de manera equitativa e imparcial para todas las ofertas propuestas; por lo tanto, la Arquitectura Servidor que fue seleccionada para la implementación de la Plataforma Agroclimática de Caldas es la que se muestra en la Tabla 14, cumpliendo con más del 90% de lo requerido.

Tabla 14. Arquitectura Servidor seleccionada para el Repositorio de la Plataforma Agroclimática de Caldas.

Empresa: **Dell Inc**

Equipo Seleccionado: **Servidor en torre Dell PowerEdge T430**

Ítems	Arquitectura Cotizada
Motherboard	8 sockets to RAM for 8 Gb
CPU	Intel® Xeon® E5-2623 v3 3 GHz
RAM	2 RDIMM de 8 Gb x8
HDD	2 x 1 Tb, 7.200 RPM SATA 6 Gb/s
PCI Cards	Puerto doble On-Board LOM 1 Gb.E
S. RAID	RAID 0 para H330/H730 /H730P
PSU	Redundante de conexión en marcha doble (1+1) 750 W
S. Operativo	Sin Sistema Operativo
Server Type	Tower Server
Post venta	ProSupport Plus: 3 años de servicio <i>in situ</i> al siguiente día laborable.

Valor total = COP \$11.043.955

Moneda local, incluye fletes e importación. IVA, si aplica, será incluido.

La Arquitectura seleccionada, consta en sus características, de ocho zócalos adicionales para la instalación de más capacidad de la memoria RAM, cada uno capaz de soportar hasta 8 Gb, para un total de 64 Gb que soporta la tarjeta principal. Un procesador Intel® Xeon® E5-2623 v3 3 GHz y 16 Gb memoria RAM, ambos acorde a lo establecido en la solicitud. Aunque la capacidad de los dispositivos de almacenamiento no fue la deseada, es claro que consta de dos discos duros independientes, cada uno con 1 Tb para guardar la información dispuesta e implementar el sistema RAID, el cual hace que los discos duros actúen como espejo en cada de que uno de los dos presente un fallo. De igual forma, la fuente de alimentación con una capacidad de sustento de 750 W, quien cuenta con un sistema redundante de alimentación, de dos fuentes en paralelo, con el fin de suplir y asumir toda la alimentación del Anfitrión siendo el caso de una falla en una de ellas. En cuanto al servicio post venta, la compañía oferente establece tres años de servicio *in situ* al siguiente día laborable en caso de requerirse, es necesario resaltar que este servicio es directamente con el fabricante con personas autorizado por la misma marca. Su precio es, a la fecha de la presentación de este informe de \$11.043.955, moneda colombiana y se especifica que este valor incluye los costos por fletes e importación, sin embargo, este precio no incluye IVA, por lo que la compañía aclara que, si es requerido este impuesto, será aumentado al valor total, el cuál sería de \$2.098.351,45, para un total neto de \$13.142.306,45 pesos colombianos.

6.7 Resultados Fase 7. Diseño de la Arquitectura para el repositorio de la Plataforma Agroclimática de Caldas

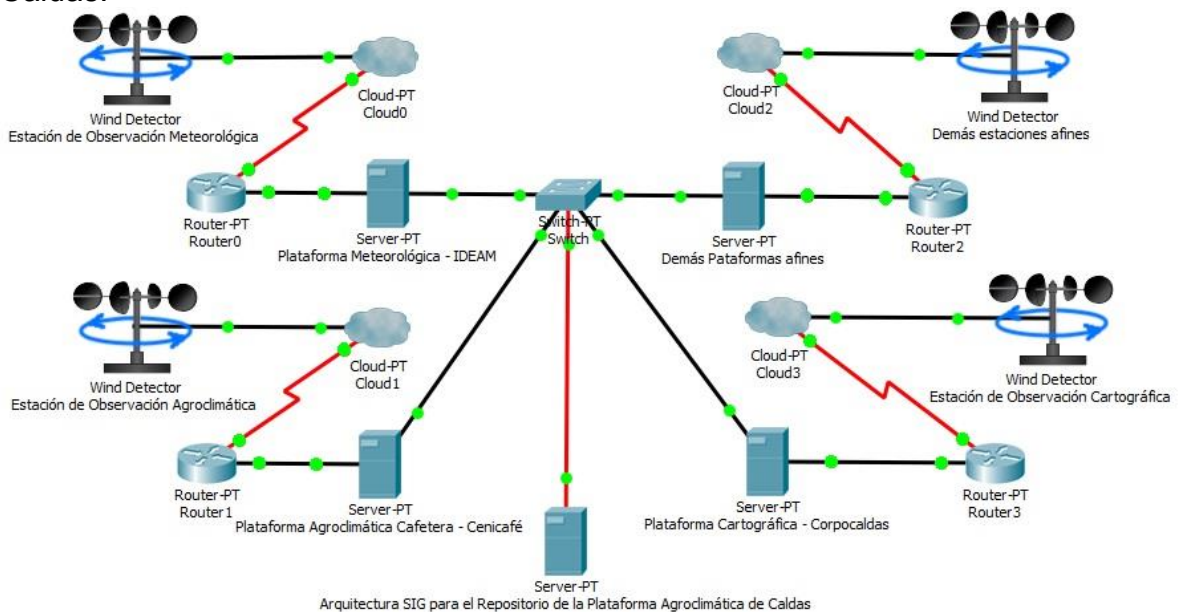
Consecuentemente; como se constató en el Marco Conceptual y Referencial, se logró recopilar y enumerar en total ocho plataformas geográficas y geoportales de acceso web que permiten vigilar de manera específica diferentes recursos hidrológicos, meteorológicos e hidrometeorológicos del territorio colombiano; todas estas, encaminadas al estudio de los diferentes estados del clima, usos del suelo para la agricultura, fauna, flora, efectos nocivos del cambio climático y atmosférico; en fin, más de un centenar de aspectos que están involucrados y son relevantes para la toma de decisiones favorables que contribuyen al mejoramiento y conservación del medio ambiente físico o en la biota. Todo esto con el fin de mitigar las causas y adaptarse a los efectos del cambio climático. Las plataformas relevantes identificadas, son las siguientes:

- Plataforma Agroclimática de Cafeteros de Cenicafé.
- Plataforma Cartográfica de Corpocaldas.
- Red de Estaciones Meteorológicas, Hidrológicas e Hidrometeorológica del IDEAM
- Herramienta Geovisor del IDEAM.
- Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC).
- Red de Estaciones para el Monitoreo Climático en Manzanas del IDEA.

- Centro de datos e Indicadores Ambientales de Caldas (CDIAC).
- Sistema de Información Geográfica para Áreas de Reglamentación Especial (SIGARE).

Así pues, la información contenida en cada una de estas plataformas mencionadas podría ser utilizada para alimentar la Arquitectura SIG para el repositorio de una Plataforma “Integral” Agroclimática de Caldas, de la siguiente manera. Véase Figura 25.

Figura 25. Arquitectura SIG para el Repositorio de la Plataforma Agroclimática de Caldas.



Fuente. Autoría.

Como se muestra en la figura inmediatamente anterior, cada una de las plataformas expuestas, se encuentra simbolizada con una estación de monitoreo denominada *Wind Detector*, cada una de estas estaciones envía la información de datos importantes para los que fueron construidas, hacia una nube y consecutivamente al servidor del sistema interno de cada plataforma, donde es expuesta de forma pública en Internet. La propuesta general es que el Servidor en torre Dell PowerEdge T430 seleccionado, pueda recopilar de forma integral la información de las diferentes plataformas escogidas por expertos; inicialmente, se ha preferido incorporar la Plataforma Meteorológica del IDEAM, la Plataforma Agroclimática Cafetera de Cenicafé y la Plataforma Cartográfica de Corpocaldas. Estas serán analizadas a través de un Sistema de Información Geográfico central y posteriormente ser expuesta, pero esta vez de manera más completa e integral, en un solo lugar para que expertos en materia de clima puedan consultar tópicos que consideren importantes. A esta solución tecnológica se le ha denominado, Repositorio de la Plataforma Agroclimática de Caldas.

7. CONCLUSIONES

- A partir de los resultados obtenidos y considerando la totalidad del cuerpo del desarrollo de la coinvestigación, se determinó que la Arquitectura para el Repositorio de la plataforma Agroclimática que deberá ser incorporada en el Servidor marca Dell modelo PowerEdge T430, no debería ser tan extensa en cuanto a tamaño de la aplicación; y que su capacidad de almacenamiento tendrá que ser limitada, considerando que no tendrá servicios para almacenamiento extensivos.
- De manera paralela podemos observar que la capacidad para el almacenamiento temporal de la Arquitectura presupuestada es suficiente, teniendo en cuenta que este convendrá 16 *Gb*, por lo que se asume que se mitigarán tiempos extensos de espera en la ejecución de procesos que instaure la aplicación incorporada.
- Así pues, observamos, que la limitación del CPU contenido en la Arquitectura expuesta equivale a una frecuencia de 3.0 *GHz*, lo que presume una gran velocidad para el análisis de los datos recopilados y el procesamiento de las peticiones ejecutadas que incluyan material gráfico de tipo cartográfico, geodésico, ortográfico, o cualquiera que contenga mapas geográficos.
- Tenemos un factor influyente que podría tener un amplio impacto en el correcto funcionamiento de la Arquitectura anfitrión, en temas de disponibilidad, mencionando que lo cotizado, cuenta con un sistema redundante para el suministro de energía, lo que significa que tiene dos PSU que trabajarán en conjunto y siendo el caso de que una falle, la otra debe asumir el abastecimiento de la energía que alimenta la arquitectura.
- Sucede algo similar con el sistema igualmente incorporado denominando RAID, pero este implementado en sus discos duros, los cuales trabajarán paralelamente en modo espejo; es decir, que, si uno llegase a fallar, el otro deberá asumir las tareas por completo.
- Es necesario recalcar que la Arquitectura tiene la posibilidad de considere candidata a escalabilidad en términos tecnológicos, que aumente su capacidad de procesamiento, almacenamiento temporal y fijo, entre otros, considerando la forma del chasis que contiene los diferentes componentes dispuesta para la incorporación de más discos duros y, además, la arquitectura, valga la redundancia, de la tarjeta principal, que cuenta con más socalos disponibles para el aumento y actualización del almacenamiento temporal RAM.

- Un aspecto de doble filo, a cerca de la Arquitectura seleccionada, es que, aunque no cuente con un Sistema Operativo instalado de forma predeterminada, ofreciendo libertad de configurar la arquitectura, teniendo en cuenta los requerimientos deseados bajo las exigencias de la plataforma a incorporar, esto puede acarrear diversos inconvenientes con respecto al tiempo que conlleva la configuración precisa de un servidor específicamente en temas de seguridad.
- De igual manera, importante relucir el servicio post venta que ofrece la compañía que provee la arquitectura en cuestión, es gratamente favorable saber que se contarán con tres años de soporte en el sitio donde se adaptará el anfitrión, este servicio es atendido por personal autorizado y acreditado por la misma empresa comercial.
- Un aspecto final interesante por concluir, es que el precio convenido para la adquisición de la Arquitectura es bastante atractivo, considerando que es entregado por el propio fabricante, equivalente a \$11.043.955 o \$13.142.306,45, este último precio es si, y solo si, se le debe añadir el precio del IVA. Lo anterior dado en pesos colombianos, el cual es proporcionado a través de la tienda virtual *online* perteneciente al propio fabricante de la arquitectura anfitrión.
- Teniendo estas conclusiones en cuenta, se puede empezar a plantear que al incorporar todo el Repositorio de la Plataforma Agroclimática de Caldas, se tomarían mejores decisiones frente a temas relacionados con los efectos negativos del cambio climático, la adaptación al mismo, y de igual forma, ayudar a generar alertas tempranas encaminadas a mitigar los daños causados por posibles desastres naturales.

8. RECOMENDACIONES

- El dimensionamiento de las características de una arquitectura destinada a una plataforma SIG, no debe hacerse teniendo en cuenta un proyecto en específico, sino que debe considerarse mayormente la utilidad o el nivel de uso de la tecnología SIG que se le dará. Esto permitirá que el equipo tenga la posibilidad de escalar en cuando a capacidades técnicas, por lo cual se logrará acomodar frente a un evidente aumento de tópicos tecnológicos y no de una necesidad en particular.
- En este sentido, es importante tomar en consideración que, aunque la frecuencia del procesador que se recomendó fue de 3.0 GHz, se recomienda que se incorpore una frecuencia más elevada, suponiendo que necesite mayor velocidad en el procesamiento de la información y la ejecución de las peticiones hechas por los clientes esperados.
- Además, no solo sería bueno aumentar las especificaciones del CPU, sino también la de todas las características de la arquitectura considerando que están deben mejorarse de forma proporcional para que no exista un conflicto interno en los componentes del hardware del Sistema.
- Aunque se ha mencionado que la manera del funcionamiento del PSU será de forma redundante, esto no implica que si existe una falla súbita de energía que comprometa toda la zona donde se encuentre instalado el anfitrión, los servicios vayan a continuar en línea, puesto que el PSU no actúa como banco de baterías, por lo que se recomienda siempre tener a disposición dispositivos que almacenen energía eléctrica en Sistemas de Alimentación Ininterrumpida; es decir un *Uninterruptible Power Supply* UPS.
- No se debe dejar de hablar del ancho de banda que el proveedor de servicio de Internet debe suministrar a la arquitectura anfitrión, puesto que de esto depende en gran medida de la velocidad de transferencia de la información proveniente y enviada a los distintos clientes, quienes son los que realizan las peticiones. Para ello se recomienda una conexión asimétrica con velocidad mínima de 1 Gb/s.
- Finalmente, otro aspecto importante es que este informe de coinvestigación, va dirigido a futuros proyectos que se realicen sobre estudios enfatizados a la mitigación y mejoramiento, así sea de un pequeño porcentaje, del estado de los cambios climáticos y de cómo enfrentarse a esta situación tan poco predecible y muy heterogénea en el tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

BARCELLOS, Christovam; GURGEL, Helen. Uso de herramientas de SIG y teledetección en el análisis de clima y salud: Un ejemplo de malaria en la cuenca del río Purus, Sociedad Española y Sanidad Ambiental. España: De aeribus, aquis et locis, 2012. 260 p. No 2. ISBN 978-84-616-0681-8.

C, Montalvo; F, Francés. Análisis integral del impacto del Cambio Climático en los regímenes de agua, crecidas y sedimentos de una rambla mediterránea. [en línea]. Grupo de Investigación de Modelación Hidrológica y Ambiental (GIMHA), Instituto de Ingeniería del Agua y el Medio Ambiente (IIAMA): Universitat Politècnica de València (sep-oct, 2017). ISSN: 1134-2196. [consulta: 19/01/2018] Disponible en: <<https://polipapers.upv.es/index.php/IA/article/view/8775>>.

CARRASCO AQUINO, Roque Juan; CALDERÓN, Hena Andrés. La educación y el pensamiento ambiental frente al cambio climático. [en línea]. En: Revista Plumilla Educativa. Manizales: Universidad de Manizales. No. 10 (oct-nov, 2012). ISSN: 1657-4672. [consulta: 19/01/2018] Disponible en: <<http://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/plumillaeducativa/article/view/456>>.

CLARK, Lewis; SÁNCHEZ RAMÍREZ, Javier. Casos de aplicaciones empresariales de Web Mapping y SIG Libre. [en línea]. Madrid. Departamento Spatial Solutions – Genasys II Spain, S.A.U. 2010. 12 p. [consulta: 02/02/2018]. Disponibilidad en: <<https://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/3510/a33.pdf?sequence=1>>.

CÓRCOLES, José Eduardo. Una arquitectura indoor-LBS basada en SIG con servidores de mapas. [en línea]. En: Revista Digital Sociedad de la Información. Castilla. Universidad de Castilla-La Mancha. No. 14. (dic, 2008). ISSN: 1578-326X. [consulta: 02/02/2018] Disponible en: <<http://www.sociedadelainformacion.com/13/arquitectura.pdf>>.

CORPOCALDAS Diagnóstico Ambiental de Caldas Plan de Acción 2013 – 2015. [en línea]. Manizales: Corporación Autónoma Regional de Caldas. 2015. 77 p. [consulta: 03/02/2018]. Disponible en: <<http://www.igac.gov.co/wps/wcm/connect/c8eb398044ab6ec2bbd1ff9d03208435/IGAC+revela.pdf?MOD=AJPERES>>.

ESCOTO CASTILLO, Ana; SÁNCHEZ PEÑA, Landy; GACHUZ DELGADO, Sheila. Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP): nuevas maneras de comprender el cambio climático y social. [en línea]. En: Estudios Demográficos y Urbanos. México. No 3. (sep-dic, 2017). ISSN 0186-7210. [consulta: 19/01/2018] Disponible en: <<http://www.scielo.org.mx/pdf/educm/v32n3/2448-6515-educm-32-03-00669.pdf>>.

FERNÁNDEZ, Mery Esperanza. Efectos del Cambio Climático en la Producción y Rendimiento de Cultivos por Sectores. [en línea]. Bogotá. Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo – Fonade e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – Ideam. 2013. 50 p. [mar, 2013]. [consulta: 21/01/2018]. Disponibilidad en: <<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Efectos+del+Cambio+Climatico+en+la+agricultura.pdf/3b209fae-f078-4823-afa0-1679224a5e85>>. [en línea].

GABRIEL, Julio. Reflexiones sobre los efectos del cambio climático en la agricultura de Bolivia. [en línea]. En: Journal of the Selva Andina Research Society. La Paz. J. Selva Andina Res. Soc. No.2 (jul-ago, 2016) ISSN 2072-9294. [consulta: 19/01/2018]. Disponible en: <http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v7n2/v7n2_a09.pdf>.

GARCÍA, Alberto E; MIRAVET, Bárbara Liz; OLIVERA, Jorge; JAIMEZ, Efrén; CAMPOS, Mario; CAMPOS, Vladimir; GANDARILLA, José; NÚÑEZ, Manuel; ARMAS, Luis; VALDÉS, Gertrudis. Sistema multimedia: inundaciones históricas y escenarios de peligro por inundaciones ante intensas lluvias de las cuencas Vento-Almendares, Quibu y Jaimanitas, la Habana, Cuba. [en línea]. En: Ciencias de la Tierra y el Espacio. Habana: Instituto de Geofísica y Astronomía. Vol. 9. (oct-nov, 2008). ISSN 1729-3790. [consulta: 31/01/2018]. Disponible en: <<http://www.iga.cu/Publicaciones/revista/assets/ctye-9-art2.pdf>>.

GIRALDO, Mario A. SIG como Herramienta de Estudio y Planificación del Suelo en Zonas Agrícolas. [en línea]. En: Revista Ventana Informática. Manizales: Universidad de Manizales. No. 29 (jul-dic, 2013). ISSN: 0123-9678. [consulta: 21/01/2018]. Disponible en: <<http://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/ventanainformatica/article/view/248/334>>.

GREENPEACE, Colombia. Cambio Climático: Futuro Negro Para Los Páramos. [en línea]. Colombia: Green Peace. 2009. 18 p. [consulta: 19/01/2018]. Disponible en: <https://www.greenpeace.org/colombia/Global/colombia/informes/informe_todo3.pdf>.

GUERRA COBIÁN, Víctor Hugo. Use of NEXRAD Information for Hydrological Modeling in Watersheds with Sparse Rain Gauge Networks. [en línea]. En: Tecnología y Ciencias del Agua. Jiutepec, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Coordinación de Comunicación, Participación e Información. Vol. 2. No. 3. (jul-sep, 2011). ISSN: 2007-2422. [consulta: 31/01/2018]. Disponible en: <<http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v2n3/v2n3a3.pdf>>.

HASBÚN MANCILLA, Julio Octavio; PAZ ALDUNCE-IDE, Paulina; BLANCO WELLS, Gustavo; BROWNE SARTORI, Rodrigo. Encuadres del cambio climático en Chile: Análisis de discurso en prensa digital. [en línea]. En: Revista de Ciencias Sociales Convergencia. México. No 74. (may-ago, 2017). ISSN 1405-1435.

[consulta: 19/01/2018] Disponible en: <<http://www.scielo.org.mx/pdf/conver/v24n74/1405-1435-conver-24-74-00161.pdf>>.

HU, Haibo. An algorithm for converting weather radar data into GIS polygons and its application in severe weather warning systems. [en línea]. En: International Journal of Geographical Information Science. Beijing: Institute of Urban Meteorology. Vol. 28. No. 9. (abr, 2013 - feb, 2014). ISSN: 1365-8816. [consulta: 31/01/2018]. Disponible en: <<https://biblioproxy.umanizales.edu.co:2061/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=15acce1f-dd9d-41ea-875b-d85e04f382dd%40sessionmgr101>>.

IDÁRRAGA VALLEJO, Jhon Edwin. SIG como herramienta estratégica para el sector inmobiliario en la ciudad de Manizales. Manizales, 2015, 86 p. Trabajo de grado (Especialista en Sistemas de Información Geográfica). Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Especialista en Sistemas de Información Geográfica.

IDEAM, Catálogo Nacional de Estaciones. [en línea]. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. [ago. 2017]. [consulta: 05/02/2018]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/10182/557765/CATALOGO_ESTACIONES_IDEAM_V10_AGOSTO2017.xls/c3dd0ad0-ca1b-42ef-9220-3f21cb46f4f1>.

IGAC. “anti ranking” de los departamentos con los mayores conflictos de los suelos en Colombia. [en línea]. Manizales: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2014. 2 p. [consulta: 03/02/2018]. Disponible en: <<http://www.igac.gov.co/wps/wcm/connect/c8eb398044ab6ec2bbd1ff9d03208435/IGAC+revela.pdf?MOD=AJPERES>>.

LENZI, Luis Marcelo. Evaluación del Impacto del Cambio Climático en los Procesos Hidrológicos de la Cuenca del Arroyo Feliciano, entre Ríos, Argentina. La Coruña, 2017, 161 p. Tesis Doctoral (Programa de Doctorado en Ciencia y Tecnología Ambiental). Universidade da Coruña, Doctorado en Ciencia y Tecnología Ambiental.

MESA GIRALDO, Samuel Fernando. Desarrollo de un Sistema de Información Geográfica Web para el análisis espacial y temporal de las finanzas del Reino de Castilla en el siglo XVI. Madrid, 2012, 55 p. Trabajo Fin (Máster en Tecnologías de la Información Geográfica). Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Geografía e Historia. Máster en Tecnologías de la Información Geográfica.

NURÉ, Elisa C; COLLINI, Estela A. Aplicación de la Tecnología SIG para la Representación de Información Climática Marina en el Atlántico Sur. [en línea]. En: Meteorologica. Buenos Aires: Departamento de Meteorología, Servicio de Hidrografía Naval. Vol. 36 No 1. (abr-dic, 2010). ISSN 1850-468X. [consulta:

31/01/2018]. Disponible en: <<http://www.scielo.org.ar/pdf/meteoro/v36n1/v36n1a04.pdf>>.

OLAYA, Víctor. Sistemas de Información Geográfica. 2 ed. [en línea]. España. 2014. 854 p. [Revisión: 16/10/2014]. [consulta: 21/01/2018] Disponible en: <<http://volaya.github.io/libro-sig/index.html>>.

PINEDA MARTÍNEZ, L. F; CARBAJAL, N; MEDINA-ROLDÁN, E. Regionalization and classification of bioclimatic zones in the central-northeastern region of México using principal component analysis (PCA). [en línea]. En: *Atmósfera*. México: Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica. Vol. 20. No. 2. (febrero, 2006). ISSN 0187-6236. [consulta: 31/01/2018]. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-62362007000200002&lng=en&tlng=en>.

POSADA, Elena; RAMÍREZ DAZA, Héctor Mauricio; ISAACS CUBIDES, Paola; BARAJAS BARBOSA, Martha Paola. Generación de modelos de distribución de ecosistemas vulnerables al cambio climático. [en línea]. En: *Revista Ventana Informática*. Manizales: Universidad de Manizales. No. 23 (sep-oct, 2010). ISSN: 0123-9678. [consulta: 19/01/2018] Disponible en: <<http://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/ventanainformatica/article/view/190/239>>.

SANTOS PRECIADO, José Miguel; COCERO MATESANZ, David. Los SIG Raster: Herramienta de Análisis Medioambiental y Territorial. [en línea]. En: Universidad Nacional de Educación a Distancia. 7 p. [consulta: 26/01/2018]. Disponible en: <<https://canal.uned.es/uploads/materials/resources/pdf/3/6/1259093906763.pdf>>.

SARRIA, Francisco Alonso. SIG aplicados al análisis y cartografía de riesgos climáticos. [en línea]. España: Departamento de Geografía Física, Humana y Análisis Geográfico Regional: Universidad de Murcia (UM). 2004. 70 p. [consulta: 31/01/2018]. Disponible en: <http://www.um.es/geograf/sigmur/cursos/SIG_clima.pdf>.

SOSA ESCALONA, Yuliet; PEÑA CASADEVALLS, Manuel; SANTIESTEBAN TOCA, Cosme. Sistema para la alerta temprana de los efectos del cambio climático en la agricultura. [en línea]. En: *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*. Cuba: Universidad de Ciego de Ávila. No 3. (may-jun, 2017). ISSN: 2227-1899. [consulta: 19/01/2018] Disponible en: <<http://scielo.sld.cu/pdf/rcci/v11n3/rcci06317.pdf>>.

UNIMEDIOS. Manizales debe renovar su red de monitoreo meteorológico. [en línea]. Manizales. Agencia de Noticias UN, Medio Ambiente. 2016. [consulta: 06/02/2018]. Disponible en: <<http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/manizales-debe-renovar-su-red-de-monitoreo-meteorologico.html>>.

UNIVERSIDAD DE LA SABANA. Investigación aplicada. [en línea]. Colombia: Universidad de la Sabana. 2011. [consulta: 26/01/2016]. Disponible en: <<http://www.unisabana.edu.co/carreras/comunicacion-social-y-periodismo/trabajo-de-grado/opciones-de-trabajo-de-grado/investigacion-aplicada>>.

VALENCIA ARCILA, Jaqueline; MUÑOZ ARROYAVE, Luis Felipe; VERA MONTOYA, Willmer Yesid. Sistema de Información Geográfica para la Administración de proyectos de la Secretaria de Agricultura de Caldas. Manizales, 2013, 36 p Trabajo de grado (Especialista en Sistemas de Información Geográfica). Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Especialista en Sistemas de Información Geográfica.

VALLADARES BORJA, Mauricio. Investigación del Clima por Medio de los Sistemas de Información Geográfica: Caso de estudio: procesamiento de la lámina de precipitación instantánea, diaria y mensual registrada en un dispositivo Data Logger Vitel VX1004. [en línea]. Quito: Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito (EMAAP - Q). 2008. 11 p. [consulta: 31/01/2018]. Disponible en: <<http://www.cepeige.org/Revista/CLIMA%20POR%20MEDIO%20DE%20SIG.pdf>>.

VELÁZQUEZ RUIZ, Antonio; MARTÍNEZ R., Luis Manuel; CARRILLO GONZÁLEZ, Fátima Maciel. Caracterización climática para la región de Bahía de Banderas mediante el sistema de Köppen, modificado por García, y técnicas de sistemas de información geográfica. [en línea]. En: Boletín del Instituto de Geografía. México: Universidad Nacional Autónoma de México. No 79 (sep, 2011 - feb, 2012). ISSN 0188-4611. [consulta: 31/01/2018]. Disponible en: <<http://www.investigacionesgeograficas.unam.mx/index.php/rig/article/view/34534/31471>>.

WILHELMI, Olga V; BRUNSKILL, Jeffrey C. Geographic Information Systems in Weather, Climate, and Impacts. [en línea]. En: Bulletin of the American Meteorological Society. U.S.A: American Meteorological Society. Vol. 84. (oct, 2003). ISSN: 0003-0007. [consulta: 31/01/2018]. Disponible en: <<https://biblioproxy.umanizales.edu.co:2061/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=d6ee7f4a-657d-4162-91f5-cfc5c78fb177%40pdc-v-sessmgr01>>.